



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
DE LA RIOJA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

TESIS DOCTORAL

**La Realidad Aumentada como factor de motivación y de
rendimiento académico en el alumnado de Enseñanza
Secundaria**

Memoria presentada por

D. Antonio Jesús Amores Valencia
para optar al grado de Doctor por la
Universidad Internacional de La Rioja

Dirigida por los Doctores:

D. Daniel Burgos
y
D. John W. Branch-Bedoya

Logroño, 2023

Agradecimientos

A mi espejo, *mi padre Antonio*, por hacerme sentir seguro, ponerme los pies en el suelo y estar a mi lado en todo momento. Gracias a sus consejos y ayuda incondicional hoy estoy donde estoy.

A mis fieles compañeros, *mi Hermano y mi madre*, por acompañarme cuando lo necesito y apoyarme siempre.

A mi director, *Daniel*, por su dedicación, tiempo, conocimientos, ayuda y ánimos constantes. Ha sido un auténtico placer abordar esta tesis doctoral bajo tu dirección y poder aprender a tu lado. Y gracias por hacerme sentir como un integrante más del Instituto de Investigación UNIR iTED.

A mi co-director, *John Willian*, a pesar de la distancia ha sido un apoyo firme. Gracias por la multitud de consejos y por hacerme partícipe del grupo de investigación GIDIA.

A mi compañero doctorando, *David Rosas*, por estar ahí siempre que lo necesitaba.

A mis compañeros/as del Instituto de Investigación UNIR iTED, *Natalia, Alberto, José Carlos, Aida, Dai, Stefania, ...* por sus consejos, recomendaciones y palabras hacia mi persona. Gracias por acogerme entre vosotros con tanto cariño.

A los investigadores *Lina María Castro y Jairo Quintero*, por haberme ayudado en alguno de los momentos claves de esta investigación.

A mis amigos, por animarme a seguir luchando y por sacarme una sonrisa cuando más lo necesitaba. Gracias por formar parte de mi vida.

Y, por supuesto a mi pareja, *Claudia*, la persona que me ha aguantado durante estos tres años mis buenos y malos momentos, y me ha ayudado, apoyado y animado siempre. Sin duda ella ha sido la luz, la fuerza y la alegría que me ha llevado hasta aquí.

Resumen

Las nuevas tecnológicas se alzan hoy en día como una herramienta de gran importancia en la sociedad actual, sobre todo, en el contexto educativo. En este sentido, la Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que está consiguiendo una mayor presencia en los centros educativos en la última década. Sin embargo, la Realidad Aumentada no ha sido explorada en profundidad en la etapa de Educación Secundaria. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es evaluar el grado de motivación y rendimiento académico que genera el uso de la Realidad Aumentada en estudiantes de Educación Secundaria, teniendo presente las variables género y experiencia previa.

La investigación está enfocada en una metodología mixta que utiliza varios métodos (revisión sistemática de literatura, trabajo de campo, entrevistas semi-estructuradas) para conocer el impacto de la Realidad Aumentada en los estudiantes de Educación Secundaria. Con base en lo anterior, la revisión sistemática analiza toda la literatura existente y concentra las investigaciones científicas desarrolladas en torno a esta tecnología educativa en dicha etapa.

Con respecto al trabajo de campo, se sigue el modelo motivacional ARCS de Keller (1987), formado por cuatro (4) fases: análisis, diseño, desarrollo y piloto (implementación y evaluación). Este modelo de diseño instruccional se implementa en una muestra reclutada por conveniencia, donde 321 estudiantes de la etapa de Educación Secundaria del Colegio Cerrado de Calderón (Málaga), con edades comprendidas entre 14 y 17 años, fueron asignados a un grupo experimental (n=159) y un grupo de control (n=162). El grupo de control utilizó una metodología tradicional en un entorno de aprendizaje basado en diapositivas, mientras que el grupo experimental trabajó con una aplicación móvil de Realidad Aumentada (ComputAR) diseñada con los mismos conceptos. Para la recolección de los datos, se desarrolla un pre-test y post-test idéntico para ambos grupos, un cuestionario de motivación de materiales instruccionales (IMMS) adaptado a cada uno de los grupos y unas entrevistas semi-estructuradas en el grupo experimental.

Los resultados mostraron mejores calificaciones y una mayor motivación en los estudiantes que utilizaron Realidad Aumentada, destacando un gran interés en la integración de esta tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, no se han obtenido diferencias significativas en la motivación de los estudiantes según el género y la experiencia previa. Por lo tanto, las sensaciones e impresiones de los estudiantes en torno al uso de esta tecnología educativa son muy positivas, destacando la motivación y el rendimiento académico que proporciona en el alumnado. En conclusión, este estudio aporta datos que fomentan el uso de la Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la etapa de Educación Secundaria.

Palabras clave

Realidad Aumentada, motivación, rendimiento académico, género, experiencia previa, enseñanza secundaria.

Abstract

New technologies stand today as a tool of great importance today, especially in the educational context. In this sense, Augmented Reality (AR) is a technology that is gaining a greater presence in educational centers in the last decade. However, Augmented Reality has not been explored in depth in the Secondary Education stage. Therefore, the objective of this research is to evaluate the degree of motivation and academic performance generated using Augmented Reality in Secondary Education students, considering the variables gender and previous experience.

The research is focused on a mixed methodology that uses various methods (systematic literature review, field work, semi-structured interviews) to learn about the impact of Augmented Reality on Secondary Education students. Based on the above, the systematic review analyzes all the existing literature and concentrates the scientific research developed around this educational technology at that stage.

In reference to the field work, the ARCS motivational model by Keller (1987) is followed, consisting of four phases: analysis, design, development and pilot (implementation and evaluation). This instructional design model is implemented in a sample recruited for convenience, where 321 students from the Secondary Education stage of the Colegio Cerrado de Calderón (Málaga), aged between 14 and 17, were assigned to an experimental group (n=159) and a control group (n=162). The control group used a traditional methodology in a slide-based learning environment, while the experimental group worked with an Augmented Reality (ComputAR) mobile application designed with the same concepts. For data collection, an identical pre-test and post-test was developed for both groups, an instructional materials motivation questionnaire (IMMS) adapted to each of the groups and semi-structured interviews in the experimental group.

The results showed better grades and greater motivation in the students who used Augmented Reality, highlighting a great interest in the integration of this technology in the teaching process. However, no significant differences have been obtained in the motivation of the students according to gender and previous experience. Therefore, the

feelings and impressions of the students regarding the use of this educational technology are very positive, highlighting the motivation and academic performance that it provides in the students. In conclusion, this study provides data that encourages the use of Augmented Reality in the teaching and learning process of the Secondary Education stage.

Keywords

Augmented Reality, motivation, academic performance, gender, previous experience, high school.

TABLA DE CONTENIDO

PARTE I. INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	1
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Justificación de la investigación	6
1.3. Hipótesis y preguntas de investigación	8
1.4. Objetivos.....	9
1.4.1 Objetivo general	9
1.4.2 Objetivos específicos.....	9
1.5. Metodología y métodos de investigación	10
1.5.1 Fases de la investigación	10
1.6. Estructura de la tesis	12
1.6.1 Introducción a la investigación.....	12
1.6.2 Marco teórico.....	12
1.6.3 Estado del arte	13
1.6.4 Desarrollo experimental de la investigación	13
1.6.5 Conclusiones, limitaciones y prospectivas	14
Referencias	14
Anexos.....	14
PARTE II. MARCO TEÓRICO	15
Capítulo 2. LA REALIDAD AUMENTADA.....	17
2.1. Definición y características generales de la Realidad Aumentada	18
2.2. Evolución de la Realidad Aumentada	19
2.3. Tipos de Realidad Aumentada.....	25
2.3.1 Sistemas fijos y móviles	25
2.3.2 Seguimiento y geolocalización.....	26
2.3.3 Visión aumentada	28
2.3.4 Niveles de complejidad de Realidad Aumentada	30
2.3.5 Otras clasificaciones según la interacción y los elementos	30
2.4. Elementos de un sistema de Realidad Aumentada	31
2.4.1 Hardware	32
2.4.2 Software.....	32
2.4.3 Componente real.....	33
2.4.4 Componente virtual	36

2.4.5 Programación.....	37
2.5. La Realidad Aumentada en el ámbito educativo.....	39
2.5.1 Teorías educativas para su incorporación.....	40
2.5.2 Posibilidades y aplicaciones.....	43
2.5.3 Retos y debilidades.....	45
2.5.4 Influencia del género en el uso de Realidad Aumentada.....	47
2.6. Resumen.....	48
Capítulo 3. LA MOTIVACIÓN. FACTOR CONDICIONANTE EN EDUCACIÓN.....	51
3.1. Conceptos y tipos de motivación.....	52
3.1.1 Motivación extrínseca.....	54
3.1.2 Motivación intrínseca.....	54
3.1.2 Motivación de logro o rendimiento.....	55
3.1.4 Motivación de competencia.....	56
3.1.5 Motivación académica.....	56
3.2. Teorías de la motivación.....	58
3.2.1 Teorías biológicas en motivación.....	59
3.2.2 Teorías conductuales en motivación.....	60
3.2.3 Teorías cognitivas en motivación.....	63
3.2.4 Teorías sociales en motivación.....	64
3.3. Modelo de motivación instruccional ARCS.....	66
3.3.1 Sustentación teórica del modelo ARCS.....	66
3.3.2 Descripción del modelo ARCS.....	69
3.3.3 Estrategias motivacionales del modelo ARCS.....	71
3.4. Motivación y rendimiento académico.....	76
3.4.1 Definición de rendimiento académico.....	76
3.4.2 Factores condicionantes del rendimiento académico.....	79
3.4.3 Relación entre motivación y rendimiento académico.....	83
3.5. Pautas de intervención en el aula.....	85
3.6. Resumen.....	89
PARTE III. ESTADO DEL ARTE.....	91
Capítulo 4. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	93
4.1. Definición de revisión sistemática.....	94
4.2. Propósito de la revisión sistemática.....	94
4.2. Protocolo de la revisión sistemática.....	96
4.2.1 Preguntas de investigación.....	97
4.2.2 Fuentes de datos.....	97

4.2.3 Estrategias de búsqueda.....	98
4.2.4 Criterios de inclusión y exclusión	98
4.2.5 Evaluación de la calidad	99
4.2.6 Extracción de datos.....	101
4.2.7 Síntesis de datos	102
4.3 Resultados.....	103
4.3.1 Estudios incluidos y excluidos	103
4.3.2 Análisis de las publicaciones	105
4.4 Discusiones.....	109
4.4.1 Áreas y grupos destinatarios.....	109
4.4.2 Dispositivos y aplicaciones tecnológicas	110
4.4.3 Diseño y formas de aplicación de Realidad Aumentada	111
4.4.4 Motivación.....	112
4.4.5 Rendimiento académico	112
4.5 Resumen	113
PARTE IV. DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN	119
Capítulo 5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	121
5.1. Metodología.....	122
5.1.1 Fases de la investigación	125
5.2. Aplicación educativa desarrollada.....	129
5.2.1 Herramientas utilizadas	129
5.2.2 Requerimientos del sistema	132
5.2.3 ComputAR: Características y funcionamiento.....	133
5.2.4 Control de versiones	140
5.3. Población y muestra	140
5.4. Instrumentos de recogida de información	143
5.4.1 Instrumento de análisis del rendimiento académico.....	144
5.4.2 Encuesta de motivación de materiales instruccionales (IMMS)	144
5.4.3 Entrevistas	157
5.5. Diseño instruccional	162
5.6. Resumen	169
Capítulo 6. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	171
6.1. Resultados del estudio experimental de tipo cuasi-experimental pre-test-post-test y grupo de control	172
6.1.1 Pre-test: Análisis estadístico básico y controles de normalidad.....	172
6.1.2 Post-test: Análisis estadístico básico y controles de normalidad	177

6.1.3 Pre-test-Post-test: Homogeneidad de la varianza	183
6.1.4 Diferencias Pre-test-Post-test. Aplicación de los contrastes de hipótesis	183
6.1.5 Género: Análisis estadístico básico y aplicación de los contrastes de hipótesis.	189
6.2. Resultados del estudio experimental de tipo cuasi-experimental post-test y grupo de control	193
6.2.1 Resultados descriptivos del grupo control.....	194
6.2.2 Resultados descriptivos del grupo experimental	222
6.2.3 Diferencias Grupo control-experimental. Aplicación de los contrastes de hipótesis.....	251
6.2.4 Género: Análisis estadístico básico del grupo experimental y aplicación de los contrastes de hipótesis.	262
6.2.5 Experiencia previa uso de TIC: Análisis estadístico básico del grupo experimental y aplicación de los contrastes de hipótesis.	267
6.3. Resultados del estudio cualitativo de diseño investigación-acción a través de entrevistas semi-estructuradas	274
6.3.1 Análisis de la categoría: Conocimientos previos.....	277
6.3.2 Análisis de la categoría: Características de la Realidad Aumentada.....	278
6.3.3 Análisis de la categoría: Uso educativo.....	279
6.3.4 Análisis de la categoría: Oportunidades educativas	280
6.3.5 Análisis de la categoría: Proceso de enseñanza.....	281
6.4. Discusión de los resultados	283
6.4.1 Discusión de los resultados obtenidos en las pruebas pre-test y post-test de ambos grupos.....	283
6.4.2 Discusión de los resultados obtenidos en los cuestionarios de motivación (IMMS) de ambos grupos.....	286
6.4.3 Discusión de los resultados obtenidos en las entrevistas semi-estructuradas	291
PARTE V. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y PROSPECTIVAS.....	293
Capítulo 7. CONCLUSIONES	295
7.1. Respuesta, verificación y evaluación de los interrogantes, hipótesis y objetivos de la investigación	296
7.2. Conclusiones generales.....	303
7.3. Limitaciones	305
7.4. Aportaciones originales	306
7.5. Trabajos derivados.....	306
7.5.1 Artículos en revistas científicas.....	307
7.5.2 Contribuciones en congresos	307

7.6. Líneas de investigación futuras	307
BIBLIOGRAFÍA	310
Referencias	312
ANEXOS	373
Anexo 1. Pre-test	375
Anexo 2. Post-test.....	378
Anexo 3. Instrumento IMMS (grupo control)	381
Anexo 4. Instrumento IMMS (grupo experimental).....	385
Anexo 5. Entrevista	389

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplos de aplicaciones o software de Realidad Aumentada	37
Tabla 2. Herramientas de RA que emplean seguimiento o geolocalización	38
Tabla 3. Categorías, subcategorías y estrategias motivacionales del modelo ARCS.....	75
Tabla 4. Lista de verificación de evaluación de la calidad.....	100
Tabla 5. Siglas para clasificar la información	101
Tabla 6. Registros obtenidos	103
Tabla 7. Número de trabajos elegidos	104
Tabla 8. Artículos de lectura completos incluidos	104
Tabla 9. Alfa de Cronbach para cada dimensión (grupo control)	146
Tabla 10. Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido (grupo control).....	146
Tabla 11. Alfa de Cronbach para la confianza si el ítem se ha suprimido (grupo control)	148
Tabla 12. Alfa de Cronbach para la atención si el ítem se ha suprimido (grupo control)	149
Tabla 13. Alfa de Cronbach para la satisfacción si el ítem se ha suprimido (grupo control)	150
Tabla 14. Alfa de Cronbach para la relevancia si el ítem se ha suprimido (grupo control)	150
Tabla 15. Alfa de Cronbach para cada dimensión (grupo experimental).....	151
Tabla 16. Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido (grupo experimental)	152
Tabla 17. Alfa de Cronbach para la confianza si el ítem se ha suprimido (grupo experimental).....	154
Tabla 18. Alfa de Cronbach para la atención si el ítem se ha suprimido (grupo experimental).....	155
Tabla 19. Alfa de Cronbach para la satisfacción si el ítem se ha suprimido (grupo experimental).....	156
Tabla 20. Alfa de Cronbach para la relevancia si el ítem se ha suprimido (grupo experimental).....	156
Tabla 21. Categorización de la entrevista.....	159
Tabla 22. Códigos y descripción de las subcategorías	161
Tabla 23. Secuenciación del diseño instruccional del grupo control	167
Tabla 24. Estadísticos descriptivos para el rendimiento pre-test (grupo experimental y control)	172

Tabla 25. Frecuencias y porcentajes del rendimiento pre-test (grupo control)	173
Tabla 26. Frecuencias y porcentajes del rendimiento pre-test (grupo experimental)...	175
Tabla 27. Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para el rendimiento (pre-test) en los grupos experimental y control	177
Tabla 28. Estadísticos descriptivos para el rendimiento post-test (grupo experimental y control)	177
Tabla 29. Frecuencias y porcentajes del rendimiento post-test (grupo control).....	179
Tabla 30. Frecuencias y porcentajes del rendimiento post-test (grupo experimental) .	180
Tabla 31. Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para el rendimiento (post-test) en los grupos experimental y control	182
Tabla 32. Test de homogeneidad de la varianza de Levene para el Rendimiento (pre-test-post-test) entre los grupos experimental y control.....	183
Tabla 33. Estadísticos descriptivos y diferencias de medias Pre-test y Post-test.....	184
Tabla 34. Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov Diferencia Pre-test-Post-test	185
Tabla 35. Test de U de Mann-Whitney para el rendimiento (pre-test) en ambos grupos	187
Tabla 36. Test de U de Mann-Whitney para el rendimiento (post-test) en ambos grupos	187
Tabla 37. Test de W de Wilcoxon para el rendimiento (pre-test-post-test) para grupo control.....	188
Tabla 38. Test de W de Wilcoxon para el rendimiento (pre-test-post-test) para grupo experimental	189
Tabla 39. Estadísticos descriptivos y diferencia de medias de las calificaciones según el género de los estudiantes (grupo experimental)	190
Tabla 40. Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov Diferencia de calificaciones Pre-test-Post-test (grupo experimental).....	191
Tabla 41. Test de U de Mann-Whitney para el rendimiento (pre-test) de hombres y mujeres	192
Tabla 42. Test de U de Mann-Whitney para el rendimiento (post-test) de hombres y mujeres	193
Tabla 43. Frecuencias y porcentajes del ítem 1 del IMMS (grupo control).....	198
Tabla 44. Frecuencias y porcentajes del ítem 2 del IMMS (grupo control).....	199
Tabla 45. Frecuencias y porcentajes del ítem 3 del IMMS (grupo control).....	199
Tabla 46. Frecuencias y porcentajes del ítem 4 del IMMS (grupo control).....	200
Tabla 47. Frecuencias y porcentajes del ítem 5 del IMMS (grupo control).....	201

Tabla 48. Frecuencias y porcentajes del ítem 6 del IMMS (grupo control).....	201
Tabla 49. Frecuencias y porcentajes del ítem 7 del IMMS (grupo control).....	202
Tabla 50. Frecuencias y porcentajes del ítem 8 del IMMS (grupo control).....	203
Tabla 51. Frecuencias y porcentajes del ítem 9 del IMMS (grupo control).....	203
Tabla 52. Frecuencias y porcentajes del ítem 10 del IMMS (grupo control).....	204
Tabla 53. Frecuencias y porcentajes del ítem 11 del IMMS (grupo control).....	205
Tabla 54. Frecuencias y porcentajes del ítem 12 del IMMS (grupo control).....	205
Tabla 55. Frecuencias y porcentajes del ítem 13 del IMMS (grupo control).....	206
Tabla 56. Frecuencias y porcentajes del ítem 14 del IMMS (grupo control).....	207
Tabla 57. Frecuencias y porcentajes del ítem 15 del IMMS (grupo control).....	207
Tabla 58. Frecuencias y porcentajes del ítem 16 del IMMS (grupo control).....	208
Tabla 59. Frecuencias y porcentajes del ítem 17 del IMMS (grupo control).....	209
Tabla 60. Frecuencias y porcentajes del ítem 18 del IMMS (grupo control).....	209
Tabla 61. Frecuencias y porcentajes del ítem 19 del IMMS (grupo control).....	210
Tabla 62. Frecuencias y porcentajes del ítem 20 del IMMS (grupo control).....	211
Tabla 63. Frecuencias y porcentajes del ítem 21 del IMMS (grupo control).....	211
Tabla 64. Frecuencias y porcentajes del ítem 22 del IMMS (grupo control).....	212
Tabla 65. Frecuencias y porcentajes del ítem 23 del IMMS (grupo control).....	213
Tabla 66. Frecuencias y porcentajes del ítem 24 del IMMS (grupo control).....	213
Tabla 67. Frecuencias y porcentajes del ítem 25 del IMMS (grupo control).....	214
Tabla 68. Frecuencias y porcentajes del ítem 26 del IMMS (grupo control).....	215
Tabla 69. Frecuencias y porcentajes del ítem 27 del IMMS (grupo control).....	215
Tabla 70. Frecuencias y porcentajes del ítem 28 del IMMS (grupo control).....	216
Tabla 71. Frecuencias y porcentajes del ítem 29 del IMMS (grupo control).....	217
Tabla 72. Frecuencias y porcentajes del ítem 30 del IMMS (grupo control).....	217
Tabla 73. Frecuencias y porcentajes del ítem 31 del IMMS (grupo control).....	218
Tabla 74. Frecuencias y porcentajes del ítem 32 del IMMS (grupo control).....	219
Tabla 75. Frecuencias y porcentajes del ítem 33 del IMMS (grupo control).....	219
Tabla 76. Frecuencias y porcentajes del ítem 34 del IMMS (grupo control).....	220
Tabla 77. Frecuencias y porcentajes del ítem 35 del IMMS (grupo control).....	221
Tabla 78. Frecuencias y porcentajes del ítem 36 del IMMS (grupo control).....	221
Tabla 79. Frecuencias y porcentajes del ítem 1 del IMMS (grupo experimental)	226

Tabla 80. Frecuencias y porcentajes del ítem 2 del IMMS (grupo experimental)	226
Tabla 81. Frecuencias y porcentajes del ítem 3 del IMMS (grupo experimental)	227
Tabla 82. Frecuencias y porcentajes del ítem 4 del IMMS (grupo experimental)	228
Tabla 83. Frecuencias y porcentajes del ítem 5 del IMMS (grupo experimental)	229
Tabla 84. Frecuencias y porcentajes del ítem 6 del IMMS (grupo experimental)	229
Tabla 85. Frecuencias y porcentajes del ítem 7 del IMMS (grupo experimental)	230
Tabla 86. Frecuencias y porcentajes del ítem 8 del IMMS (grupo experimental)	231
Tabla 87. Frecuencias y porcentajes del ítem 9 del IMMS (grupo experimental)	232
Tabla 88. Frecuencias y porcentajes del ítem 10 del IMMS (grupo experimental)	232
Tabla 89. Frecuencias y porcentajes del ítem 11 del IMMS (grupo experimental)	233
Tabla 90. Frecuencias y porcentajes del ítem 12 del IMMS (grupo experimental)	234
Tabla 91. Frecuencias y porcentajes del ítem 13 del IMMS (grupo experimental)	234
Tabla 92. Frecuencias y porcentajes del ítem 14 del IMMS (grupo experimental)	235
Tabla 93. Frecuencias y porcentajes del ítem 15 del IMMS (grupo experimental)	236
Tabla 94. Frecuencias y porcentajes del ítem 16 del IMMS (grupo experimental)	237
Tabla 95. Frecuencias y porcentajes del ítem 17 del IMMS (grupo experimental)	237
Tabla 96. Frecuencias y porcentajes del ítem 18 del IMMS (grupo experimental)	238
Tabla 97. Frecuencias y porcentajes del ítem 19 del IMMS (grupo experimental)	239
Tabla 98. Frecuencias y porcentajes del ítem 20 del IMMS (grupo experimental)	239
Tabla 99. Frecuencias y porcentajes del ítem 21 del IMMS (grupo experimental)	240
Tabla 100. Frecuencias y porcentajes del ítem 22 del IMMS (grupo experimental)	241
Tabla 101. Frecuencias y porcentajes del ítem 23 del IMMS (grupo experimental)	241
Tabla 102. Frecuencias y porcentajes del ítem 24 del IMMS (grupo experimental)	242
Tabla 103. Frecuencias y porcentajes del ítem 25 del IMMS (grupo experimental)	243
Tabla 104. Frecuencias y porcentajes del ítem 26 del IMMS (grupo experimental)	243
Tabla 105. Frecuencias y porcentajes del ítem 27 del IMMS (grupo experimental)	244
Tabla 106. Frecuencias y porcentajes del ítem 28 del IMMS (grupo experimental)	245
Tabla 107. Frecuencias y porcentajes del ítem 29 del IMMS (grupo experimental)	245
Tabla 108. Frecuencias y porcentajes del ítem 30 del IMMS (grupo experimental)	246
Tabla 109. Frecuencias y porcentajes del ítem 31 del IMMS (grupo experimental)	247
Tabla 110. Frecuencias y porcentajes del ítem 32 del IMMS (grupo experimental)	247
Tabla 111. Frecuencias y porcentajes del ítem 33 del IMMS (grupo experimental)	248

Tabla 112. Frecuencias y porcentajes del ítem 34 del IMMS (grupo experimental) ...	249
Tabla 113. Frecuencias y porcentajes del ítem 35 del IMMS (grupo experimental) ...	249
Tabla 114. Frecuencias y porcentajes del ítem 36 del IMMS (grupo experimental) ...	250
Tabla 115. Medias y desviaciones típicas del instrumento IMMS (grupo control-experimental).....	251
Tabla 116. Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov Diferencia medias cuestionario IMMS	254
Tabla 117. Medias y desviaciones típicas de los ítems n el instrumento IMMS (grupo control-experimental)	255
Tabla 118. Test de homogeneidad de la varianza de Levene para la motivación (IMMS) entre los grupos experimental y control	259
Tabla 119. Test de U de Mann-Whitney para la motivación en ambos grupos	260
Tabla 120. Test de T de Student para la dimensión atención en ambos grupos.....	261
Tabla 121. Estadísticos descriptivos de la motivación según el género de los estudiantes (grupo experimental)	262
Tabla 122. Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov Motivación según género (grupo experimental).....	263
Tabla 123. Test de homogeneidad de la varianza de Levene para la motivación (IMMS) según el género (grupo experimental)	264
Tabla 124. Test de U de Mann-Whitney para la motivación según el género (grupo experimental).....	266
Tabla 125. Test de T de Student para la motivación según el género (grupo experimental)	267
Tabla 126. Estadísticos descriptivos de la motivación según la experiencia previa en TIC de los estudiantes (grupo experimental)	268
Tabla 127. Test de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov Motivación según experiencia previa TIC (grupo experimental)	269
Tabla 128. Test de homogeneidad de la varianza de Levene para la motivación (IMMS) según la experiencia previa en el uso de TIC (grupo experimental)	270
Tabla 129. Test de U de Mann-Whitney para la motivación según la experiencia previa en TIC (grupo experimental)	272
Tabla 130. Test de T de Student para la motivación según el género (grupo experimental)	273
Tabla 131. Porcentajes de las categorías y subcategorías obtenidas en las entrevistas	276

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases de la investigación.....	10
Figura 2. Ejemplo de aplicación mediante Realidad Aumentada.....	18
Figura 3. Diseño de la máquina Sensorama	20
Figura 4. Human Mounted Display	20
Figura 5. Karma. Primer sistema de Realidad Aumentada.....	21
Figura 6. Continuidad de la virtualidad	22
Figura 7. Logotipo de ARToolKit	22
Figura 8. Ejemplo del juego ARQuake	23
Figura 9. Google Glass	24
Figura 10. Aplicación ARCore.....	24
Figura 11. Realidad Aumentada basada en el seguimiento.....	26
Figura 12. Elementos de la Realidad Aumentada basada en la geolocalización.....	27
Figura 13. Aplicación Layar basada en la geolocalización	28
Figura 14. Funcionamiento de la Visión Aumentada basada en gafas especiales.....	29
Figura 15. Lentes de contacto biónicas.	29
Figura 16. Niveles de complejidad de Realidad Aumentada.....	30
Figura 17. Funcionamiento básico de un sistema de Realidad Aumentada	32
Figura 18. Marcador QR.....	33
Figura 19. Marcador en blanco y negro.....	34
Figura 20. Carta de baraja española (imagen 2D)	35
Figura 21. Videjuego Pokémon GO	36
Figura 22. Hype Cycle de Gartner para tecnologías emergentes 2018	40
Figura 23. Pirámide de necesidades humanas de Maslow.....	60
Figura 24. Condicionantes del rendimiento académico.....	81
Figura 25. Protocolo de revisión resumida.....	105
Figura 26. Áreas o materias de aplicación en la Realidad Aumentada	106
Figura 27. Dispositivos electrónicos utilizados.....	107
Figura 28. Interfaz del entorno de desarrollo Unity	131
Figura 29. Marcadores gráficos en Vuforia.....	132
Figura 30. Icono de la app ComputAR.....	133

Figura 31. Pantalla inicial ComputAR	134
Figura 32. Botón Logo Colegio Cerrado de Calderón (ComputAR)	135
Figura 33. Botón INFORMACIÓN (ComputAR).....	135
Figura 34. Botón Equipos informáticos (ComputAR)	136
Figura 35. Enigma (ComputAR)	137
Figura 36. Botón Arquitectura ordenadores (ComputAR)	137
Figura 37. Fuente de alimentación (ComputAR)	138
Figura 38. Botón Hardware (ComputAR).....	138
Figura 39. Memoria RAM (ComputAR).....	139
Figura 40. Placa base (ComputAR).....	139
Figura 41. Histograma para el rendimiento pre-test (grupo control).....	174
Figura 42. Histograma para el rendimiento pre-test (grupo experimental)	176
Figura 43. Histograma para el rendimiento post-test (grupo experimental).....	180
Figura 44. Histograma para el rendimiento post-test (grupo experimental).....	181
Figura 45. Diferencias Pre-test/Post-test según implementación	186
Figura 46. Diferencias Calificaciones Pre-test/Post-test según género (grupo experimental).....	191
Figura 47. Edades (grupo control).....	195
Figura 48. Cursos académicos (grupo control).....	195
Figura 49. Tipo de alumnado (grupo control)	196
Figura 50. Género (grupo control).....	197
Figura 51. Experiencia previa uso TIC (grupo control)	197
Figura 52. Edades (grupo experimental)	222
Figura 53. Cursos académicos (grupo experimental)	223
Figura 54. Tipo de alumnado (grupo experimental).....	224
Figura 55. Género (grupo experimental)	224
Figura 56. Experiencia previa uso TIC (grupo experimental).....	225
Figura 57. Diferencias de medias de la motivación según género (grupo experimental)	265
Figura 58. Diferencias de medias de la motivación según experiencia previa en TIC (grupo experimental)	271
Figura 59. Frecuencias de las categorías obtenidas en las entrevistas.....	274
Figura 60. Frecuencias de las subcategorías obtenidas en las entrevistas.....	275

PARTE I.

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Contenido del capítulo

En este capítulo, se trabajan aquellos aspectos fundamentales para el desarrollo de cualquier investigación. Se empieza con el planteamiento del problema y la justificación de la investigación, en este caso “La Realidad Aumentada como factor de motivación y de rendimiento académico en el alumnado de Enseñanza Secundaria”. Posteriormente, se continúa anotando el objetivo general, así como los objetivos específicos y las hipótesis propuestas que son las bases sobre las que se comienza las tareas de investigación en este campo. Luego, se enuncia la metodología utilizada en este estudio, indicando el tipo de investigación a desarrollar según los parámetros que se pretenden analizar y evaluar y, por último, se describe la estructura que rige esta tesis doctoral, donde se detalla las etapas o fases en las que se subdivide la investigación.

1.1. Planteamiento del problema

A lo largo de la historia se han desarrollado acontecimientos que han alterado y transformado a las distintas sociedades, hasta tal punto que apreciamos un carácter extremadamente dinámico en la actualidad. Esto se debe en gran medida a la introducción de la tecnología en ámbitos económicos, culturales, sociales, industriales y por supuesto educativos. Por lo tanto, no se debe tener en cuenta el campo de la educación desde un punto de vista estático, y mucho menos aún dejar de lado los nuevos dispositivos y herramientas tecnológicas existentes (Area-Moreira et al., 2018). Por este motivo, el proceso de enseñanza y aprendizaje debe ajustarse a la sociedad actual, para trabajar de forma paralela a las demandas de un mercado cada día más cambiante.

Bajo esta premisa, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son las herramientas que han supuesto una gran transformación de la vida diaria, sea cual sea el aspecto que se vislumbre. Este hecho junto con la creación de nuevos puestos de trabajo requiere la obligación de una formación continua, que produzca personas plenamente preparadas para los futuros cambios que se avecinan. En vista de esta transformación constante, la educación no puede ni debe quedarse atrás, sino todo lo contrario, estar en la punta de lanza de este proceso transformador con el propósito de fomentar y proporcionar los conocimientos y habilidades necesarias para una actualización permanente (Cabero-Almenara, 2015).

La consecución de este objetivo conlleva una gran responsabilidad a los docentes, puesto que deben formarse en términos de tecnología educativa conforme a las exigencias actuales, así como modificar las pautas o estrategias de enseñanza que se implantan en la mayoría de los centros educativos. En base a la formación del profesorado en el uso de las TIC, es vital conocer unos conocimientos adecuados de uso, habilidades y competencias necesarias (INTEF, 2017), puesto que deben inculcar la adquisición de la competencia digital a los estudiantes, como se refleja en el BOE, más concretamente el Anexo II de la 738 Orden ECD/65/2015, de 21 de enero.

Por otro lado, los docentes deben mejorar el modelo pedagógico, introduciendo metodologías activas y contextualizadas que promuevan la motivación de los estudiantes, así como propulsen un aumento del rendimiento académico. Este crecimiento de los niveles de motivación y el grado de interés son favorecidos gracias a la utilización de las

TIC (Macías-González y Manresa-Yee, 2013). De esta forma, las herramientas tecnológicas se deben introducir en las aulas para potenciar el aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, la última legislación en España, la ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre y el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, recalcan la relevancia de las TIC en la Educación Secundaria, por lo que, su integración en los centros educativos debe producirse de forma inmediata. Por si no fuese complicada esta labor, encima el proceso de creación y uso de contenidos educativos virtuales está siendo una tarea ardua y tediosa, cómo se constata en el último Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA). No obstante, la problemática suscitada por la Covid-19 puede haber originado y propulsado la evolución de la competencia digital docente y, por consiguiente, de los estudiantes, pero a su vez, poner de manifiesto la gran brecha digital que existe entre el cuerpo de docentes.

Con base en lo anterior, Hernández (2017) afirma que la ausencia de motivación e interés no sólo repercute en el aprendizaje, sino también en el proceso de enseñanza, puesto que los estudiantes generan un mal ambiente debido a su falta de atención e interés. Por tanto, los docentes deben conocer y promover el uso de las TIC combinando con una gran variedad de metodologías que hagan frente a la situación actual, y a su vez ser capaces de trabajar en la diversidad que presentan los estudiantes en las aulas. Además, es fundamental formar a los estudiantes en el pensamiento crítico, haciendo hincapié en la parte reflexiva, así como dar mayores esfuerzos ante dificultades motivacionales y emocionales como las bajas expectativas, el desinterés y la alta presión de los estudiantes (Barroso-Osuna y Cabero-Almenara, 2013).

En definitiva, el proceso de enseñanza y aprendizaje es una tarea conjunta de docentes y estudiantes, donde éstos últimos desempeñan una labor esencial, que implica una verdadera motivación para realizar las tareas (ONTSI, 2016). Este punto enmarca la problemática actual, que reflejan unos niveles de participación y motivación paupérrimos, lo que trae consigo un descenso de las calificaciones y un crecimiento exponencial del fracaso escolar. Este gran desafío, se pretende conseguir con el uso de las TIC, más concretamente con la utilización de Realidad Aumentada como tecnología educativa que sea capaz de estimular a los estudiantes. Gracias al uso de los dispositivos electrónicos como smartphones, tablets o portátiles, se puede introducir este tipo de tecnología que genera la interacción entre usuarios produciendo unas experiencias empáticas (Cabero-Almenara y Barroso-Osuna, 2016b).

1.2. Justificación de la investigación

Dada la problemática planteada, donde los centros educativos se enfrentan diariamente a estudiantes desmotivados y desinteresados, que acarrearán resultados académicos nefastos en base a unas muy bajas calificaciones y la no adquisición de competencias y habilidades, una posible solución son las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Esta circunstancia se debe a que potencian la adquisición de conocimientos en multitud de materias, lo que favorece sus expectativas académicas (Colás-Bravo et al., 2018a). Asimismo, estas tecnologías ayudan a la conectividad entre estudiantes y/o docentes, aspecto fundamental que debe tenerse en cuenta en la educación actual, ya que las personas en su día a día viven continuamente interconectadas entre ellas. Por último, la supresión o reducción del uso de estas herramientas en el aula, supone un cambio abrupto que repercute directamente en su motivación e interés (Amores-Valencia y De-Casas-Moreno, 2019).

Por otro lado, la integración de dispositivos móviles en el proceso de enseñanza y aprendizaje origina nuevas pautas metodológicas, donde se profundiza el dinamismo, que junto con la alta velocidad de procesamiento y la portabilidad que posibilitan ciertos dispositivos introducen lo que se denomina *mobile learning*. Según Mojarro-Aliaño (2019) el *m-learning* presenta unas características propicias para el ambiente dinámico que tiene la educación actual, como el acceso directo a Internet, una autonomía alta por su capacidad de carga, la descarga de aplicaciones y la interacción de profesor-alumno que potencia los vínculos entre ellos. Sin olvidar, que este tipo de tecnología está integrada de forma total, donde un 97,1% de los habitantes posee una tableta o smartphone según el informe (Ditrendia, 2021).

Hay que destacar la gran cantidad de investigaciones que se han basado en el análisis de esta tecnología móvil en las aulas, en las distintas vertientes que posibilita: redes sociales (Tuzel y Hobbs, 2017), libros digitales (Sanz, 2017), códigos QR (Ripoll-Gómez et al., 2017) y realidad aumentada (Moreno-Martínez y Onieva-López, 2017), donde se centrará la investigación. Además, en dichas investigaciones se ha tenido en cuenta la adaptación de los contenidos, los sistemas operativos que contengan y las funcionalidades que se puedan llegar a implantar. Sin embargo, es vital tener en cuenta a los estudiantes partícipes de este tipo de prácticas innovadoras, puesto que su actitud hacia las mismas depende múltiples factores, entre los que destacan: los conocimientos previos

que dispongan y las utilidades que puedan llegar a darles. No obstante, Colás-Bravo et al. (2018b) afirma que el uso de las TIC en las aulas produce una mejor predisposición hacia el aprendizaje y un estado emocional ideal, lo que conlleva un crecimiento del rendimiento académico.

En este sentido, la Realidad Aumentada (RA) es la tecnología con mayor efecto en la educación en los últimos años, posibilitando la coordinación de lo real y lo virtual al mismo tiempo (Cabero-Almenara y Barroso-Osuna, 2016a). Además, ayuda a la creación de escenarios de enseñanza y aprendizaje más motivadores y atractivos que a su vez, serían imposibles de llevar a cabo en el mundo real (Duh y Klopfer, 2013; Huang et al., 2016; Wojciechowski y Cellary, 2013). Asimismo, la utilización de esta tecnología educativa puede contribuir de forma positiva en el interés, motivación y rendimiento de los estudiantes (Di-Serio et al., 2013; Redondo-Domínguez et al., 2014; Reinoso-Peinado, 2016; Sommerauer y Müller, 2014).

De esta manera, multitud de investigaciones resaltan el efecto y la influencia que la Realidad Aumentada tiene y tendrá en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Bower et al., 2014; Cabero-Almenara y Marín-Díaz 2018; Coimbra et al., 2015; Ibáñez et al., 2014; Fonseca-Escudero et al., 2016; Jeřábek et al., 2014; Marín-Díaz, 2016; Sánchez-Bolado, 2017; Solak y Cakir, 2015; Yuen et al., 2013). Sin embargo, estas y otras investigaciones no han trabajado de forma individual una serie de particularidades o bien no han tenido en cuenta una serie de factores:

- El profesorado encargado de introducir la Realidad Aumentada en el aula no tiene la suficiente formación a nivel técnico y/o metodológico, por lo que, la dificultad para desarrollar recursos digitales para su utilización es elevada.

- La mayoría de las investigaciones han tenido en cuenta a estudiantes universitarios, donde se predispone una motivación extra al ser una etapa educativa de no obligatoriedad (Barroso-Osuna et al., 2018; Fernández-Robles, 2017; Gómez-García et al., 2020; Marín-Díaz et al., 2018).

- El análisis de las investigaciones no ha conjuntado casi en ninguna instancia dos de los grandes factores educativos como son la motivación y el rendimiento académico (Martín-Gutiérrez y Meneses-Fernández, 2014; Liu et al., 2019).

- Otro de los perfiles del alumnado estudiado, ha sido los estudiantes de educación primaria donde el rendimiento y la motivación suelen tener valores altos

(Kirikkaya y Başgöl, 2019; Lai et al., 2019; López-Belmonte et al., 2019; Toledo-Morales y Sánchez-García, 2017; Wang, 2017).

En definitiva, esta tesis doctoral titulada: *“La Realidad Aumentada como factor de motivación y de rendimiento académico en el alumnado de Enseñanza Secundaria”*, integra todos los conceptos anteriores con el objetivo de analizar de forma comparativa los distintos aspectos que se abordan.

1.3. Hipótesis y preguntas de investigación

Con base a los estudios analizados, se ha podido observar que la relación entre la motivación y el uso de tecnología educativa, en particular, la utilización de realidad aumentada, están estrechamente ligados. De esta forma, el uso de esta herramienta proporciona un mayor interés en los estudiantes, por lo que se va a tomar en consideración como hipótesis de investigación lo siguiente:

La utilización de Realidad Aumentada en etapas de Educación Secundaria mejora el nivel de motivación y el rendimiento académico tomando como base las calificaciones de los estudiantes.

De esta hipótesis de trabajo se podría generar dos sub-hipótesis, a saber:

- La motivación de los estudiantes está influenciada por el uso de objetos de aprendizaje de RA.
- Las calificaciones de los estudiantes aumentan tras utilizar la RA como herramienta de aprendizaje.

Además de la hipótesis de partida, se plantean las siguientes hipótesis para alcanzar los diferentes objetivos formulados:

- El género no presenta una diferencia significativa en la motivación y el rendimiento académico en base al uso de RA.
- La experiencia previa presenta una diferencia significativa en la motivación de los estudiantes ante el uso de la RA.
- La valoración de los estudiantes respecto a la utilización de RA en educación y la propia experiencia desarrollada es muy positiva.

En definitiva, esta tesis doctoral trata de abordar estas hipótesis con las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué repercusión motivacional presentan los estudiantes de Educación Secundaria ante el uso de Realidad Aumentada?
2. ¿Cómo influye la utilización de Realidad Aumentada en el rendimiento académico de los estudiantes en base a sus calificaciones?
3. ¿Hay una diferencia significativa en los resultados obtenidos y la motivación mostrada en función del género?
4. ¿La experiencia previa respecto al uso de las TIC tiene influencia en la motivación de los estudiantes?
5. ¿Qué percepciones genera la utilización de Realidad Aumentada a través de marcadores gráficos en los estudiantes?

La investigación se estructura para dar respuesta a estas preguntas que combinan la inquietud de investigación de la hipótesis, como se detalla en las siguientes secciones.

1.4. Objetivos

En relación con los objetivos que se pretenden conseguir en el presente trabajo de investigación, se formula un objetivo general que orienta el estudio a partir del cual se detallan los objetivos específicos.

1.4.1 Objetivo general

<p>Evaluar el grado de motivación y rendimiento académico de estudiantes de Educación Secundaria mediante el diseño de una aplicación móvil de Realidad Aumentada que presenta contenido a través de marcadores.</p>
--

1.4.2 Objetivos específicos

Como objetivos propios de la presente investigación, se pueden resaltar los siguientes:

1. Analizar si el grado de atención, relevancia, confianza y satisfacción evaluado estaba influenciado por la utilización de RA.

2. Valorar si el uso de RA en el proceso de aprendizaje influye en el rendimiento académico de los alumnos con base a una mejora de las calificaciones.

3. Descubrir si el género presenta una diferencia significativa en la motivación y el rendimiento académico ante el uso de RA.

4. Conocer si la experiencia previa en el uso de las TIC repercute en la motivación que presentan los estudiantes ante el uso de RA.

5. Medir las percepciones que presentan los estudiantes ante el uso de la RA como herramienta de enseñanza en el aula.

1.5. Metodología y métodos de investigación

El presente estudio *La Realidad Aumentada como factor de motivación y de rendimiento académico en el alumnado de Enseñanza Secundaria* desarrolla una metodología mixta, que trata de dar respuesta a las distintas preguntas planteadas en base al análisis de datos cuantitativos, obtenidos mediante los instrumentos de análisis del rendimiento académico y la encuesta de motivación de materiales de instrucción (IMMS), y cualitativos, a través de entrevistas semi-estructuradas. Según Barroso-Osuna y Cabero-Almenara (2010) esta metodología es la más adecuada en el campo educativo y en especial en el ámbito de la Tecnología Educativa.

1.5.1 Fases de la investigación

En este caso, el desarrollo de esta investigación se basa en el modelo motivacional ARCS de Keller (1987), formado por cuatro fases que a su vez se dividen en una variedad de pasos que posibilitan la consecución de los objetivos marcados. Estas fases son las siguientes: Análisis, Diseño, Desarrollo, Piloto (implementación y evaluación), como muestra la Figura 1.

Figura 1

Fases de la investigación



Fuente: Elaboración propia

- La **fase de análisis** se centra en la revisión sistemática de la literatura existente, así como en la identificación de los instrumentos de recogida de datos. Asimismo, se eligen las materias y grupos participantes, se solicita el permiso para poder llevar a cabo la presente investigación y se analiza las distintas aplicaciones para la visualización de objetos de Realidad Aumentada.

- En la **fase de diseño** se selecciona y proyecta los contenidos, materiales y la aplicación móvil que se utiliza en la parte experimental, teniendo en cuenta que ninguna de las aplicaciones analizadas en la etapa anterior se amolda a las necesidades de la investigación. Además, se analizan y escogen los recursos tecnológicos disponibles, la temporalización y el diseño instruccional de los materiales. Por último, se diseñan los instrumentos que se utilizan en la recogida de datos, tales como los formularios, los cuestionarios de motivación de materiales instruccionales y las entrevistas semi-estructuradas.

- A partir de este momento, la metodología se vuelca en una **fase de desarrollo** donde se construyen los recursos y materiales necesarios para la implementación, así como el desarrollo de la aplicación móvil de Realidad Aumentada (ComputAR). Asimismo, se plasman las tareas y actividades que se abordan a lo largo de la experiencia educativa. Por otro lado, se crean los instrumentos escogidos para la recolección de datos, a los cuales se le calcula el alfa de Cronbach para validar su confiabilidad.

- Por último, la **fase piloto** aborda la implementación en el aula y la recogida de datos durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2022, tanto en los grupos de control como en los experimentales. En el caso del grupo experimental, este proyecto se desarrolla durante 11 sesiones, mientras que los grupos de control se necesitan 10 sesiones, ya que el proceso de instalación y manejo de la aplicación de Realidad Aumentada no era necesario. En cuanto a la recogida de datos se lleva a cabo al final de la última sesión en ambos grupos. Todos los instrumentos, salvo la entrevista, se aplican mediante formulario online. En cuanto a la evaluación, se analiza e interpreta los datos obtenidos por cada uno de los instrumentos utilizados en la investigación, con el propósito de responder a las preguntas planteadas. Asimismo, se plantean las conclusiones observadas junto con las limitaciones y trabajos futuros.

Los **métodos** aplicados son los siguientes:

- Estudio sistemático de la literatura existente y del estado del arte.

- Seguidamente, la investigación aborda el diseño de materiales, contenidos y aplicación móvil de Realidad Aumentada, utilizando un enfoque de producción ágil, basado en múltiples iteraciones progresivas, hasta obtener un diseño atractivo, fácil de manejar y utilizable.

- Trabajo de campo para análisis de motivación y rendimiento académico, incluyendo entrevistas semi-estructuradas. Este método se combina con la implementación de dos formularios cuantitativos para identificación de aspectos específicos de la investigación.

- Por último, la investigación utiliza los datos recogidos para la obtención de conclusiones sobre todo el proceso.

1.6. Estructura de la tesis

El presente trabajo está estructurado en cinco partes: 1) Introducción a la investigación, 2) Marco teórico, 3) Estado del arte, 4) Desarrollo experimental de la investigación, 5) Conclusiones, limitaciones y perspectivas. Estas divisiones incluyen los *ocho* capítulos distribuidos de la siguiente forma:

1.6.1 Introducción a la investigación

Esta parte contiene el *Capítulo 1. Introducción a la investigación*, donde se plantea y expone la problemática a solventar, para dar paso a la justificación y motivación del trabajo debidamente sustentada. Seguidamente se definen las hipótesis de partida que son abarcadas con las preguntas de investigación, así como los objetivos, tanto el objetivo general como los específicos, los cuales permiten dar respuesta a las cuestiones planteadas. Posteriormente se describen el tipo de metodología junto con las fases trazadas y los métodos de investigación. Por último, se relata la estructura que sigue este documento en base a sus partes y capítulos.

1.6.2 Marco teórico

Esta parte está formada por el *Capítulo 2. La Realidad Aumentada*, que se refiere a la elaboración del marco teórico, donde se plasma todos los temas que engloban esta investigación. En este sentido, se trabaja la Realidad Aumentada desde un punto de vista conceptual, su evolución y tipología, en base a distintos criterios como sistemas fijos y móviles, seguimiento y geolocalización, visión aumentada, etc. Asimismo, se describen

los elementos necesarios para un sistema de Realidad Aumentada tales como *hardware*, *software*, componente real y virtual y programación y su relación con el ámbito educativo, teorías, aplicaciones y retos. Además, se refleja la influencia del género en el uso de esta tecnología educativa.

Por otro lado, se incluye el *Capítulo 3. La motivación. Factor condicionante en la educación*, donde se desgana su concepto y distintas tipologías (intrínseca, extrínseca, de logro, de competencia), haciendo hincapié en la motivación académica, así como las diferentes teorías y el modelo ARCS de Keller (1987, 2010), el cual sustenta la investigación. Además, se relaciona la motivación y el rendimiento académico, y desarrollan pautas de intervención en el aula adecuadas para una implementación fructífera.

1.6.3 Estado del arte

Esta parte contiene el *Capítulo 4. Revisión Sistemática de la Literatura*, donde se aglutina una selección de publicaciones mediante una revisión sistemática de la literatura, que proporciona la fuente para un conocimiento extenso y determinado sobre las investigaciones relacionadas con esta tesis, de forma orientada.

1.6.4 Desarrollo experimental de la investigación

Esta parte está formada por el *Capítulo 5. Diseño de la investigación*, donde se describe la metodología llevada a cabo, así como las distintas fases enfocadas en la presente investigación. Además, se expone la aplicación educativa desarrollada (ComputAR), se analiza la población y muestra participante y se detallan los distintos instrumentos utilizados para la recogida de datos. Por último, se plasma el diseño instruccional junto con la organización, recursos y temporalización escogida.

Por otra parte, está el *Capítulo 6. Resultados de la investigación*, donde se analizan y plasman los datos recogidos con la prueba pre-test-post-test, los cuestionarios de motivación IMMS y las entrevistas semi-estructuradas. Esta información obtenida para los grupos experimentales y grupos control es concienzudamente comparada gracias los respectivos contrastes de hipótesis que se realizan y a la discusión de los resultados.

1.6.5 Conclusiones, limitaciones y prospectivas

Esta última parte contiene el *Capítulo 7. Conclusiones*, donde se discute la importancia de los resultados, presentando posibles deducciones sobre datos anómalos y destacando los datos más relevantes. Asimismo, se responden a las preguntas de investigación e hipótesis planteadas inicialmente en base a las respuestas obtenidas y a la consecución de los objetivos específicos y general. Por último, se recogen las limitaciones observadas en función de los alcances logrados en esta investigación y las prospectivas de futuro en referencia a las líneas de actuación que se pueden abrir gracias a la presente tesis doctoral.

Referencias

Las referencias engloban las distintas fuentes bibliográficas utilizadas y demás reseñas y relatos consultados en esta tesis doctoral en formato APA 7ª edición.

Anexos

En este apartado se presentan todos los documentos considerados de importancia, como referencia inmediata de este trabajo de investigación.

PARTE II.
MARCO TEÓRICO

Capítulo 2

LA REALIDAD AUMENTADA

Contenido del capítulo

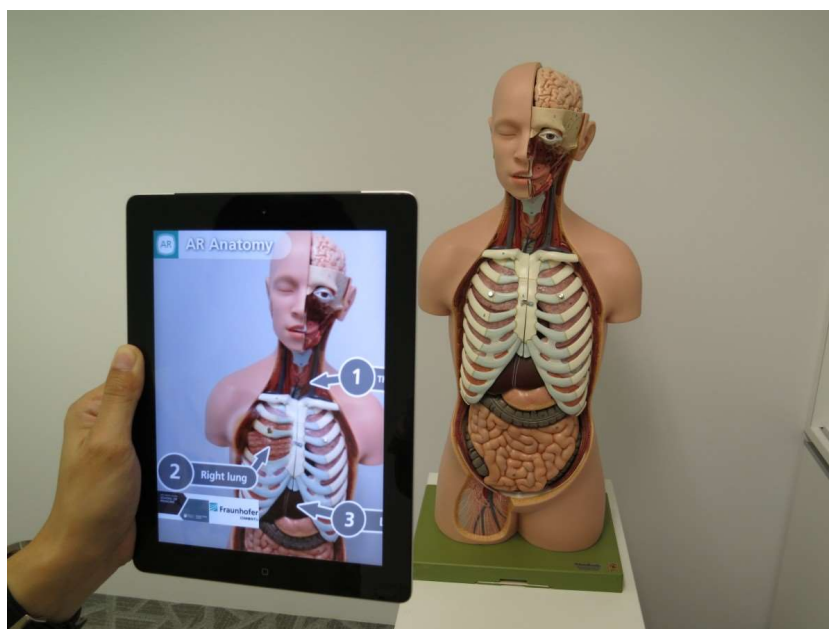
Este capítulo 2 describe los fundamentos teóricos necesarios para un adecuado planteamiento de la presente investigación. Sin embargo, las posibilidades de la Realidad Aumentada en distintos ámbitos y en particular en educación, supondría un planteamiento demasiado ambicioso dada la enorme variedad. En su lugar este marco teórico, desarrolla brevemente el concepto, características, evolución, tipologías y elementos de un sistema de Realidad Aumentada, para centrarse en las herramientas de esta tecnología basadas en el seguimiento. Asimismo, se profundiza en la aplicación de la Realidad Aumentada en el ámbito educación, destacando las teorías educativas para su incorporación, así como las posibilidades y debilidades que presenta su integración en las aulas. Por último, se aborda la influencia del género en el uso de la Realidad Aumentada.

2.1. Definición y características generales de la Realidad Aumentada

El ámbito educativo presenta un escenario cambiante, donde se predispone una renovación metodológica, que se abre camino con la utilización de distintas tecnologías (Domínguez et al., 2023; González-Zurita et al., 2023; Tlili et al., 2023). El actual contexto educativo propone una dinámica de trabajo que implementa las nuevas herramientas tecnológicas, acentúa el cambio de rol de estudiantes y docentes, y obliga a los planes de estudios a adaptarse a las nuevas necesidades del siglo XXI (Figura 2).

Figura 2

Ejemplo de aplicación mediante Realidad Aumentada



Nota. Adaptado de Realidad Aumentada Médica 3D, 2017, PxHere (<https://bit.ly/3FegKLw>). CC0 Dominio público

La considerada por muchos investigadores como la definición de Realidad Aumentada por excelencia fue enunciada por Azuma (1997) quien afirmó que la Realidad Aumentada destaca por combinar lo real y lo virtual permitiendo una interacción en tiempo real.

Aunque no hay una definición fija o estándar, la inmensa mayoría de los autores siguen esta misma línea descrita (Barroso-Osuna y Gallego-Pérez, 2016, 2017; Cabero-Almenara y Barroso-Osuna, 2016a; Cabero-Almenara y García-Jiménez, 2016; Nikimaleki y Rahimi, 2022; Sommerauer y Müller, 2014). Esta interacción otorga la posibilidad de comprender de manera mucho más fácil y sencilla el objeto real

(Estebanell-Minguell et al., 2012; De- Pedro-Carracedo y Martínez-Méndez, 2012; Kayaduman y Sağlam, 2023; Wojciechowski y Cellary, 2013) mediante audio, imágenes, vídeo, texto, url, modelos 3D y animaciones (Chen et al., 2011; De-la-Torre-Cantero et al., 2013; Ortega-Rodríguez, 2022) gracias a que añade información que se desconoce en el mundo real (Bower et al., 2013; El-Sayed et al., 2011; Masalimova et al., 2023).

Por este motivo, se puede afirmar que la implantación o proyección de imágenes virtuales en objetos del mundo real puede mejorar la realidad (Cuendet et al., 2013; Fombona-Cadavieco et al., 2012; Gaol y Prasolova-Forland, 2022; Reinoso-Peinado, 2012) gracias a la simplificación del contexto real, ya que se obtiene una mejor visualización de la realidad (Alqahtani y AlNajdi, 2023; García-González et al., 2010). Otro aspecto que destacar es la posible alteración del mundo real a través de contenidos virtuales (Carrión-Vaca, 2018; Hugues et al., 2011).

En cuanto a las características generales que presenta la Realidad Aumentada son las siguientes (Cabero-Almenara y García-Jiménez, 2016; Di-Serio et al., 2013):

- La combinación de objetos reales y virtuales en un contexto real mediante dispositivos tecnológicos.
- La interacción de la información física y digital en tiempo real
- La alteración y el enriquecimiento del contexto real.
- La información virtual puede ser audio, vídeo, imágenes, modelos 3D...)

En definitiva, las características de la Realidad Aumentada ofrecen tantas posibilidades que se aplica en multitud de ámbitos o campos: industrial, económico, social, ocio, educación, medicina, marketing (Lucas-Pincay, 2023; Olesky y Wmuk, 2016; Prendes-Espinosa 2015; Schmalstieg y Höllerer, 2016).

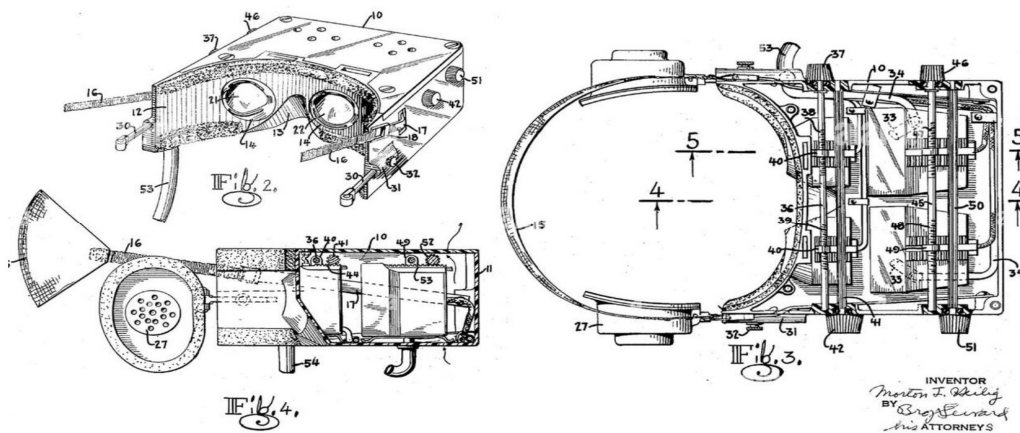
2.2. Evolución de la Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada como otras tecnologías pasadas, presentes o futuras, se introdujo mediante obras literarias o relatos escritos, donde los grandes narrativos demuestran su capacidad de imaginación ante hechos o circunstancias futuras. En este sentido, Lyman Frank Baum en 1901 escribió sobre la existencia de unos anteojos que permitían visualizar información sobre datos reales de los personajes en su obra literaria “La llave maestra” (Johnson, 2012). No obstante, no fue hasta el año 1962 cuando el

cinéasta Morton Heilig desarrolla un aparato simulador, denominado *Sensorama*, capaz de conjugar visualizaciones, sonidos, vibraciones y olores, pero sin ningún tipo de interacción (Figura 3).

Figura 3

Diseño de la máquina Sensorama

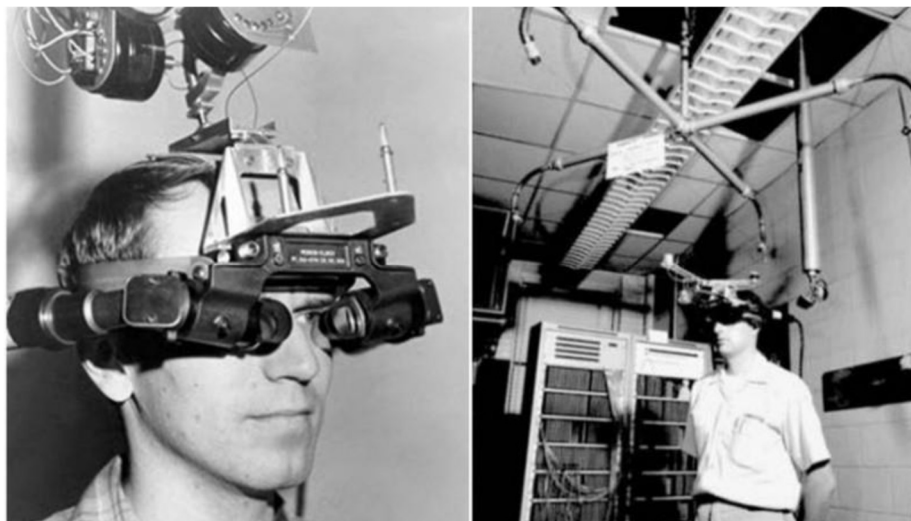


Nota. Adaptado de *Sensorama patent*, por Morton Heilig, 1960, (<https://bit.ly/3HHz3u4>)

Años más tarde, Sutherland (1968) desarrolló el primer aparato, denominado *Human Mounted Display* (HMD), que permitía visualizar imágenes en perspectiva que iban cambiando gracias a la interacción del movimiento de la cabeza (Figura 4).

Figura 4

Human Mounted Display



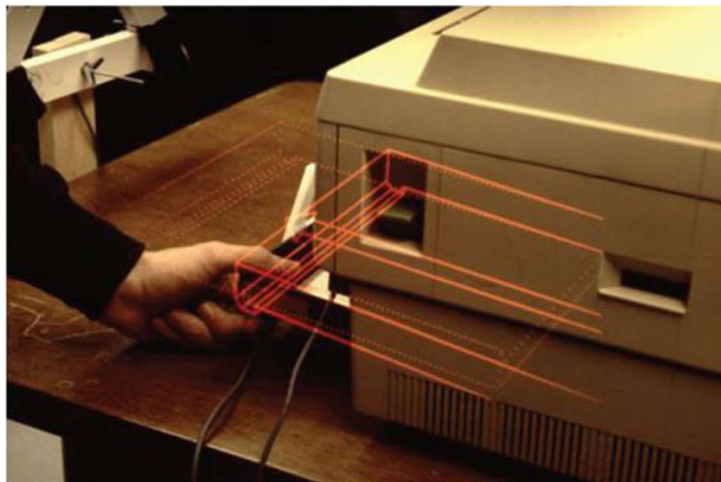
Nota. Adaptado de HMD, de Iván Sutherland, 1968, Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Utah (<https://bit.ly/3FddOPg>)

En el año 1975, el ingeniero Myron Krueger diseña el primer sistema que permitía interactuar con objetos generados por ordenador. Este aparato, denominado *Videoplace*, es considerado como el verdadero inicio de la Realidad Aumentada (Ruiz-Torres, 2013; Sherman y Craig, 2002). En la década de los 80, Steve Mann desarrolla un dispositivo donde se producen superposiciones de texto e imágenes, que denominó *Eye Tap*, y es considerado como el precursor del actual *Google Glass* (Mann, 2012).

Hasta el año 1990 no se introdujo el concepto de Realidad Aumentada, atribuido a Tom Caudell, que juntamente con David Mizell, describieron esta tecnología como aquella que otorga la posibilidad de aumentar el campo visual de las personas en base a unos datos de un espacio concreto (Azuma et al., 2001; Lee, 2012). En base a esta definición, estos ingenieros presentaron un prototipo de gafas que permitían visualizar un sistema de cableado sobre un tablero. De esta forma, se podría visibilizar un recurso digital sobre un objeto real. Ese mismo año, Steven Feiner, Blair MacIntyre y Doree Seligmann crean un sistema complejo de Realidad Aumentada, denominado Karma (Guzmán-Ortiz, 2017), que explicaba cómo se debía recargar la impresora mediante proyecciones de imágenes (Figura 5).

Figura 5

Karma. Primer sistema de Realidad Aumentada



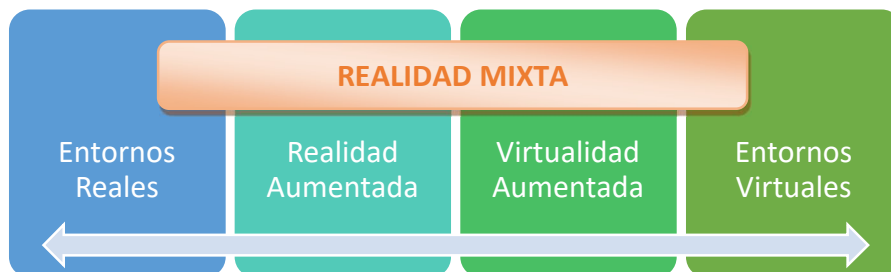
Nota. Adaptado de KARMA, de Steven Feiner, Blair MacIntyre y Doree Seligmann, 1990, Communications of the ACM (<https://bit.ly/3JVOM15>)

En el año 1994, se introduce el concepto de continuidad de la virtualidad, donde se pone de manifiesto el proceso que ocurre desde un entorno real hasta un entorno virtual, como se observa en la Figura 6. Esta clasificación se basaba en un modelo para catalogar

el tipo de información, ya sea real y/o virtual, necesaria para la producción de un producto (Milgran y Kishino, 1994).

Figura 6

Continuidad de la virtualidad

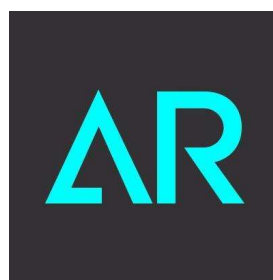


Nota. Elaborado a partir de A taxonomy of mixed reality visual displays (pp. 1321-1329), por Milgram y Kishino, 1994. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12).

En el año 1997, se desarrolló el primer sistema de Realidad Aumentada con tecnología móvil, denominado *The touring machine*, y era capaz de combinar una imagen real con imágenes 2D y 3D sobre una pantalla transparente. A partir de este momento, se desencadenó una gran variedad de aplicaciones de forma continua, estando en la mayoría de los casos relacionadas con el juego. De esta forma, en el año 1999 Hiro Kato desarrolló *ARToolKit* (Figura 7), una librería que permitía la creación de *software* capaces de superponer imágenes virtuales gracias a los patrones de reconocimiento. Sin duda alguna, la difusión de esta biblioteca bajo licencia GPL (*General Public Licence*) y multiplataforma potenció la creación de aplicaciones de Realidad Aumentada (Sherman y Craig, 2002).

Figura 7

Logotipo de ARToolKit



Nota. Adaptado de Logotipo para el proyecto *ARToolkit*, por ARToolkit, 2015, ARToolkit (<https://bit.ly/3f9YI2g>). CC BY-SA 4.0

De forma seguida, en los años 2000 y 2001, aparecieron *ARQuake* y *Archeoguide* respectivamente. El primero es un juego de Realidad Aumentada desarrollado por Bruce Thomas que detectaba la ubicación de elementos gracias a un sistema GPS con brújula digital (Figura 8). Sin embargo, tenía un sistema de visualización propio, mientras que *Archeoguide* permitía ser usado en distintos dispositivos de visualización (Cabero-Almenara y García-Jiménez, 2015; Thomas et al. 2000). Otro de los grandes hitos del año 2001, fue la creación del asistente digital personal basado en Realidad Aumentada, desarrollado por Jürgen Freund, que mostraba imágenes reales que se capturaban con la cámara del dispositivo con información virtual digitalizada (Freund et al., 2001).

Figura 8

Ejemplo del juego ARQuake



Nota. Adaptado de *The future of gaming*, de Bendik Stang, 2007, Wikimedia Commons (<https://bit.ly/33lm3vC>). CC BY-SA 3.0

Gracias al desarrollo de los dispositivos móviles, la Realidad Aumentada tuvo un gran crecimiento en los años venideros. Así, en el año 2003 Mathias Möhring desarrolla una aplicación capaz de reconocer marcas en 3D que facilitaban información real en el dispositivo móvil (Möhring et al., 2004), y Siemens obtuvo el primer premio al mejor videojuego para móviles con su aplicación de Realidad Aumentada denominada *Mozzies*. En los años 2008 y 2009, destacan el programa *Wikitude*, ya que fue la primera aplicación para móviles no lúdica, puesto que permitía obtener información mediante Realidad Aumentada, y el programa *Metaio*, una herramienta para crear aplicaciones basadas en esta tecnología (Jamali et al., 2014). En el año 2012, se presenta *Google Glass*, unas gafas comercializadas por la multinacional Google Inc. (Figura 9) y en el año 2013 Sony aplica la Realidad Aumentada en la *Play Station 4*.

Figura 9

Google Glass



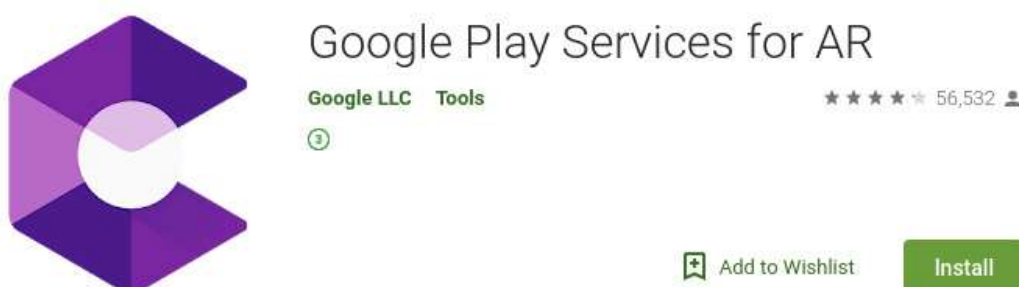
Nota. Adaptado de *Google Glass - Vista de la mini-computadora*, de Tim Reckmann, 2014, Wikimedia Commons (<https://bit.ly/3q8BrV2>). CC BY-SA 3.0

A principios del año 2015 se conocían más de 70 kits de desarrollo de *software*, y algunos de ellos utilizaban los sistemas de geolocalización y portabilidad (Davis, 2016). Asimismo, se pueden encontrar más de 500 aplicaciones que incorporan la Realidad Aumentada en su proceso informativo en los distintos ámbitos o campos (Joo-Nagata et al., 2015).

En el año 2018, Google desarrolla una plataforma que permite crear experiencias de Realidad Aumentada, denominada *ARCore*. Esta otorga la posibilidad de monitorear la posición y movimientos del dispositivo para experimentar de una forma atractiva y fácil con el entorno (Figura 10).

Figura 10

Aplicación ARCore.



Nota. Adaptado de *AR/VR Development*, de Yuri Kovelonov, 2021, Soft8Soft (<https://bit.ly/3HSTIf7>). CC BY 4.0

En la década de 2020, se conocen nuevas tecnologías como unas gafas diseñadas por la empresa Panasonic que permiten una visualización de alta definición suprimiendo el efecto malla metálica u otras gafas presentadas por Samsung. Asimismo, la compañía Lenovo apuesta por unas gafas que cuentan con una pantalla para cada ojo con una resolución 1080p, lo que permite captar los movimientos. Por último, este año 2023 se han presentado las gafas *Vuzix Blade*, que tienen enfoque automático, control de voz, altavoces integrados, micrófonos y una pantalla a color.

En definitiva, el crecimiento del potencial de los smartphones y tablets, tanto en velocidad de procesamiento como en capacidad, junto con la posibilidad de crear aplicaciones de Realidad Aumentada sin necesidad de tener grandes niveles de programación ha supuesto un constante desarrollo de herramientas que integran esta tecnología (Alcívar-Cedeño et al., 2023).

2.3. Tipos de Realidad Aumentada

Dada la gran variedad de clasificaciones que se le pueden otorgar a la Realidad Aumentada, este apartado intenta desarrollar una organización clara, precisa y concisa de los tipos de Realidad Aumentada. Para ello, se plasma una estructura que engloba las diferentes tipologías de esta tecnología, desde la más simple hasta otras más complejas (Cabero-Almenara y García-Jiménez, 2016; Schmalstieg y Höllerer, 2016; Villalustre-Martínez y Del Moral-Pérez, 2016).

2.3.1 Sistemas fijos y móviles

Una primera clasificación sería aquella que está definida por las características del *hardware* a utilizar, por lo que, se pueden distinguir dos tipos de sistemas de Realidad Aumentada: fijo y móvil. En este sentido, el sistema fijo no otorga la oportunidad de efectuar desplazamientos sobre un medio específico, ya que se muestra inflexible. En el caso contrario, se sitúa el sistema móvil que permite efectuar dichos desplazamientos (Kipper y Rampolla, 2012). Por otro lado, Fombona-Cadavieco et al. (2012) distinguen tres tipos de Realidad Aumentada: patrones de disparo de *software*, geolocalización e interacción con internet.

Otros tipos de clasificaciones se basan en distintos criterios para formular una organización de la Realidad Aumentada. Según Portalés-Ricart (2008) el entorno físico,

la localización, la movilidad de los dispositivos de registro, el número de usuarios simultáneos o el modo de colaboración establecida produce distintas clasificaciones. En este sentido, el entorno físico otorga una estructura conforme sean abiertos, cerrados o al aire libre; la localización según sean locales o ubicuos; la movilidad de los *displays* proporciona sistemas móviles o espaciales; por el número de usuarios simultáneos se puede catalogar dos clasificaciones: individuales y colaborativos y, por el modo de colaboración pueden ser presenciales o remotos.

2.3.2 Seguimiento y geolocalización

En cuanto al modo de activación del recurso, se distinguen únicamente dos tipos de Realidad Aumentada: una basada en el seguimiento, que utiliza códigos QR, marcadores, imágenes, objetos o entornos 3D, y otra basada en la geolocalización, donde no hay marcadores, pero si se consideran las coordenadas GPS, la brújula, el acelerómetro y otro tipo de sensores que permiten ubicar los recursos virtuales (Wojciechowski y Cellary, 2013). En cuanto a la Realidad Aumentada basada en el seguimiento, se describe el método de trabajo de la siguiente forma: a través de una cámara, el *software* reconoce el patrón o marcador en la realidad, este patrón proporciona información sobre su ubicación y orientación de manera que el *software* superpone el recurso virtual sobre dicho éste, lo que produce un aumento de la realidad (Cheng y Tsai, 2013). A continuación, se muestra un ejemplo de esta Realidad Aumentada basada en patrones (Figura 11). Resaltar que este tipo concreto de tecnología fue la primera en desarrollarse, por lo tanto, su uso está muy extendido.

Figura 11

Realidad Aumentada basada en el seguimiento.

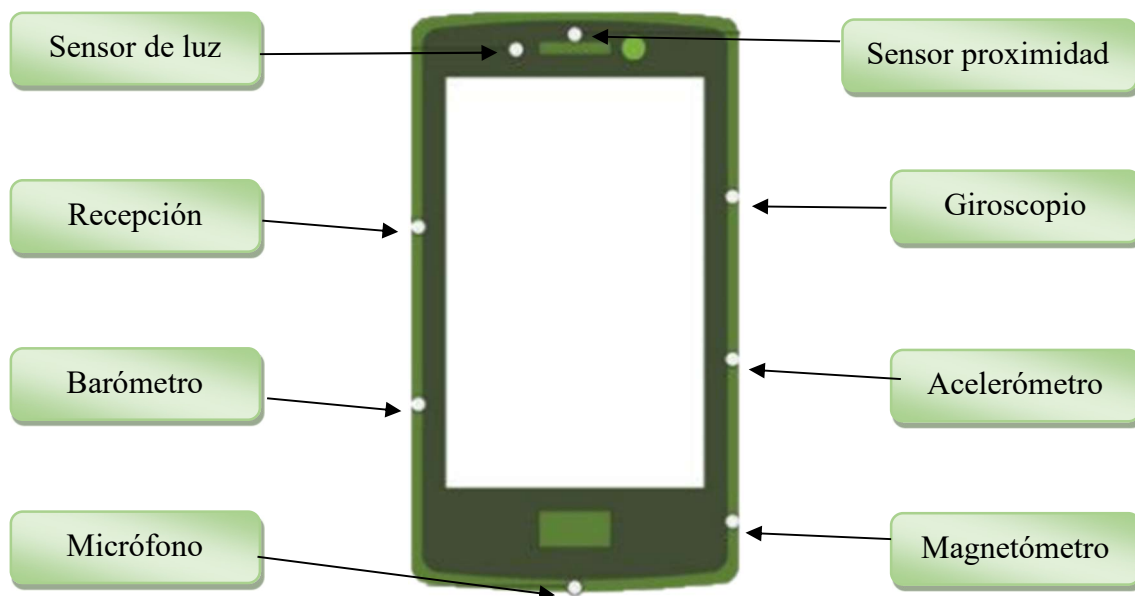


Nota. Adaptado de *Realidad Aumentada en el MPCN*, de PabloCH, 2019, Wikimedia Commons (<https://bit.ly/31EC3bm>). CC BY-SA 4.0

Respecto a la Realidad Aumentada basada en la geolocalización, hay que mencionar que ha crecido enormemente gracias al avance y desarrollo de las telecomunicaciones, en especial de los dispositivos móviles (tabletas, smartphones, ...), ya que éstos actualmente disponen de un procesador y sensores potentes para procesar la información obtenida y alinear correctamente la información virtual (Garrido y García-Alonso, 2008). Anteriormente, se necesitaban equipos específicos que aglutinasen dicha tecnología, sin embargo, en la actualidad cualquier Smartphone dispone de sensores de movimiento, acelerómetros, posicionamiento mediante GPS con una alta precisión, giroscopio, magnetómetro, tecnología 4G o 5G, ... (Figura 12).

Figura 12

Elementos de la Realidad Aumentada basada en la geolocalización

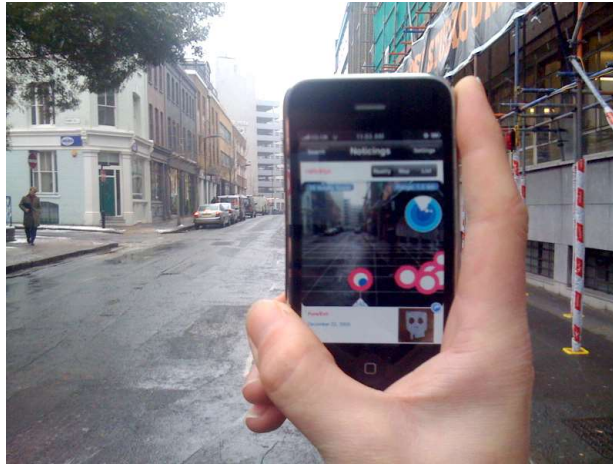


Nota. Elaborado a partir de Ocho maneras de darle usos insospechados a tu celular, por Noticias Tecnología, 2015. *BBC Mundo* (<https://bbc.in/3HM7Gzc>)

En esta ocasión, la activación del *software* no se lleva a cabo mediante un patrón o marca, sino que se obtiene mediante una posición, gracias a las coordenadas GPS que el usuario crea o introduce, y una orientación, por medio de la brújula y el acelerómetro en función de la posición del usuario. Una vez que se han ubicado ambos puntos, el usuario adquiere información extra simplemente dirigiendo la cámara hacia dicha posición. La Figura 13, muestra un ejemplo de una aplicación que utiliza la geolocalización mediante coordenadas GPS, acelerómetro y brújula.

Figura 13

Aplicación Layar basada en la geolocalización



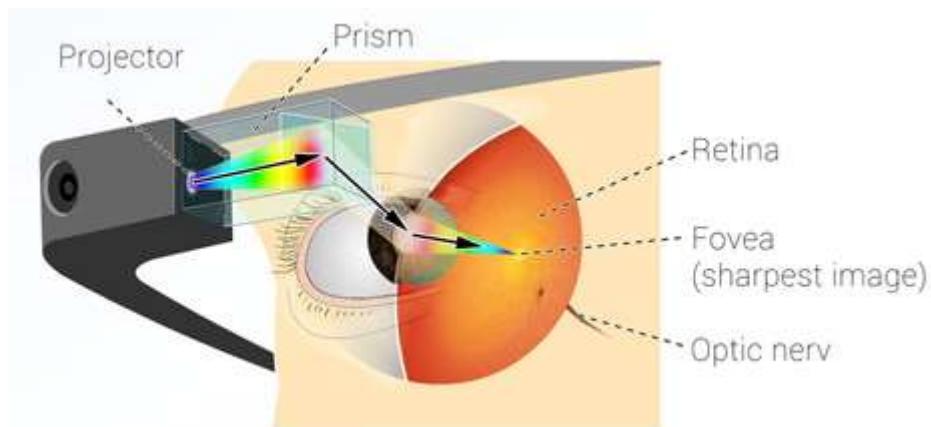
Nota. Adaptado de *Noticings Layar*, de James Bridle, 2010, Flickr (<https://bit.ly/3Gb2zZ2>). CC BY-NC-ND 2.0

2.3.3 Visión aumentada

En la actualidad, hay que destacar un nuevo tipo de Realidad Aumentada, llamada Visión Aumentada, que trabaja sin marcadores, por lo que, para transmitir la información utiliza unas gafas especiales que permiten una reproducción directa sobre los ojos (Figura 14). Estas gafas posibilitan visualizar de forma directa la realidad con la información virtual extra. De esta forma, un usuario que lleve consigo este tipo de gafas puede manipular o reparar un componente específico, que previamente se le ha señalado mediante flechas 3D, siguiendo unas instrucciones a través de etiquetas y advertencias, con la ayuda de objetos 3D que reflejen las herramientas y materiales a utilizar en cada momento (Grifantini, 2009). En esta nueva tipología de Realidad Aumentada, se incluyen las *Google Glass* (Roberson, 2013), las *Smart EyeGlass* de Sony (Lee y Nguyen, 2014), las *Microsoft Smart Glass*, las *GlassUp* o las *Lumus Glass*.

Figura 14

Funcionamiento de la Visión Aumentada basada en gafas especiales



Nota. Adaptado de *How Google Glass works*, de Martin Missfeldt, 2013, Brille Kaufen (<https://bit.ly/3n8KYt8>)

No obstante, con los avances de la nanotecnología en estos últimos años, se han desarrollado nuevos tipos de tecnologías, como las lentes de contacto, los *Smartwatch*, las *Google Nose* (introducen el olfato a la experiencia de uso de la Realidad Aumentada) y los ojos biónicos, que permitan interactuar con el cuerpo y el entorno gracias a la conexión a Internet (Farber, 2013). Aunque esta última tecnología no está aún en su fase final, si se han realizado experimentos con animales en la Universidad de Washington (Figura 15).

Figura 15

Lentes de contacto biónicas.



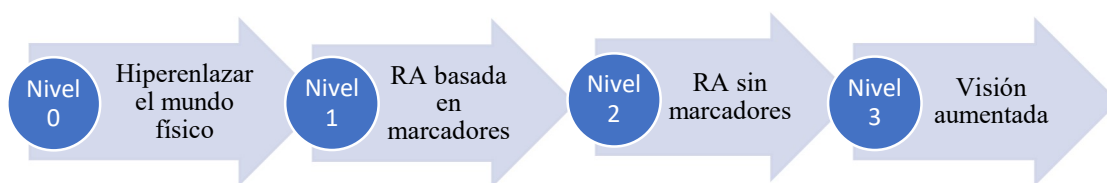
Nota. Adaptado de *Máquina ingeniero ojo*, 2016, Pixabay (<https://bit.ly/3Gg8sEf>)
CC0 Dominio público

2.3.4 Niveles de complejidad de Realidad Aumentada

Asimismo, se puede realizar otra clasificación de la Realidad aumentada en función del tipo de reconocimiento que procesa el sistema (Estebanell-Minguell et al., 2012; Lens-Fitzgerald, 2009; Reinoso-Peinado, 2012; Rice, 2009). En esta ocasión, presenta una serie de niveles de complejidad del objeto marcador o del reconocimiento, que están directamente relacionados con el *hardware* (Figura 16). En un primer momento, a mayor nivel más posibilidades tienen las aplicaciones (Prendes-Espinosa, 2015). No obstante, no todas las investigaciones comienzan en el mismo de nivel, por ejemplo, Reinoso-Peinado (2012) y Estebanell-Minguell et al. (2012) indican que en su nivel inicial se sucede la activación a través de imágenes, mientras que Lens-Fitzgerald (2009) afirma que este proceso sería su segundo nivel y Rice (2009) habla de un nivel superior al resto.

Figura 16

Niveles de complejidad de Realidad Aumentada



Nota. Elaborado a partir de Realidad Aumentada y Educación: análisis de experiencias prácticas (pp. 187-203), por Prendes-Espinosa, 2015. *Píxel-Bit*.

Revista de Medios y Educación, (46).

2.3.5 Otras clasificaciones según la interacción y los elementos

Por otro lado, se puede realizar otra clasificación en función de la interacción que se tiene con los programas de Realidad Aumentada, ya que la mayoría de las interrelaciones entre usuarios y dispositivos se llevan a cabo a través de elementos visuales. En este sentido, se describen distintos métodos para llevar a cabo actividades en Realidad Aumentada (Abásolo et al., 2011; Kipper y Rampolla, 2012). El primer apartado son las interfaces de usuario tangible, que combinan la información virtual superpuesta a la real y el uso de elementos hápticos (Bane et al. 2006). En segundo lugar, aparecen las interfaces de Realidad Aumentada colaborativa, donde se usan varias pantallas para

vislumbrar la información virtual y así poder compartir la experiencia con otros usuarios de forma remota (Regenbrecht y Wagner, 2002). A continuación, destacan las interfaces híbridas, que conjugan distintas interfaces otorgando al usuario la posibilidad de interacción con el contenido de distintas formas, ya que se busca la interoperabilidad entre los dispositivos utilizados (Looser et al., 2004). Finalmente, se encuentran las interfaces multimodales donde se combinan varios métodos de interacción con la información virtual, llegando a utilizar objetos reales (Iwarati et al., 2006).

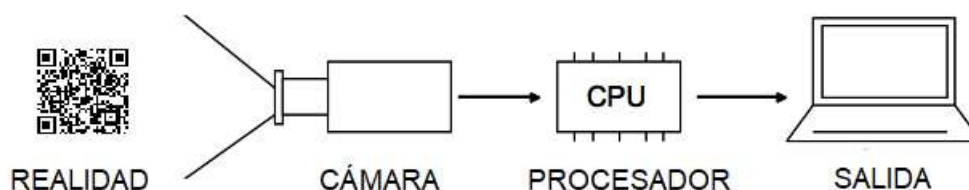
Por último, hay que destacar la clasificación otorgada por Cabero-Almenara y García-Jiménez (2015) en base al componente real, al componente virtual y a su funcionalidad. Respecto al componente físico, se distinguen las siguientes subdivisiones: códigos QR y patrones, imágenes (extendida, panorámica, rostro), un objeto o entorno 3D y un lugar localizado por GPS. En cuanto a la componente virtual, la Realidad Aumentada se estructura según esté basada en imágenes, recursos 3D, vídeo, audio y multimedia. Por último, según su funcionalidad se pueden encontrar: realidad y virtualidad documentada, realidad con percepción, asociación perceptual de la realidad y la virtualidad, asociación del comportamiento real y virtual y sustitución de la realidad por la virtualidad.

2.4. Elementos de un sistema de Realidad Aumentada

Una vez que se ha descrito los tipos de Realidad Aumentada, es importante recalcar los elementos necesarios para producir esta tecnología. En este sentido, la Fundación Telefónica (2011) establece cuatro elementos principales: el elemento capturador de las imágenes de la realidad, el elemento de situación o activador de la Realidad Aumentada, el elemento procesador (programa) y el elemento sobre el cual proyectar la mezcla de la imagen real y virtual (pantalla de ordenador, smartphone o un complejo HMD (*Head-Mounted-Displays*)). Estos elementos, tanto de *software* como de *hardware*, son necesarios para el funcionamiento de una aplicación que utilice Realidad Aumentada, por lo que, se deben relacionar entre sí para lograr la producción, visualización y consulta de datos digitales (Figura 17).

Figura 17

Funcionamiento básico de un sistema de Realidad Aumentada



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, los elementos básicos para el desarrollo de esta tecnología educativa, clasificados según el soporte físico (*hardware*) o lógico (*software*) son los siguientes (Kipper y Rampolla, 2012).

2.4.1 Hardware

En este caso, se necesita un dispositivo móvil (smartphone, tableta o gafa) o un ordenador, con una velocidad de procesamiento aceptable, ya que la captación y visualización es más efectiva en función de su potencia. Asimismo, este dispositivo coge el marcador o el posicionamiento por geolocalización y muestra la información virtual asociada de manera correcta.

Además, es necesario un elemento captador (cámara) que recoja la información del objeto real y la transmita al programa que lleva a cabo su procesamiento, unos sensores complementarios como GPS, brújula y acelerómetro y, por último, un dispositivo de visualización de datos (pantalla, monitor, proyector, ...), donde se muestre el resultado final que refleja la superposición de la información virtual en el objeto o entorno real.

2.4.2 Software

Por un lado, se necesita una aplicación o programa debidamente instalado en el dispositivo a utilizar, que sea capaz de ubicar los recursos virtuales que están asociados al objeto real a través del proceso denominado registro de imágenes. En primer lugar, este programa utiliza un elemento capturador para obtener la información del objeto real, luego interpreta los datos de entrada captados gracias al reconocimiento de objetos o sensores, tales como GPS, brújula y acelerómetro, o a la ayuda de un mapa de

coordenadas que detecta los marcadores de referencia, y para terminar procesa y posiciona correctamente la información virtual sobre la imagen del mundo real.

Por otro lado, es necesario un servidor de contenidos de Realidad Aumentada que proporcione esos recursos virtuales. Esto se puede conseguir gracias a la creación de estos por medio de servicios web o programas de desarrollo. Por supuesto, para todo el proceso se necesita conexión a Internet, ya sea mediante 4G o 5G o Wifi.

A raíz de la clasificación realizada por Cabero-Almenara y García-Jiménez (2015) sobre los tipos de Realidad Aumentada, se enumeran tres componentes claves para la producción de recursos basados en esta tecnología: el componente real, el componente virtual y la programación.

2.4.3 Componente real

El componente real es el marcador que propicia la activación del recurso de Realidad Aumentada y pueden ser varios tipos: códigos QR impresos, marcadores propios impresos, imágenes impresas, objetos reales y un lugar determinado por geolocalización.

- **Códigos QR impresos:** Según Pardo-Froján y García-Lorenzo (2011) es una derivación de matrices de códigos en 2D que albergan datos y se chequean empleando cámaras digitales (Figura 18). Diversas aplicaciones como por ejemplo *ARGeo*, aplicación utilizada en educación para promover el conocimiento de la geología a través de distintas actividades, proponen el uso de estos códigos para activarse. Asimismo, es considerada como el nivel más básico de Realidad Aumentada que realiza el hiperenlace del mundo real (Lens-Fitzgerald, 2009; Prendes-Espinosa, 2015).

Figura 18

Marcador QR

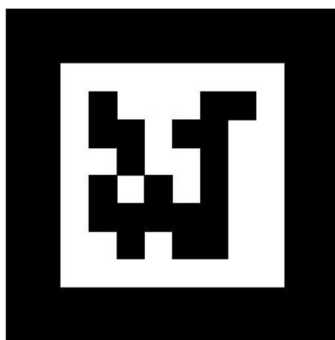


Fuente: Elaboración propia

- **Marcadores propios impresos:** Son imágenes en blanco y negro que permiten identificar de forma rápida y fácil los bordes, generalmente un cuadrado negro, y el marcador del fondo ya que se encuentra superpuesto sobre un fondo blanco (Katiyar et al., 2015). Gracias al contraste que presentan se puede calcular la distancia y el ángulo de estos al dispositivo, que se lleva a cabo mediante una cámara. Una vez realizado el proceso de captura desde un punto específico, el *software* superpone la información virtual sobre el marcador de forma adecuada, en base a su posición y orientación. Estas técnicas fueron las primeras en desarrollarse y pueden estar más elaboradas siempre y cuando se puedan capturar con la cámara (Figura 19). En contraposición con los códigos QR, estos marcadores para Realidad Aumentada no guardan información, ni direcciones Web, sino que colocan la información virtual sobre la realidad.

Figura 19

Marcador en blanco y negro



Fuente: Elaboración propia

- **Imágenes impresas:** Debido al aumento de procesamiento por parte de los dispositivos electrónicos, el reconocimiento de imágenes se ha extendido hasta ocupar la mayor parte de marcadores. Sin embargo, se debe tener en consideración que no todas las imágenes son válidas para ser usadas como marcador, ya que deben cumplir una serie de particularidades como una buena diferenciación de colores, unos bordes definidos y evitar sombras (Figura 20). Según López-Pombo (2010) la imagen debe pasar un proceso de eliminación de las imperfecciones, una vez que ha sido debidamente capturada, para posteriormente ser segmentada en busca de información destacada. Luego, se lleva a cabo la representación y descripción mediante un escaneo que busca textura o contornos, para finalizar con el reconocimiento de la escena gracias a la lógica difusa.

Figura 20

Carta de baraja española (imagen 2D)



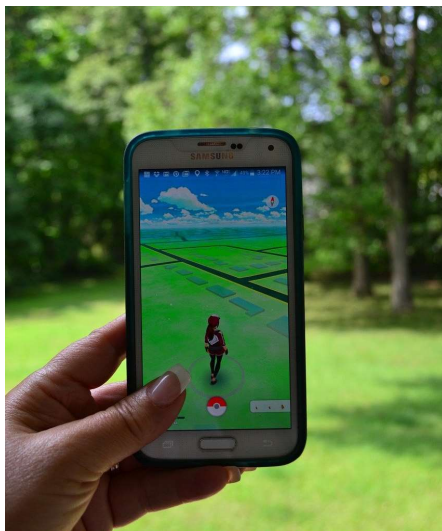
Fuente: Elaboración propia

- **Objetos reales:** Los elementos 3D o reproducciones en 3D deben cumplir una serie de características para que el proceso de reconocimiento de objetos se lleve a cabo de una forma correcta es necesario representarlos con características que lo puedan identificar (Canal-Ku, 2013). Dentro de estas consideraciones no deben cambiar de color, forma, posición o iluminación. Actualmente, hay aplicaciones capaces de reconocer objetos completos, como por ejemplo piezas mecánicas.

- **Lugar determinado por geolocalización:** Gracias a los sensores de los dispositivos electrónicos móviles, se puede utilizar un punto del mundo real para visualizar un objeto de Realidad Aumentada. En este sentido, las coordenadas GPS junto con la movilidad activan la visualización del objeto virtual. Un ejemplo claro de este tipo de tecnología basada en la geolocalización fue el videojuego Pokémon GO, desarrollado por la compañía Niantic, Inc. (Figura 21)

Figura 21

Videojuego Pokémon GO



Nota. Adaptado de *Computador/Comunicación*, 2016, Pixabay (<https://bit.ly/3H1mf1K>). CC0 Dominio público

2.4.4 Componente virtual

Los componentes virtuales que se pueden implementar en el desarrollo de la Realidad Aumentada deben ceñirse a unas características y criterios técnicos aptos para un correcto funcionamiento. En este sentido, se pueden utilizar imágenes en distintos formatos para mostrar una información extra, así como imágenes panorámicas que permiten una visualización de lugares reales o irreales. Asimismo, se pueden usar recursos 3D, tanto estáticos como dinámicos, mediante el escaneo de un objeto real, la creación de recursos artificiales por medio de aplicaciones y la integración de secuencias en 3D. Además, se pueden incorporar vídeos que presentan un formato específico para cada *software*, siendo los más utilizados .mp4 y .3g2. Por último, la integración de archivos de audio dentro de los recursos de Realidad Aumentada supone una gran oportunidad para trabajar esta tecnología educativa (Gallego-Pérez, 2018; Turhan et al., 2022).

Es importante recalcar, que los distintos *softwares* que permiten la creación de recursos de Realidad Aumentada suelen presentar un formato determinado, por lo que, es fundamental, estudiar este condicionante a la hora de diseñar un recurso 3D para su inclusión en la aplicación a utilizar.

2.4.5 Programación

Este último apartado se combina y relaciona el componente real y el virtual gracias a diversas aplicaciones gratuitas y de pago, implementadas mediante las plataformas web o programas descargables, donde se utiliza multitud de recursos (Tabla 1). Asimismo, dichas aplicaciones pueden estar desarrolladas, lo que se conoce como herramientas visuales o ser desarrolladas mediante programación (Ustun et al., 2022). En el caso de las aplicaciones de *software* visual, suelen ser fáciles de manejar ya que no se requieren conocimientos de programación, sin embargo, están más limitadas. Por el contrario, las herramientas que requieren programación muestran una gran complejidad a la hora de crear los recursos, puesto que es necesario conocer ciertos lenguajes de programación como JAVA, C++, Python, ...). No obstante, estas aplicaciones permiten desarrollar objetos más complejos ya que no presentan ningún tipo de limitación salvo los propios conocimientos de programación (Vincenzi, 2019).

Tabla 1

Ejemplos de aplicaciones o software de Realidad Aumentada

Aplicaciones móviles	Programas de Ordenador	Plataformas Web
Alphabet		
Anatomy 4D		
AnimalCam		
Arloon Anatomy	Augment SDK	ARCrowd
AR DinoPark	Aumentaty Autor	Augment
AR Durolane	Blippar AR SDK	Bakia
AR Flashcard Space	BuildRA	Blippar
AR Kids	Metaio Creator	HP Reveal
AR iSkull	Unity 3D	Layar Creator
AR Showcase	Vuforia SDK	Learn AR
Augment	Zappar SDK	VisuAR
Aumentaty Viewer		ZapWorks
Aurasma Studio		
Barcy		
Chromville		

Compass		
Elements 4D		
FaceYou		
Goggles		
HP Reveal		
Layar		
Mapa estelar 3D		
Quiver		
Sky Map		
Taggar		
The Brain		
Wikitude		
Zookazam		

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se pueden catalogar las aplicaciones de Realidad Aumentada en base al seguimiento o a la geolocalización. En este sentido, se detallan algunas de las más relevantes, teniendo en cuenta la licencia que disponen (Tabla 2).

Tabla 2

Herramientas de RA que emplean seguimiento o geolocalización

Herramienta	Seguimiento / Geolocalización	Licencia
Argon	Seguimiento	Licencia Comercial
ARToolkit	Seguimiento	Código Abierto
AR-Media Google	Seguimiento	Código Abierto
SketchUP	Seguimiento	Licencia Comercial
Aumentaty Author	Seguimiento	Licencia Comercial
Aurasma	Seguimiento	Licencia Comercial
Augment	Seguimiento	Licencia Comercial
BuildAR	Seguimiento	Licencia Comercial
D'Fusion Studio	Seguimiento	Licencia Comercial
LinceoVR	Seguimiento	Licencia Comercial
Metaio SDK	Seguimiento	Licencia No Comercial
VYZAR	Geolocalización	Licencia Comercial

Google Goggles	Geolocalización	Código Abierto
Junaio	Geolocalización	Código Abierto
Layar	Geolocalización	Código Abierto
Mixare	Geolocalización	Código Abierto
Wikitude		

Fuente: Elaboración propia

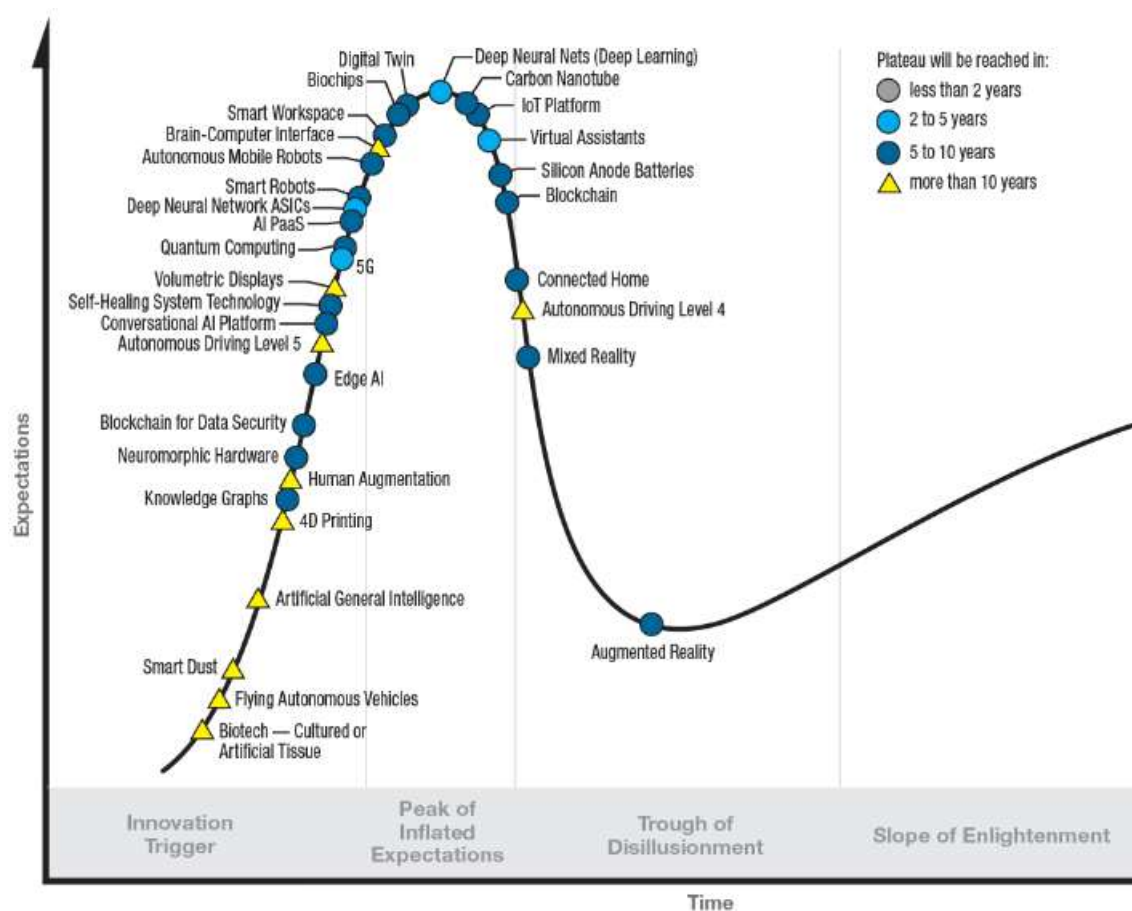
2.5. La Realidad Aumentada en el ámbito educativo

Las herramientas digitales se han afianzado hoy en día como un instrumento de gran notoriedad en la sociedad actual, y por consiguiente en el ámbito de la educación, donde producen actitudes positivas hacia ellas (Banza-Estêvão, 2017; Burchner et al., 2022; Lagunes-Domínguez et al., 2017; Seifert et al., 2019). La incorporación de nuevas herramientas en el ámbito educativo suponía una gran oportunidad para la Realidad Aumentada a corto plazo, como reflejaron los diferentes Informes *Horizon* (Durall et al., 2012; García-González et al., 2010; Johnson et al., 2010; 2011; 2013a). Sin embargo, su uso generalizado se produjo en otros campos como el entretenimiento, el turismo y la publicidad, dejando en el aire la introducción plena de esta tecnología en la educación. De esta forma, Johnson et al. (2016) seguían definiendo a la Realidad Aumentada como una herramienta emergente en un plazo de dos a tres años.

Por otro lado, Cearley (2016) confirma lo citado en el Informe *Hype Cycle* de ese mismo año, donde se refleja el gran impacto que tendrá la Realidad Aumentada en la educación en los próximos años. En la misma línea, proyectos como los *EduTrends* (Tecnológico de Monterrey, 2016) o los informes desarrollados por la *Open University* (Ferguson et al. 2017) indican grandes posibilidades de implantación en el ámbito educativo. La Figura 22 muestra como la Realidad Aumentada está en un periodo de consolidación y estabilización de la productividad, donde prospera la creación de aplicaciones y *software* basadas en esta tecnología (Gómez-García et al., 2020).

Figura 22

Hype Cycle de Gartner para tecnologías emergentes 2018



Nota. Adaptado de Hype Cycle de Gartner para tecnologías emergentes, 2018, Gartner (<https://www.gartner.com>).

Estas tendencias han sido plenamente contrastadas en el último informe *Horizon* (Mendoza-Hernández y Quintero-López, 2022), puesto que la Realidad Aumentada es una tecnología actualmente que está muy implantada e integrada en la educación superior (Goundar y Kumar, 2022), y particularmente en los centros educativos (Lorenzo-Lledó et al., 2022). Asimismo, el avance en la tecnología 5G ha permitido una evolución de la conectividad de los dispositivos que ha sido aprovechado por la Realidad Aumentada para múltiples usos (Martínez, 2022).

2.5.1 Teorías educativas para su incorporación

La Realidad Aumentada en educación permite la adquisición de competencias gracias a la visualización y manipulación virtual de la información, así como el desarrollo de habilidades mediante la creación de objetos de aprendizaje. Sin embargo, esta

tecnología carece de sentido, puesto que no mejora por si sola el proceso de enseñanza y aprendizaje, sino se integra en una metodología adecuada que se apoye en diversos marcos teóricos (Hadi et al., 2022; Sánchez-Bolado, 2017). En este caso, las teorías pedagógicas en las que se basa esta tecnología son la teoría del Aprendizaje Situado y la teoría del Aprendizaje Constructivista.

La teoría del Aprendizaje Situado de Lave y Wenger (1991), señala la relación existente entre el estudiante y el contexto, basado en una situación práctica. Esta teoría basa su proceso de aprendizaje en la satisfacción, el contexto, la comunidad y la participación. En base a la utilización de Realidad Aumentada, la satisfacción de los estudiantes se refleja cuando estos aplican los conocimientos adquiridos a través de la interacción de la información, el contexto ofrece la posibilidad de incorporar contenido en 3D proporcionando actividades innovadoras, la comunidad tiene que ver con la capacidad de trasladar el aprendizaje adquirido con la Realidad Aumentada a otras situaciones similares e incluso más complicadas y la participación activa de los estudiantes es una de las principales características que proporciona esta tecnología (Millapi y Tardon, 2015; Fernández-Robles y Martínez-Pérez, 2023).

La teoría del Aprendizaje Constructivista indica que la construcción del aprendizaje por parte del alumno se debe basar en experiencias previas, para ello es necesario que este se involucre de forma activa en las tareas, que generalmente son problemas reales (Sánchez-Cortés et al., 2005). De esta teoría se basa el denominado aprendizaje por descubrimiento, donde el estudiante alcanza sus destrezas y habilidades por sí mismo, de modo que los conocimientos adquiridos son mediante la resolución de problemas (Leiva-Olivencia y Moreno-Martínez, 2015). En este sentido, la Realidad Aumentada potencia el aprendizaje por descubrimiento, puesto que se consigue la interacción de los estudiantes con el entorno, otorgándoles la posibilidad de conseguir un conocimiento más profundo de la realidad y produciendo nuevas experiencias de aprendizaje. Una aplicación son los libros de Realidad Aumentada que proporcionan la oportunidad de interactuar con objetos virtuales, que serían imposibles de manipular en la realidad (Hurtado-Mazeyra et al., 2023).

Otras metodologías que se apoyan en la teoría constructivista son el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en la gamificación, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje centrado en el diseño. No obstante, sea cual sea la

metodología implantada debe tener en cuenta las características del alumno y su contexto educativo. Aunque es necesario que dichas metodologías sean innovadoras y potenciadoras del aprendizaje autónomo, de las competencias y de la creatividad (Cebrián-Cifuentes et al., 2015; Peña-Acuña, 2023). Por este motivo, dicho aprendizaje debe ser activo y basarse en la teoría del aprendizaje situado o constructivista (Cabero-Almenara y Marín-Díaz, 2018).

En referencia al aprendizaje basado en la gamificación, autores como Fiestas-Mejía y Founes-Mendez (2023) y Gallego-Pérez (2018) resaltan el alcance que consigue la Realidad Aumentada, puesto que repercute directamente en la motivación y el rendimiento de los estudiantes. Asimismo, destacan el uso de juegos virtuales en la enseñanza por las grandes ventajas que proporciona a los estudiantes (Lampropoulos, 2022). Otras posibilidades son los juegos de roles o debates grupales donde se puede poner en práctica los conocimientos adquiridos y fomentar experiencias aplicables en un futuro (Ho et al., 2013; Suárez-Caballero, 2023). Por último, se debe destacar las *gymkanas*, donde se usan distintos recursos de la Realidad Aumentada como los marcadores gráficos o la geolocalización (Reinoso-Peinado, 2016). Todo este tipo de juegos suponen un crecimiento elevado de la motivación y participación de los estudiantes, puesto que potencian la comprensión de conceptos de forma atractiva, la capacidad crítica y el aprendizaje colaborativo (Barcia-Delgado y Cobeña-Macias, 2023; Fernández-Robles, 2017).

En cuanto al aprendizaje basado en problemas, Arici y Yilmaz (2022) y Johnson et al. (2013b) indican la importancia de usar juegos de Realidad Aumentada que produzcan la solución de problemas, ya que ayudan a la comprensión de la realidad, lo que se traduce en una mayor participación de los estudiantes. Según estos autores estos escenarios basados en juegos potencian la capacidad crítica y la resolución de problemas.

De manera similar, el aprendizaje basado en el diseño puede utilizar la Realidad Aumentada para contribuir a la adquisición de conocimientos con el propósito de realizar o generar un producto, lo que conlleva la consolidación de habilidades tecnológicas (Barroso-Osuna y Gallego-Pérez, 2017).

Por último, el aprendizaje colaborativo adquiere una importancia vital en la adquisición de las competencias cognitivas (Álvarez-Sánchez et al., 2017; Cárdenas-Cordero et al., 2023; Cozar-Gutiérrez y Sáez-López, 2017). De esta forma, la utilización

de Realidad Aumentada en entornos colaborativos mejora el aprendizaje social de los estudiantes, aspecto vital en el proceso de enseñanza (Vygotsky, 1978).

En suma, la utilización de la Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza supone un punto a favor en el aprendizaje de los estudiantes, siempre y cuando, se englobe dentro de una metodología activa como las mencionadas. Dichos métodos apoyados en los distintos medios tecnológicos de Realidad Aumentada proporcionan en los estudiantes las competencias y habilidades necesarias para la comprensión y adquisición de conocimientos de manera participativa, activa y colaborativa (Hernandez, 2017; López-Chica et al., 2023).

2.5.2 Posibilidades y aplicaciones

En cuanto a las aportaciones que realizadas por la Realidad Aumentada al ámbito educativo destacan la gran cantidad de aplicaciones desarrolladas para trabajar esta tecnología educativa en el aula en las distintas materias (Trejo-González, 2023). Sin embargo, el uso de esta tecnología educativa aún está muy restringido por la falta de formación de los docentes, ya que los profesores que deseen integrar la Realidad Aumentada en sus aulas deben adquirir los conocimientos de forma autodidacta, en horario no lectivo y en muchas ocasiones sin los recursos adecuados (González-Segredo y Hernández-Cabrera, 2022).

Por otro lado, dicha tecnología presenta una serie de características fundamentales para el nuevo paradigma educativo, ya que proporciona interacción con los recursos, visualización de la información o creación de escenarios que potencian la comprensión de conceptos, lo que repercute en el proceso de aprendizaje (Aguilar-Acevedo et al., 2022). Otra característica que otorga la Realidad Aumentada es la opción de aplicar metodologías activas, donde el docente ejerce el rol de guía y los estudiantes pasan a tener un papel activo, siendo parte responsable de su propio aprendizaje (Soriano-Sánchez y Jiménez-Vázquez, 2023). Además, el alumno se impone su propio ritmo, lo que le facilita el proceso de comprensión y adquisición de conocimientos. Todo eso, proporciona un aprendizaje autónomo, donde el estudiante suele mostrar más interés que con las metodologías tradicionales (Amores-Valencia, 2020).

Según Cabero-Almenara y Barroso-Osuna (2016b) la relevancia de la Realidad Aumentada en el futuro será muy importante, puesto que combina en el mismo instante y

lugar la realidad con la virtualidad. En este sentido, Castro-Marcos (2022) señala que esta tecnología educativa otorga la posibilidad de crear escenarios de aprendizaje que serían imposibles de desarrollar en el mundo real. Según este autor estos escenarios más atractivos potencian el interés y motivación del alumno, aspecto que sin duda repercute en el rendimiento académico de este.

De esta manera, multitud de investigaciones resaltan la repercusión que tiene la Realidad Aumentada en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Fonseca-Escudero et al., 2016; Gómez-Ríos et al., 2023; Marín-Díaz, 2016; Sánchez-Bolado, 2017). Además, algunos trabajos científicos están relacionados con juegos, aplicaciones y libros ilustrados, que utilizan la Realidad Aumentada para mostrar nuevas formas de aprendizaje, incorporando animaciones de imágenes y videos a la ilustración de los textos (Álvarez-Marín et al., 2020; De-Paiva-Guimarães y Farinazzo-Martins, 2014; Lin et al., 2017).

Otras aplicaciones de la Realidad Aumentada se centran en el ámbito profesional, ya que se pueden crear e implementar escenarios virtuales que no supongan un peligro o daño físico para las personas. Así, se puede llevar a cabo una formación segura y a la vez adecuada, donde se experimenta en situaciones virtuales las habilidades del estudiante (Akçayır et al., 2016). Esta característica otorga a las empresas una gran posibilidad para formar a sus empleados, garantizando la salud de estos (Carlton, 2017). Asimismo, con el auge de la formación e-learning, la Realidad Aumentada ha permitido trabajar contenidos prácticos posibilitando la adquisición de conocimientos que sólo hubiese sido posible en la formación presencial (Reinoso-Peinado, 2016; Ventoulis y Xinogalos, 2023).

A modo conclusión, Cabero-Almenara y Marín-Díaz (2018) indican una serie de posibilidades educativas de la Realidad Aumentada:

- Mejora los contenidos reales facilitando su comprensión.
- Desarrolla ambientes de formación multimedia.
- Favorece el aprendizaje online.
- Elimina información no relevante que obstaculiza la adquisición de conocimientos.
- Crea escenarios de aprendizaje seguros.

- Ayuda al aprendizaje activo y productivo de recursos de Realidad Aumentada.
- Incorpora información extra a modo de ilustraciones, vídeos o audios
- Diseña simuladores más atractivos para el aprendizaje.
- Facilita la visualización de contenidos desde varias perspectivas.
- Potencia el uso de estrategias o metodologías activas.

Por último, la multitud de investigaciones analizadas sobre el uso de Realidad Aumentada en educación se han centrado básicamente en estudiantes universitarios (Barroso-Osuna et al., 2018; Fernández-Robles, 2017; Gómez-García et al., 2020; Marín-Díaz et al., 2018) y en estudiantes de Educación Primaria (Kirikkaya y Başgül, 2019; Lai et al., 2019; López-Belmonte et al., 2019; Toledo-Morales y Sánchez-García, 2017; Wang, 2017). Por este motivo, esta tesis doctoral se centra en el abanico de estudiantes que cursan la Educación Secundaria, con el objetivo de incorporar información valiosa y contrastada que ayude a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta etapa.

2.5.3 Retos y debilidades

Dada la multitud de posibilidades y aplicaciones que otorga la Realidad Aumentada en el ámbito educativo, es necesario mencionar algunos retos y debilidades que deben superarse y mejorarse para llevar a cabo una implementación adecuada.

En este sentido, destaca el reducido número de investigaciones que se centren en el uso didáctico (Lorenzo-Lledó et al., 2022), la poca o nula formación que presenta el profesorado sobre las TIC, en particular sobre la Realidad Aumentada (González-Segredo y Hernández-Cabrera, 2022), la insuficiencia de experiencias innovadoras y motivadoras (Castro-Marcos, 2022), la falta de recursos y objetos de aprendizaje de Realidad Aumentada en determinadas materias (Aguilar-Acevedo et al., 2022), la escasez de fundamentación de modelos teóricos para su incorporación (Cabero-Almenara et al., 2019a) y la complicada situación laboral a la que se enfrentan los docentes debido al poco apoyo logístico que obtienen de sus centros educativos (Fernández-Robles, 2017).

A continuación, se agrupan las debilidades que presenta la Realidad Aumentada en el ámbito educativo desde varias perspectivas distintas: el sistema educativo, los centros escolares, los profesores y los alumnos. En referencia al sistema educativo o mejor dicho en base al currículo, este no está diseñado para trabajar con objetos de aprendizaje

de Realidad Aumentada o en su defecto complica mucho la integración de esta tecnología de forma adecuada (Arici et al., 2021; Cabero-Almenara et al., 2017).

Aunque no son muchos los libros o aplicaciones didácticas que incorporan la Realidad Aumentada, es obvio que su comprensión y aplicación por parte del profesorado requiere un esfuerzo extra (Gallego-Pérez, 2018; Koutromanos y Jimoyiannis, 2022). Esto hecho afecta directamente al comportamiento y conducta de los profesores, puesto que les obliga a una autoformación tecnológica, traducida en un aumento elevado de horas de trabajo. Esta formación sin apoyo logístico y laboral por parte de los centros escolares y el sistema educativo trae consigo estrés, ansiedad, para dar paso a la desidia y el pasotismo tecnológico (Amores-Valencia y De-Casas-Moreno, 2019; Liang et al., 2023).

Por otro lado, los centros educativos presentan una serie de limitaciones que hacen que la integración de la Realidad Aumentada sea muy complicada, incluso una utopía. De tal forma, que se requiere una fuerte inversión para obtener los dispositivos tecnológicos necesarios (ordenadores, gafas 3D, tablets, etc.) y un sistema de redes de conexión que proporcionen Internet de calidad (Cabero-Almenara et al., 2019b). Sin embargo, esta necesidad monetaria por parte de los centros educativos supone acrecentar una brecha digital entre los estudiantes que tienen acceso a instituciones donde se ha podido adquirir dichos recursos y los que desgraciadamente no han podido conseguirlos. Así, los estudiantes que usan a diario esta tecnología educativa muestran unos niveles de motivación e interés mucho más elevados, lo que se traduce en unos mejores resultados académicos (Quintero et al., 2019). Además, la mayoría de los estudiantes que no trabajan con esta tecnología educativa en sus aulas muestran una falta de experiencia de interacción brutal, ya que desconocen en la mayoría de los casos su implementación (Wang, 2017). Por último, es necesario tener un pensamiento crítico sobre el uso de la Realidad Aumentada (Sat et al., 2023).

En conclusión, Cabero-Almenara y Marín-Díaz (2018) y Baabdullah et al. (2022) señalan varias dificultades para la incorporación de la Realidad Aumentada en la educación, tales como la escasez de investigaciones, el poco conocimiento y la falta de formación por parte del profesorado y por consiguiente del alumnado, la insuficiencia de modelos teóricos consolidados que apoyen su integración y la rapidez de su evolución. Estas adversidades deben ser abordadas para una adecuada y correcta integración de la

Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que puede ocasionar distracciones en el aula, contrarrestando sus ventajas y aplicaciones.

2.5.4 Influencia del género en el uso de Realidad Aumentada

La integración de la Realidad Aumentada en el ámbito educativo es un hecho constatado en las múltiples investigaciones anteriormente desarrolladas, por lo que, es fundamental conocer la influencia del género de los estudiantes en los resultados que se obtienen cuando se utiliza esta tecnología educativa (Abad-Segura et al., 2020; Álvarez-Marín et al., 2020; Cheng y Bololia, 2023). En este sentido, hay multitud de investigaciones que tratan de averiguar la repercusión que muestra el género de acuerdo con la motivación e interés, la aceptación de la utilización de Realidad Aumentada como herramienta educativa y la adquisición de conocimientos o rendimiento (Elfeky y Elbyaly, 2023; López-García et al., 2019; Hsu, 2019). Por este motivo, este apartado tiene por objetivo describir los resultados y conclusiones que han descrito las distintas investigaciones sobre la influencia que muestra el género de los estudiantes en la motivación, en la aceptación y uso de objetos de aprendizaje y en la adquisición de conocimientos, ante el uso de la Realidad Aumentada en las distintas etapas educativas.

En cuanto a la motivación que presentan los estudiantes en relación con su género, las distintas investigaciones desarrolladas por Buchner (2021) y Hanafi et al., (2017) han afirmado que el comportamiento que presentan los alumnos es distinto al que presentan las alumnas y, por tanto, se aprecia una diferencia significativa en la motivación antes el uso de la Realidad Aumentada. No obstante, otros autores indican que la diferencia mostrada es inapreciable para ser tomada en cuenta (Bursztyn et al., 2017; López-Belmonte et al. 2019).

Respecto a la aceptación y uso de objetos de aprendizaje de Realidad Aumentada, los autores Bursztyn et al. (2020) y Wang et al. (2017) afirman que no se observa una diferencia significativa entre alumnos y alumnas. Dichas investigaciones reflejan que factores como el disfrute percibido, la utilidad percibida y facilidad de uso percibida muestran valores prácticamente idénticos en hombres y mujeres. Si bien es cierto, que no se puede hablar de la no existencia absoluta de disparidad de género, puesto que algunas investigaciones han remarcado que dicha diferencia existe, haciendo hincapié en la distinción real y palpable de la percepción que presentan los estudiantes en el uso de Realidad Aumentada en función de su género (Dirin et al., 2019; Park et al., 2019). Este

hecho, indica que la brecha digital entre géneros sigue existiendo, aunque afortunadamente con el paso de los años se está viendo reducida (Cabero-Almenara et al., 2019b). Gracias al esfuerzo de los centros educativos por equiparar de forma idéntica a todos los estudiantes la competencia digital de estos no se encuentra relacionada con el género (Hohlfeld et al., 2013).

Por otro lado, Del-Rio-Guerra et al. (2019) y Gómez-Tone et al. (2020) afirman que los alumnos y alumnas muestran los mismos resultados cuando se aplica la Realidad Aumentada en las aulas. Esto quiere decir, que el rendimiento académico de los estudiantes es invariante en base al género de estos. Esta información es realmente valiosa puesto que otorga a los docentes la posibilidad de implementar esta tecnología educativa sin la necesidad de tener en cuenta esta característica. No obstante, siempre se debe tener conciencia de la disparidad que hay en cada una de las aulas, puesto que en ocasiones se puede encontrar una diferenciación entre alumnos y alumnas en adquisición de conocimientos (Chen et al., 2021).

En suma, es vital conocer la relevancia del género a la hora de implementar la tecnología educativa de la Realidad Aumentada en cualquiera de las etapas educativas. Asimismo, sería interesante plantear y plasmar estas mismas cuestiones para cada una de las etapas educativas de forma independiente. De esa forma, se podría valorar con mayor exactitud si las etapas evolutivas del ser humano influyen a su vez en la diferencia entre géneros en relación con la motivación, aceptación y rendimiento que presentan los estudiantes a la hora de trabajar con Realidad Aumentada (Amores-Valencia et al., 2021).

2.6. Resumen

En el presente capítulo se ha realizado una síntesis de la Realidad Aumentada, sus características, evolución y tipos, tanto en las dimensiones tecnológicas como educativas. En una primera parte, se ha identificado la Realidad Aumentada como una tecnología muy potente que ofrece posibilidades en multitud de campos (Manuri y Sarma, 2016; Marín-Díaz, 2016). Posteriormente se ha plasmado su evolución durante los últimos 50 años de desarrollo, destacando su auge reciente gracias al crecimiento del potencial de los smartphones y tablets, y a la posibilidad de crear aplicaciones de Realidad Aumentada sin necesidad de tener grandes niveles de programación.

Seguidamente se ha descrito los tipos de Realidad Aumentada en función de sus características, tales como sistemas fijos y móviles, sistemas de seguimiento y geolocalización, visión aumentada, niveles de complejidad y otras clasificaciones según la interacción. Asimismo, se ha particularizado en el sistema de seguimiento, ya que es el utilizado en la presente investigación, resaltando los elementos necesarios de un sistema de Realidad Aumentada. En este apartado, se ha profundizado en el *hardware*, el *software*, el componente real y virtual y la programación.

A continuación, se presenta la Realidad Aumentada desde el ámbito educativo, contextualizando las teorías educativas utilizadas para su incorporación en el proceso de enseñanza, como la teoría del aprendizaje situado y la teoría del aprendizaje constructivista. Asimismo, se destacan otras metodologías activas que se apoyan en dichas teorías.

Finalmente, se exponen las aplicaciones que ofrece esta tecnología en el contexto educativo en sus distintas etapas, así como sus debilidades y limitaciones. Este hecho permite evaluar las posibilidades de la Realidad Aumentada de cara a la propuesta de investigación. Además, se aborda la influencia que tiene el género en el uso de esta tecnología educativa, puesto que es uno de los objetivos marcados en el presente trabajo.

Capítulo 3

LA MOTIVACIÓN. FACTOR CONDICIONANTE EN EDUCACIÓN

Contenido del capítulo

Este capítulo 3 es el preámbulo del estudio detallado del estado del arte de la repercusión que genera el uso de la Realidad Aumentada en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes. Por tanto, se presenta el concepto de motivación como factor condicionante en la educación junto con sus tipologías y teorías motivacionales desde un punto de vista educativo. En el siguiente epígrafe se desarrolla el modelo ARCS de Keller (1987, 2010) que se utiliza a lo largo del proceso de investigación, detallando la sustentación teórica, su descripción y estrategias motivacionales. Posteriormente, se define el concepto de rendimiento académico junto con sus factores condicionantes, haciendo hincapié en la relación entre la motivación y el propio rendimiento académico. Por último, se hace un breve análisis de la influencia del género en estos factores, pues se trata de uno de los puntos a tratar en esta investigación, así como las pautas de intervención en el aula que se deben desarrollar para activar y mantener la motivación.

3.1. Conceptos y tipos de motivación

En el ámbito educativo, el aspecto motivacional de los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje ha pasado de no tener ninguna relevancia o trascendencia, a ser determinante. Esta gran diferencia se ha ido poco a poco introduciendo en las aulas, suponiendo un enorme reto para los centros educativos y su personal humano: docentes, alumnado, padres y madres. Sin embargo, el desafío de captar la atención y el interés de los estudiantes se ha convertido en uno de los grandes problemas, puesto que la desidia y la apatía que refleja el alumnado es latente, incluso crece de forma exponencial, especialmente en la etapa educativa de Educación Secundaria (Amores-Valencia y De-Casas-Moreno, 2019; Cuéllar-Álvarez y García-Martínez, 2023).

La motivación aglutina y tiene una amplia tradición en el campo de la psicología donde se han presentado multitud de trabajos científicos que narran la importancia de este concepto (Royo-Ortín et al., 2023; Palacios, 2016). No obstante, en el ámbito educativo ha sido olvidada hasta hace unos pocos años, por lo que, hay que conocer la repercusión que tiene en el proceso de aprendizaje, concretamente en el rendimiento académico de los estudiantes (Elvira-Valdés, 2011; León-Alvarado y Alcivar-Gallegos, 2023). En este primer apartado, se trabaja la relevancia de la motivación en dicho proceso, detallando su concepto y tipología existente.

El término motivación proviene de la palabra en latín *motivus* o *mottus*, y quiere decir causa del movimiento. Esta definición ha ido detallándose a lo largo de los años en base al ámbito de trabajo en cuestión. De esta forma, varios autores se refieren a la motivación como la fuerza que produce un comportamiento determinado en un individuo cuando pretende conseguir un objetivo (De-la-Torre, 2000; Gibson et al., 2001; Hellriegel y Slocum, 2004; Sevilla-Sánchez et al., 2023). Desde otra perspectiva, se ha definido a la motivación como las situaciones internas que incitan, dirigen y llevan adelante un comportamiento hacia una finalidad concreta (Colombo, 2017; Freire, 2004; Montico, 2004; Prieto-Andreu, 2022). Dicho de otra forma, la motivación es la unión de comportamientos que intensifican, aceleran y soportan una conducta hacia una actividad (Cedeño-Salavarría y Jama-Zambrano, 2023; Reeve, 2003; Valenzuela-González, 1999). Estos comportamientos son dinámicos, ya que están en continuo crecimiento y declive.

Sin embargo, según Mateo-Soriano (2001) la mayoría de los motivos se basan en un proceso cíclico compuesto por cuatro etapas:

1. **Anticipación:** En esta primera fase, la persona tiene cierta expectativa del percance y alegría de un motivo. Este hecho es caracterizado por una circunstancia de carencia y de ilusión por alcanzar una meta.
2. **Activación y dirección:** En esta fase, el motivo es encendido por un estímulo extrínseco o intrínseco, que autoriza el comportamiento que aflora a continuación.
3. **Conducta activa y retroalimentación del rendimiento:** En esta tercera fase, la persona interviene en comportamientos orientados que le otorgan una cercanía a una meta deseada o, por el contrario, una separación a una meta aversiva. A través de las dificultades de confrontación y el feedback resultado del fracaso o éxito, la persona valora la validez del comportamiento conducido.
4. **Resultado:** En la última fase, la persona convive con los resultados de la satisfacción del motivo, o, por el contrario, si el motivo no está complacido, la persona persevera en dicho comportamiento.

Respecto al campo de la educación, Mallart-Navarra (2008) y Moronta et al. (2023) nombraron la motivación como un estado de los alumnos, el cuál necesita meditación y perturbación, que rebrota y subsiste en los estudiantes focalizado a la realización de tareas en cualquiera de las docencias. Esto supone el incremento de la atención del alumnado en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene lugar en cada materia, produciendo las competencias y habilidades necesarias para cumplir los objetivos (Arcia-Fuentes y Falconett-Díaz, 2023). Además, este estado tiene que estar presente en profesores y estudiantes, puesto que no sirve para nada la implicación de una parte sin la otra. De este modo, los docentes deben desarrollar de forma dinámica tanto la parte teórica como la práctica (Muñoz-Jiménez y González-Moreno, 2023), y los alumnos trabajar con el mismo ímpetu las actividades o proyectos planteados para lograr alcanzar unas determinadas metas (Medina-Gorozabel y Giler-Medina, 2023). Evidentemente, existe una estrecha conexión entre los objetivos y la motivación de los estudiantes, hasta tal punto que dependiendo de la meta propuesta la motivación que presenta un alumno puede ser de un tipo u otro. Según Farias y Pérez (2010), si el objetivo es la realización de unas actividades, éstas se relacionan con la motivación intrínseca y de competencia; por el contrario, si se trata de recompensas, conectan con la motivación extrínseca, y para

el caso de la autovaloración con la motivación de logro. A continuación, se describen estos tipos de motivación en base al contexto educativo.

3.1.1 Motivación extrínseca

La motivación extrínseca procede principalmente de los tres conceptos fundamentales: recompensa, incentivo y castigo. Una recompensa es un objeto atrayente que se otorga al finalizar una cadena de comportamientos y que acentúa la posibilidad de que dicho comportamiento se vuelva a originar, por ejemplo, recompensas que otorgan los progenitores cuando sus hijos/as superan las materias docentes. Un incentivo es un objeto no atrayente que se otorga al finalizar una cadena de comportamientos y a su vez disminuye las posibilidades de que dicho comportamiento se vuelva a originar, por ejemplo, incentivos como las calificaciones resultantes. Un castigo es un objeto atrae o repele a la persona a que desarrolle o no desarrolle una cadena de comportamientos, por ejemplo, castigos por no aprobar (Chimento, 2016). Es decir, la semejanza entre recompensa y castigo es que se dan después de la secuencia de conducta, y la diferencia radica en que la recompensa aumenta las posibilidades de que vuelva a repetirse y el castigo las reduce. Por otro lado, el incentivo sucede antes que la conducta y estimula su comienzo (Hoces, 2023).

3.1.2 Motivación intrínseca

La motivación intrínseca proviene de la realización de actividades o tareas, de tal forma que un individuo las lleva a cabo por la satisfacción personal, el aprendizaje que trae consigo, el disfrute percibido durante el proceso o la sensación de realización que provoca (Eggert, 2000). Todo esto se basa en necesidades psicológicas como la autodeterminación, la efectividad y la curiosidad, que promueven conductas complejas que estimulan al ser humano ante la búsqueda y adaptación de nuevos retos y curiosidades de su entorno (Monterroso-Vargas et al., 2023).

Para conseguir la motivación intrínseca es necesario por un lado que las actividades tengan unas características particulares como un nivel adecuado de reto, en función del nivel cognitivo de los estudiantes, y unas propiedades colativas de los estímulos, como la dificultad, la novedad y la impredecibilidad; por otro lado, la autoapreciación de competencia y autodeterminación (Vidal-Chica, 2023). De esta forma, las tareas con estas características particulares producen una serie de pautas en el proceso

de aprendizaje de los estudiantes, tales como la búsqueda, el estudio, el manejo, la perseverancia, la atracción y la comparación de retos (Lepper, 1988).

En este tipo de motivación los estudiantes gozan de las recompensas intrínsecas de las correspondientes actividades mientras que los docentes organizan el proceso sin estar demasiado encima del alumnado ya que pueden originarles pérdidas de interés (Beswick, 2009). Por tanto, el papel que desempeñan los profesores es fundamental, puesto que deben planificar y gestionar actividades complejas y desafiantes, pero a la vez llevar a cabo una retroalimentación sobre el rendimiento de los estudiantes (Hernández-Rubio, 2023).

3.1.2 Motivación de logro o rendimiento

La motivación de logro o rendimiento se basa en el carácter social, y tiene por condición contribuir en el aprendizaje o realización de una actividad. Los individuos se encuentran una colección de disyuntivas sociales que deben solventar de forma satisfactoria para su completo desarrollo (Veroff, 1978). En este sentido, la motivación de logro impulsa y guía al éxito competitivo consiguiendo una meta u objetivo reconocido a nivel social. Sin embargo, el individuo no sólo tiene la necesidad de éxito y logro, sino también la presión por evadir el fracaso o hacer el ridículo. En ambos casos, la motivación de logro depende de la fortaleza del motivo, la perspectiva o posibilidad de y la valía de, siendo estos tres elementos vitales para alcanzar el logro de la persona (Atkinson y Birch, 1970). Desde edades muy tempranas las personas están sometidas a situaciones competitivas, por ejemplo, quién termina antes, quién corre más rápido, ..., por lo que, la motivación de logro se origina cuando la persona es consciente que el resultado de una tarea depende de sí mismo. Para que se produzca este hecho es vital conocer el nivel de complejidad de las actividades escogidas y la selección del grupo para currar (Navarro-Carbajal, 2021).

A partir de estas características, los estudiantes que tienen una alta necesidad de evadir el fracaso suelen escoger actividades muy fáciles, para garantizar el éxito en estas o lo que es lo mismo evitar la posibilidad de fracasar, o muy difíciles ya que no tendrían ninguna repercusión social desde el punto de vista del reconocimiento puesto que ningún alumno sería capaz de resolverla (Bennasar-García et al., 2023). Estas situaciones donde los estudiantes con menos capacidad cognitiva eligen tareas muy difíciles se suelen dar de forma voluntaria e involuntaria, ya que el alumnado presenta la posibilidad remota de

obtener un resultado positivo y sino lo consigue no tendría ninguna repercusión social. Por otro lado, los estudiantes que presentan una baja necesidad de evadir el fracaso o lo que es lo mismo alta motivación de logro, seleccionan actividades de complejidad media, ya que son conscientes de su nivel cognitivo y no quieren elegir las actividades más difíciles, pero tampoco las más fáciles, puesto que no le supondría ningún reconocimiento social (Atkinson, 1953).

Respecto a la selección de grupo para un proyecto, los alumnos con baja motivación de logro suelen escoger a sus amigos para no tener ninguna recriminación por no realizar su tarea o no desarrollarla adecuadamente. En el caso contrario, los estudiantes de alta motivación eligen a los que consideran más preparados para realizar el proyecto, de esa forma se aseguran el éxito (Atkinson y Birch, 1974).

3.1.4 Motivación de competencia

La motivación de competencia proviene por la realización de tareas, aunque se diferencia en el interés mostrado por los estudiantes por conocer los procedimientos que se desarrollan a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje. De esta forma, no sólo aprenden por la satisfacción sino además aumentan los conocimientos ya que consiguen desgranar las pautas de cada actividad (Giarrocco, 2017).

3.1.5 Motivación académica

En el ámbito educativo, el alumnado pone de manifiesto actitudes, sensaciones y metas durante el desarrollo de las tareas u objetivos que pretenda conseguir. En cuanto a los docentes gestionan el proceso de enseñanza y aprendizaje, no sólo mediante el diseño de programaciones didácticas que incluyan objetivos, contenidos y competencias, sino también con el rol que desempeñan, pudiendo producir efectos positivos como la motivación (Alonso-Tapia, 1995; Espinoza-Catalán y Albornoz, 2023).

La motivación académica está centrada en tres dimensiones: el componente motivacional del valor, que refleja el propósito oculto cuando se finaliza una actividad junto con la importancia otorgada por el alumnado durante el proceso de realización; la componente motivacional de las metas, que se relaciona con la autopercepción y convicciones que muestra el alumnado en base a sus habilidades; y el componente motivacional afectivo que se basa en las sensaciones y respuestas emotivas tanto positivas como negativas de los estudiantes cuando logran un objetivo (Fernández-Paredes, 2020).

Estas tres dimensiones están muy ligadas puesto que se trata de que el estudiante muestre un equilibrio entre habilidades, interés y sensaciones ante la realización de tareas:

- **Componente motivacional del valor:** Según Feather (1982) y Gutiérrez-Dávila (2023) se rige por las convicciones que presenta un estudiante ante lo que debería o no debería hacer en diferentes contextos. Además, se basa en cuatro aspectos fundamentales: el valor de logro que muestra la relevancia que un estudiante le otorga a la correcta realización de una tarea, el valor intrínseco que refleja el placer y la atención de la actividad, el valor de utilidad donde se aprecia una vinculación con los objetivos y el valor de coste que implica un trabajo (Eccles y Wigfield, 2002).
- **Componente motivacional de las metas:** Se basa en centrar el interés en la tarea promoviendo el trabajo constante y comprometido mediante estrategias eficientes. Sin duda alguna, estas metas mejoran el rendimiento si se conjugan adecuadamente con una retroalimentación al estudiante (Tello-Hidalgo, 2023). Obviamente la retroalimentación recibida por el estudiante le hace seleccionar metas inferiores o superiores para una continua mejora del rendimiento (González-Cabanach et al., 1996; González-Torres, 1997). Se pueden distinguir dos tipos de metas: la meta de aprendizaje, donde los estudiantes se involucran en las actividades gracias a una planificación tenaz de métodos competentes, procuran aprender de los fallos nunca llegando al desánimo y consideran que el esfuerzo los capacita para resolver las tareas, y por otro lado, la meta de rendimiento, donde los estudiantes se fijan en los resultados para conocer sus capacidades, por lo que, no utilizan métodos eficaces ya que se desaniman ante las complejidades y achacan sus fallos a su falta de capacidad (Díaz-Amado et al., 2023). Sin lugar a duda, los estudiantes que buscan las metas de aprendizaje intentan conocer sus límites para buscar caminos eficaces hacia la mejora de sus competencias. Sin embargo, el alumnado orientado al rendimiento se toma las actividades como una amenaza y únicamente le importa el resultado final nunca el proceso (Elliot y Dweck, 1988). Por último, hay investigaciones más recientes que dividen las metas de rendimiento en varias subsecciones tales como la aproximación al trabajo, la relación positiva con el trabajo, el procesamiento superficial, la perseverancia y el esfuerzo, y la evitación del trabajo (Elliot, 2008).

- **Componente motivacional afectiva:** Esta última dimensión involucra las distintas sensaciones y emociones que sufre el estudiante durante el proceso de realización de la tarea (Fragoso-Franco, 2023). Dada la gran variedad de reacciones se contemplan distintos tipos de escenarios, no obstante, los más representativos son el aumento de la motivación del alumno cuando el éxito ha sido provocado por su capacidad y esfuerzo, y la disminución de la motivación del estudiante cuando el éxito se debe a la suerte y el fracaso a la falta de capacidad (Weiner, 1985).

En conclusión, se puede asegurar que la motivación es la fuerza que guía al alumnado a elegir y realizar una actividad entre todas las posibilidades que se producen en determinadas ocasiones, alcanzando sus expectativas o metas. Sin embargo, en los centros educativos suele aparecer la motivación mediante los resultados académicos que se miden a través de las calificaciones de los estudiantes.

3.2. Teorías de la motivación

Una vez analizadas y detalladas las distintas motivaciones existentes, donde se ha hecho hincapié en el ámbito educativo, se deben citar las teorías de la motivación más relevantes y desgranar aquellas que tengan especial vinculación con este ámbito. En este sentido, se realiza una clasificación de las distintas teorías motivacionales en base a las cuatro perspectivas psicológicas en base a la citada motivación: biológicas, conductuales, cognitivas y sociales. Esta categorización ha ido evolucionando a lo largo de la historia en función de las distintas reacciones o emociones que se han percibido de forma entrelazada en todo tipo de conductas (Huacón-Carranza et al., 2023; Lee et al., 2015; Palmero-Cantero et al., 2008). En la actualidad destacan principalmente el enfoque biológico y cognitivo por la gran cantidad de investigaciones donde se han profundizado (Palmero-Cantero, 2008; Park et al., 2013). Dada la imposibilidad de concretar todas las teorías motivacionales, únicamente se nombran la mayoría de ellas y se realiza una breve descripción de las que guardan una estrecha y profunda relación con el ámbito educativo a través de los factores explicativos, ya sean de una manera directa o indirecta.

3.2.1 Teorías biológicas en motivación

Desde el punto de vista biológico, se puede definir la motivación como las causas que incitan al individuo a cubrir sus necesidades biológicas, de tal forma que se encuentra el equilibrio fisiológico (Gutiérrez-Dávila, 2023). De esta forma, se conjugan los procedimientos y conocimientos biológicos con el estudio de los comportamientos motivacionales, llevando a cabo un profundo análisis de sus fuentes internas (Quirós-Expósito y Cabestrero-Alonso, 2008).

En primer lugar, se debe nombrar a las teorías evolucionistas que reflejan la importancia de la genética y las vivencias a la hora de mostrar conductas motivadas. En este sentido, están determinadas por el propio individuo y/o influenciadas por el paso del tiempo, llegando incluso a modificar comportamientos en busca de la adaptación a los distintos contextos (Palmero-Cantero et al., 2011; Sandoval-Cabrera et al., 2023). A continuación, se mencionan las teorías instintivistas, que están identificadas mediante respuestas automáticas que emergen de forma innata cuando se presentan los escenarios adecuados, sin la necesidad de llevar a cabo ningún aprendizaje previo (Palmero-Cantero et al., 2005; Parrales-Reyes et al., 2023). En lo que se refiere a las teorías etológicas han confirmado que algunas reacciones están predefinidas genéticamente, por lo que, el instinto pasa a tener muchas similitudes con la motivación mostrada por el individuo desde el punto de vista de la homeostasis (Beck, 2000; Rimoldi y Monchiatti, 2023). En cuanto a las teorías de la activación, interpretan la motivación como las variaciones experimentadas en el nivel de activación, lo que trae consigo una conexión entre la activación y el rendimiento (Mendoza-Gallo, 2023; Palmero-Cantero, 1996).

En este sentido, unos niveles de activación medios aseguran el mejor rendimiento, sin embargo, si los niveles son inferiores o superiores a la media, el rendimiento desciende, puesto que en el primer caso los estudiantes no presentan la suficiente tensión para realizar tareas de forma correcta, y en el segundo caso, los alumnos muestran un exceso de estimulación. Por tanto, el crecimiento de los niveles de activación y el rendimiento que presenta un estudiante es directamente proporcional hasta un punto óptimo, ya que pasado dicho punto el rendimiento comienza a disminuir o empeorar (Soto, 2018). Por último, se detallan las teorías de la homeostasis que se basan en el conocimiento de las estructuras biológicas para una buena comprensión de las distintas conductas, donde la mayoría de ellas son vitales para el día a día del individuo. Según

Maslow (1970) estas necesidades primarias se encuentran en el primer escalafón de su pirámide (Figura 23), por lo que son de obligado cumplimiento para conseguir el equilibrio biológico.

Figura 23

Pirámide de necesidades humanas de Maslow



Nota. Elaborado a partir de Estrategias motivacionales y de aprendizaje para fomentar el consumo responsable desde la Escuela (pp. 19-39), por Arana et al., 2010. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 39. <http://bit.ly/2DXDhiV>

En suma, estas teorías se centran básicamente en el proceso de comprensión de las estructuras biológicas que interaccionan para así conseguir el progreso de las conductas motivadas, tanto en la intención por lograr una meta como en la manera en la que se consigue. Por consiguiente, estas teorías están encaminadas a alcanzar un mejor y mayor conocimiento de los mecanismos biológicos involucrados en el estudio psicológico de la motivación.

3.2.2 Teorías conductuales en motivación

El conductismo refleja que la motivación de una conducta se debe a las consecuencias de las situaciones previas, ya sean favorables o desfavorables, es decir, si el resultado fue agradable, el individuo tiende a repetir dicho comportamiento, por el contrario, si las consecuencias fueron desagradables, este lo evita (Thorndike, 1913).

Particularizando en el ámbito educativo, Watson (1914) desarrolló varias aportaciones desde la perspectiva conductista que alentaban de la relación existente entre el aprendizaje y la motivación.

Desde este enfoque, el contexto y sus factores son el eje transversal donde se apoya la motivación de una conducta, lo que convierte a los estudiantes en personas pasivas a la espera de una respuesta ante la estimulación del ambiente (Riaño-Rodríguez, 2023). Esto se conoce como el paradigma estímulo-respuesta (E-R), donde autores como Köhler (1925) y Tolman (1932) incorporan al organismo (O) para otorgar una mayor importancia al carácter activo del alumno, pasando a ser estímulo-organismo-respuesta (E-O-R). En este sentido, Palmero-Cantero (2008) y Sandoval-Cabrera et al. (2023) reflejan que la motivación de una conducta depende de factores internos (del propio estudiante) o externos (del contexto educativo) desde el punto de vista del aprendizaje.

En cuanto a las teorías, resaltar por un lado las teorías del impulso, que se basan en una fuerza interior que invita al estudiante a otorgar una respuesta, y las teorías del aprendizaje donde se introducen conceptos como el logro, el incentivo, el fracaso y los motivos aprendidos (Cedeño-Salavarría y Jama-Zambrano, 2023). En lo que respecta a las teorías del impulso, Woodworth (1958) presenta una aportación basada en tres características básicas: intensidad, dirección y perseverancia. Estas particularidades definen al impulso como el activador de una conducta, siempre y cuando este impulso sea generado por las necesidades que hay en el organismo. En la actualidad, el concepto impulso es sustituido por el término apetito, ya que los apetitos son los comportamientos que permiten a los organismos averiguar el objeto meta y no únicamente responder ante este (Legg y Both, 1995; Torres-Nabel y Toledo-Nares, 2023).

Respecto a las teorías del aprendizaje, el interés se basa en cómo se consiguen los motivos, los cuales pueden ser aprendidos (Huacón-Carranza et al., 2023). En este sentido, el estado motivacional interviene de forma muy relevante en las respuestas y el aprendizaje de futuras conductas (Cofer y Appley, 1979). La adquisición de estos motivos se refleja en el condicionamiento clásico, el condicionamiento operante y el aprendizaje observacional. Según Rivadeneira (2017) el condicionamiento clásico es el método a través del cual un estímulo se agrupa reiteradas veces con otro estímulo capaz de suscitar una respuesta reflejo. Conforme a esta agrupación reiterada, el primer estímulo neutro alcanza la posibilidad de suscitar una respuesta reflejo, aunque el segundo estímulo, que

naturalmente no está condicionado, no esté presente. Gracias al condicionamiento clásico los individuos aprenden que los estímulos presagian lo que sucede a posteriori y el valor tanto positivo como negativo de los objetos. De esta forma, las personas evalúan la posibilidad de aproximarse o alejarse a dichos objetos. Un claro ejemplo de este aprendizaje a través del condicionamiento clásico son las fobias y los miedos.

Por otro lado, el condicionamiento operante es el método a través del cual una persona aprende los efectos que tiene la conducta. Para ello, se parte de la base que hay cuatro tipos de reforzadores: reforzadores positivos y negativos, el castigo y la extinción. La diferencia entre un reforzador positivo y negativo es que el estímulo está presente en el caso positivo y en el negativo está retirado (Tello-Hidalgo, 2023). No obstante, en ambos casos aumentan la posibilidad de que se desarrolle la conducta, todo lo contrario que sucede con el castigo y la extinción que la reducen (Premack, 1965). Por ejemplo, un estudiante puede jugar en el patio después de hacer sus tareas. En este caso, la conducta menos probable es la de hacer las actividades, siendo la más probable jugar en el patio. Por tanto, la respuesta de jugar en el patio ejerce como reforzador de la conducta hacer las tareas. En el caso del aumento de conducta de forma efectiva se debe principalmente a estas tres técnicas: las economías de fichas, el modelaje y el modelamiento (Mateo-Soriano, 2001). Sin embargo, la reducción de la conducta no buscada se lleva a cabo a través del castigo si se cumplen las condiciones de inmediatez, intensidad, regularidad y refuerzo positivo (Murillo-Sevillano et al., 2023).

El aprendizaje observacional es otra modalidad ubicada en las teorías del aprendizaje, que aclara muchas de las conductas de los estudiantes, puestos estos tratan de imitar comportamientos de personas influyentes, como padres, amigos, ídolos, etc. Según Bandura (1969, 1977) es necesario que intervengan en el aprendizaje de observación el proceso de atención, almacenamiento y reproducción, para conseguir la conducta motivada. Asimismo, los comportamientos pueden estar supeditados por las consecuencias y los refuerzos o castigos examinados mediante la observación al modelo (Ashqui-Cevallos, 2023). De esta forma, un alumno puede reforzar su conducta si observa unos comportamientos adecuados en el modelo, por el contrario, un estudiante puede autocastigarse por conductas inapropiadas hechas en un determinado momento y lugar (Palmero-Cantero, 2008).

3.2.3 Teorías cognitivas en motivación

Cabe destacar que los adolescentes presentan una motivación más centrada en términos cognitivos, los cuales producen, conducen y sustentan sus comportamientos o conductas, dejando a un lado los refuerzos pasajeros que ocurren en un momento concreto (Arana et al., 2010; Huacón-Carranza et al., 2023). En base a esto, se desarrollan las teorías cognitivas en motivación más relevantes desde el punto de vista educativo:

La teoría expectativa-valor de Atkinson (1958, 1964, 1974; Atkinson y Birch, 1978) se basa en la motivación de logro o rendimiento y la motivación para evitar el fracaso. Esta motivación proporciona a los estudiantes la capacidad de elegir previamente sus conductas en función a un análisis racional de las expectativas y el valor que requieren dichos comportamientos (Muñoz-Jiménez y González-Moreno, 2022). Así, esta teoría explica las consecuencias positivas o negativas de las conductas desarrolladas para obtener una meta y la selección o renuncia de estos comportamientos en base al valor otorgado (Gutiérrez-Dávila, 2023). Por tanto, el éxito proporciona consecuencias positivas como satisfacción, orgullo y fortalecimiento del aprendizaje, y el fracaso pérdida de confianza, vergüenza y modificación de conductas. En este sentido, la percepción que tienen los estudiantes sobre la organización y desarrollo de las distintas tareas y la evaluación de estas influye en la motivación de logro o rendimiento (Greene et al., 2004; Self-Brown y Mathews, 2003).

La teoría de control explica como los estudiantes responden de forma distinta según sean las consecuencias de su conducta, es decir, según sea el rendimiento logrado (Villarreal-Fernández y Arroyave-Giraldo, 2022). De esta forma, si el alumno considera que se cumplieron sus expectativas, es muy posible que en próximas ocasiones dichas expectativas aumenten o, por el contrario, si no llegan a cumplirse, es muy posible que el estudiante las modifique o aumente su esfuerzo por conseguirlas (Eyring, 1995). Además, la motivación producida por los procesos cognitivos se apoya en las habilidades propias del estudiante, sus expectativas de éxito y sus percepciones del valor de la actividad a desarrollar (Wigfield y Eccles, 2000).

La teoría motivacional del logro de metas establece que cualquier comportamiento tiene un significado, una dirección y un propósito que se deriva de los objetivos perseguidos (Covington, 2000; Urdan, 1997). De este modo se distinguen dos tipos de metas buscadas por los estudiantes: las que se vinculan con el aprendizaje y las que se

vinculan con la actuación (Royo-Ortín et al., 2023). Las metas relacionadas con el aprendizaje se basan en la motivación por competencia, mientras las metas relacionadas con la actuación trabajan la valoración de la propia conducta, ya sea positiva o negativa (Self-Brown y Mathews, 2003). En este sentido, los estudiantes que basan su motivación en las metas relacionadas con el aprendizaje tienen pleno conocimiento de las competencias adquiridas (Palmero-Cantero, 2011).

Estas teorías establecen que los procesos mentales de percepción, atención, emoción y memoria interaccionan en el momento en que los alumnos investigan y averiguan los estímulos que proceden de un contexto determinado (Anselme, 2010). Esta consideración es vital para entender las teorías cognitivas, puesto que tratan al estudiante como una persona activa durante el análisis de su contexto, y posteriormente elección de una conducta motivada en función de las circunstancias (Fragoso-Franco, 2023). Por tanto, cada alumno se encuentra inmerso en un proceso continuo de interpretación y selección dependiendo sus características ambientales, fisiológicas y experimentales.

3.2.4 Teorías sociales en motivación

Este último apartado, engloba las teorías que contribuyan a la modificación de la conducta motivada basadas que se basan en los factores sociales y en las variables motivacionales anteriormente mencionadas (Berrío-Quispe et al., 2023). De esta forma, se citan la teoría del balance, la teoría de la disonancia cognitiva, la teoría de la atribución, la teoría de flujo, la teoría de la reversibilidad y la teoría de la motivación social.

La teoría del balance de Heider (1946, 1958) se basa en la consistencia cognitiva, que plantea relaciones entre ideas, opiniones, actitudes y comportamientos para producir motivación. Estas relaciones entre individuos pueden ser balanceadas o no. En el caso, de tener situaciones no balanceadas, el individuo elimina el estado de motivación en cuanto las relaciones vuelvan a ser balanceadas. La motivación es considerada como un estado de tensión, con particularidades desagradables y con posibilidad de activar la conducta de un individuo, a modo de disminuir la tensión.

La teoría de la disonancia cognitiva de Festinger (1957) se basa en el placer que supone el equilibrio psicológico entre lo que se reflexiona y lo que se realiza. De esta forma, si no se consigue, la persona entra en un estado de estrés o disonancia cognitiva que produce características desagradables. Por tanto, el estado de motivación que propone

esta teoría se basa en reducir esa disonancia. Los motivos por los que ocurre una disonancia son los siguientes: no cumplir una expectativa, tener una incongruencia entre las ideas y las normas sociales y darse un conflicto entre las actitudes y el comportamiento. Para eliminar la incongruencia o disonancia se debe modificar la forma de pensar respecto a la cuestión o cambiar la conducta o ambos (Cooper, 1999; Harmon-James, 1999; Moore 2004).

Las teorías de la atribución conjugan particularidades de las personas y del ambiente para explicar la conducta del individuo y se basan en la búsqueda de los motivos que propician los comportamientos propios y ajenos de forma procedimental con el propósito de dominar el ambiente (Pittman y Pittman, 1980). Concretamente, la teoría de Weiner (1972, 1980) clasifica los motivos en base a dos dimensiones, interna-externa y estable-inestable, y cuatro factores, habilidad, esfuerzo, dificultad y suerte. Ante la apreciación realizada en un estado de logro, los elementos habilidad y esfuerzo se consideran factores internos, y los elementos dificultad y suerte, externos. Respecto a la dimensión estable-inestable, la habilidad y la dificultad están consideradas como estables, y el esfuerzo y la suerte como inestables. En la actualidad, se establecen tres grandes dimensiones: locus, estable y control, dando lugar a dos teorías atribucionales totalmente complementarias, la teoría intrapersonal y la interpersonal (Weiner, 2000).

Por último, mencionar la teoría del flujo de Csikzentmihalyi y Csikzentmihalyi (1988) relacionada especialmente con el ocio, donde se coloca al individuo en un estado de atención y fascinación ante una experiencia concreta. Este disfrute o flujo ocurre cuando un estudiante mantiene el equilibrio entre la actividad que está realizando y las capacidades que presenta, siempre y cuando tenga un determinado nivel. Otras teorías como la de la reversibilidad de Apter (1982) tratan de explicar conductas que se dan en ambientes lúdicas y deportivos, por lo que, no se aborda su contenido.

En definitiva, las teorías anteriormente expuestas detallan las disparidades en la motivación del estudiante en términos de aprendizaje, detallando las relaciones entre las distintas expectativas (Huacón-Carranza et al., 2023). Por tanto, la conducta motivada se debe abordar teniendo en cuenta las necesidades biológicas, conductuales, cognitivas y sociales, de tal forma que se originen procesos mentales que permitan analizar el contexto, seleccionar una actuación determinada que lleve al estudiante a la consecución de un objetivo. No obstante, estas teorías no explican detallan el rol de la motivación, ya que

depende del entorno (Alonso-Tapia, 2005, 2007). En este sentido, se estudia posteriormente la particularidad que sucede en un contexto educativo, de manera que se aborde un modelo motivacional concreto junto con las pautas de intervención apropiadas (Alonso-Tapia et al., 2010).

3.3. Modelo de motivación instruccional ARCS

En este apartado, se aglutina el análisis teórico y empírico del modelo ARCS de Keller (1987, 2010), donde las siglas representan la atención, relevancia, confianza y satisfacción. Dicho modelo se basa en la existencia de singularidades tanto personales como ambientales que actúan en la motivación y, por consiguiente, en el rendimiento académico de los estudiantes (Galicia-Alarcón et al., 2014). Este modelo de diseño instruccional se suele implementar en contextos educativos donde impera el uso de la tecnología virtual, realizando un análisis cuantitativo de sus categorías (Lee y Kim, 2012; Li y Keller, 2018; Pérez-Galluccio, 2008; Vázquez-Gama, 2021).

3.3.1 Sustentación teórica del modelo ARCS

El modelo ARCS se basa en las teorías expectativa-valor, en particular en la teoría de la expectativa de Porter y Lawler (1968), y se agrupa en cuatro dimensiones que se apoyan en las teorías motivacionales del aprendizaje (Keller, 1983; Keller, 2012; McTigue et al., 2019). Estas teorías de aprendizaje sustentan teóricamente al modelo ARCS desde dos perspectivas: el diseño instruccional y el pedagógico. En ambas perspectivas, se introducen herramientas tecnológicas que ayudan a su implementación con el propósito de alcanzar los objetivos académicos (Coll et al., 2008; Laurens-Arredondo, 2022).

Algunas teorías de aprendizaje apoyan los modelos relacionados al diseño instruccional, como se puede apreciar en las distintas fases propuestas. En este sentido, destaca la contribución que hace la teoría cognitiva al modelo ARCS cuando es abordado como diseño instruccional, ya que se trabajan actividades interactivas entre profesores y alumnos produciendo aprendizaje individual, colaborativo, por descubrimiento o resolución de problemas (Díaz-Barriga, 2005; Lee y Hao, 2015). Respecto a la teoría constructivista trata de relacionar al alumno con la interacción mediante tecnología educativa, de esta forma, el estudiante tiene acceso a la información de forma inmediata

siendo capaz de controlar el camino hacia su propio aprendizaje (Hernández-Rojas, 2013). Por último, las teorías humanistas son las más vinculadas al modelo ARCS, ya que se focalizan en el estudio de la motivación del individuo, donde el estudiante resalta por su capacidad para resolver problemas y el docente por ser un guía del aprendizaje (Zang, 2017).

Por otro lado, hay multitud de estudios sobre la motivación de los estudiantes en distintas áreas de investigación, los cuales apoyan al modelo ARCS. A continuación, se desgranar aquellos relacionados con el ámbito de la educación. Las primeras investigaciones fueron llevadas a cabo por Keller y Suzuki (1988) y Visser y Keller (1990), donde se obtuvieron unos resultados muy positivos, ya que se pudo realizar una evaluación completa y adecuada de las estrategias de motivación que debían seguir los docentes para aumentar la motivación de los estudiantes. Posteriormente se siguió analizando y validando el modelo ARCS durante la década de los 90, sin embargo, esta tesis doctoral desgrana algunos de los trabajos realizados a partir del año 2000.

El estudio realizado por Song y Keller (2001) pretendía conocer las consecuencias de un prototipo de instrucción asistido por ordenador, diseñado para la materia de biología concretamente para el tema de genética, en los estudiantes de nivel medio y superior. Este prototipo basado en el modelo ARCS, ofreció unos resultados muy favorables para los estudiantes donde se había implementado, en contraposición con los alumnos que no llevaron a cabo dicha instrucción. En especial, en las categorías de atención y relevancia donde se encontraron diferencias muy significativas.

La investigación llevada a cabo por Chang y Lehman (2002) examinó los efectos de la motivación intrínseca en la comprensión de un idioma, concretamente el inglés. En este estudio se desarrollaron materiales didácticos tales como programas de texto, ejercicios y vídeos para conocer únicamente la categoría de relevancia dentro del modelo ARCS. Las conclusiones mostraron que los estudiantes ubicados en los grupos experimentales, donde se introdujeron estrategias de relevancia, tuvieron una mejor comprensión lectora.

Otro estudio desarrollado por Astleiter y Hufnagl (2003) analizó el impacto del modelo ARCS en el aprendizaje autorregulado, incorporando estrategias para aumentar la atención, relevancia, confianza y satisfacción. En esta ocasión, se desarrolló un texto instructivo con preguntas de distinto grado de complejidad para apoyar la motivación y

el aprendizaje. Los resultados del grupo experimental demostraron la vinculación de este texto como el modelo ARCS, pero no esclarecieron la fuerza y extensión de los efectos sobre el aprendizaje autorregulado.

Por otro lado, Keller y Suzuki (2004) realizaron una revisión bibliográfica aglutinando todas las investigaciones donde aparecía el modelo ARCS desde varias perspectivas: descripción teórica, análisis de las categorías vinculadas al proceso o de diseño instruccional. En dicha revisión se acentuó los resultados obtenidos puesto que demostraban la aplicación del modelo en el contexto educativo bajo la utilización de tecnología como parte del diseño instruccional.

Dörnyei y Csizer (2005) analizaron las diferentes estrategias de motivación seguidas por 200 profesores de Hungría, correspondientes a las distintas etapas educativas, primaria, secundaria y universidad. Los resultados obtenidos mostraron la importancia de la conducta de los docentes, hasta tal punto que la consideraron la más importante herramienta de motivación. Posteriormente, se llegó a comprobar que con instrucciones específicamente preparadas por los docentes para validar una única de las categorías del modelo ARCS, se mejoró el rendimiento de los estudiantes (Loorbach et al., 2007).

Autores como Huett (2006; Huett et al., 2008) realizaron investigaciones sobre el modelo ARCS implementado en la educación online, donde se trataba de potenciar la motivación de los estudiantes mediante el envío de correos electrónicos con mensajes de ánimo. En este sentido, se hicieron comparativas entre dos grupos y se dictaminó que dicho modelo potenciaba la motivación y el rendimiento de los estudiantes que había recibido los correos motivacionales. Esta conclusión es similar a la que obtuvo Cuesta-Medina (2009), pues reflejó que la comunicación vía correo electrónico es una estrategia valiosa para conseguir los niveles de efectividad marcados.

En el ámbito presencial, Bernabé-Muñoz (2008) utilizó el modelo ARCS como guía para la incorporación de la *webquest*, la selección de un tema y roles, la incorporación de actividades y la resolución de problemas reales. Los resultados ofrecieron un aumento del interés y la implicación de los estudiantes participantes en los grupos experimentales gracias al uso de las *webquest* en base a las actividades planteadas, produciendo una mejora en su motivación.

La investigación llevada a cabo por Jones (2010) planteó una comparativa entre ambos ambientes (virtual y presencial) de tal forma que pretendía conocer los componentes psicológicos que presagiaban mejor el esfuerzo, la calificación al docente y del curso y el rendimiento de los estudiantes. Las conclusiones ofrecieron que la atención académica pronosticó la calificación del instructor, la relevancia vaticinó la calificación del curso, la confianza predijo el esfuerzo y la satisfacción presagió el rendimiento de los estudiantes.

A tenor de estos resultados, Lee y Hao (2015) indican que el modelo ARCS manifiesta un cambio del paradigma tradicional, donde se potencia el trabajo colaborativo en entornos de aprendizaje motivacionales, permitiendo a los docentes su integración en el aula en busca de un proceso de enseñanza satisfactorio para los estudiantes. Además, señalan que dicho modelo agrupa procesos de enseñanza, motivación, instrucción, aplicaciones multimedia, cuestionarios y evaluación.

Hay que destacar la gran cantidad de estudios que reflejan la eficacia del modelo ARCS aplicado a distintos contextos de aprendizaje reales, por ejemplo, la investigación realizada por Loorbach et al. (2015). La mayoría de estas investigaciones fueron aglutinadas en la revisión de la literatura llevada a cabo por Li y Keller (2018), donde se abordaron las etapas educativas de primaria y secundaria, universidad y escuelas técnicas.

Por último, en el capítulo siguiente se aglutinan las investigaciones que sustentan teóricamente al modelo ARCS cuando se trabaja con Realidad Aumentada en el campo de educación. Para ello, se ha elaborado una revisión sistemática de la literatura que analice la repercusión que tiene esta tecnología educativa en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes de la etapa de Educación Secundaria.

3.3.2 Descripción del modelo ARCS

Según Keller (1987, 2010) el desarrollo del modelo ARCS fue por la responsabilidad que asumían los docentes dentro del ámbito educativo. En este sentido, los profesores se limitaban únicamente a explicar contenido y enseñar habilidades, dejando la responsabilidad final del proceso de aprendizaje a expensas de los estudiantes. Por tanto, dicho modelo está estrechamente ligado al campo de la educación, donde tiene una perspectiva de resolución de problemas dirigidos hacia una mejora de la motivación del alumnado. Para ello, es necesario fijar unos objetivos que se puedan medir, desplegar

métodos y estrategias idóneas y usar materiales didácticos previamente diseñados según las características del grupo. Este es el motivo por el cual el modelo ARCS se relaciona con el diseño instruccional con el propósito de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en docentes y alumnos (Keller, 1984). Aunque se desarrolló para entornos presenciales, tiene un comportamiento excelente en la modalidad online mediante el uso de ordenadores (Chang y Chen, 2015; Cook et al., 2009; Laurens-Arredondo, 2022; Londoño-Giraldo, 2011; Loorbach et al., 2015; Malik, 2014; Vázquez-Gama, 2021; Wang et al., 2020; Zang, 2017).

El modelo ARCS se basa en la motivación de logro o rendimiento y trata de conectar los comportamientos de los estudiantes con el conocimiento de modo que se puedan conseguir unas metas. Según Keller (2010) las expectativas son el mecanismo que alienta y le da sentido al estudiante durante el proceso de aprendizaje, la motivación está vinculada con las actividades a desarrollar y el éxito alcanzado con su logro. Este modelo identifica cuatro categorías que reflejan los elementos y estrategias fundamentales que deben estar presentes en la motivación de los estudiantes:

1. **Atención:** siendo el primer elemento, se contempla como un paso previo y vital para el proceso de enseñanza. Este componente alude a que las tareas deben captar y mantener el interés de los estudiantes durante todo el proceso de aprendizaje, de esa forma, se consigue la meta marcada (Keller, 1987). En este, es necesario conocer las particularidades del estudiante y sus emociones para avivar su curiosidad por los contenidos, sin olvidar el agobio que pueden llegar a sentir ante tanta estimulación (Córcoles-Charcos et al., 2023). Asimismo, los materiales diseñados deben tener una buena estructura e incorporar ilustraciones que realcen la atracción de los estudiantes (Gutiérrez-Pinzón, 2016). Para mantener la atención y fomentar el interés del estudiante durante el proceso de enseñanza se deben utilizar recursos como retos, videojuegos, juegos. Se parte de la base que estos materiales no pueden ser una distracción para el alumno, sino un complemento (Reigeluth, 2013). En el presente trabajo se incluye una herramienta innovadora como es la Realidad Aumentada.
2. **Relevancia:** Esta categoría tiene como propósito incrementar la motivación del estudiante de modo que los conocimientos se pueden relacionar con las metas o con la resolución de problemas de la vida real. Además, esta relevancia o pertinencia puede estar en la forma en qué se transmiten los contenidos (Keller,

1987). La vinculación de dichos contenidos se debe hacer con los conocimientos previos, experiencias o necesidades del propio alumno (González-Vides, 2017; Ospina y Garzón, 2023).

3. **Confianza:** El éxito en las tareas puede ser debido a agentes internos (habilidades y esfuerzo) o externos (suerte y dificultad). Estas particularidades hacen que los estudiantes se consideren capaces o no de lograr los objetivos, es decir, si un alumno considera que el éxito es posible, desarrolla una involucración mayor que en el caso contrario (Keller, 1987). Por tanto, el docente debe diseñar las tareas teniendo en cuenta las estrategias que el alumno debe seguir para alcanzar el éxito. Estas estrategias que producen en el alumnado altas expectativas para conseguir el éxito es lo que se denomina confianza (Vázquez-Gama, 2021). Por último, es necesario destacar el nivel de dificultad que presentan las actividades, pues si éste es bastante elevado, la motivación del alumno decrece.
4. **Satisfacción:** Esta última categoría indica la gratificación o el agradecimiento que recibe el estudiante por los resultados obtenidos mediante un eligió del profesor, un sentido de logro o entretenimiento, es decir, no se trata de la recompensa de unas buenas calificaciones sino un sentimiento de satisfacción personal (Keller, 1987). En este sentido, el estudiante debe sentir que sus capacidades y habilidades son productivas o beneficiosas para la resolución de las tareas (Laurens-Arredondo, 2022). Esto supone un enorme desafío para los docentes, ya que deben conocer aspectos personales de sus alumnos para poder proporcionar elementos intrínsecos o extrínsecos que alcancen la satisfacción de estos (Cuero-Sandoval, 2017).

Por tanto, el modelo ARCS se puede contemplar como una guía, que permite analizar las particularidades de la motivación de los estudiantes y llevar a la práctica una sucesión de estrategias de motivación en cada uno de los grupos. De esta forma, se le considera un modelo educativo vinculado con el diseño instruccional con el objetivo de orientar a docentes a diseñar y programar las implementaciones realizadas dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje (Galicia-Alarcón et al., 2014).

3.3.3 Estrategias motivacionales del modelo ARCS

Las estrategias motivacionales son las que procuran conservar el ambiente intelectual y emotivo imprescindible, haciendo hincapié en el desarrollo de logros. Por

supuesto, mejoran la motivación y las conductas de los estudiantes en el proceso de realización de actividades de aprendizaje (Huacón-Carranza et al., 2023). Además, estas estrategias deben ser propuestas y seguidas en las implementaciones llevadas a cabo por los docentes, con el fin de estimular la motivación del alumno, siendo capaz de dirigir éste su propia conducta (Dörnyei, 1994).

Según Poggioli (2009) las estrategias de motivación son los distintas tareas y procesos que llevan a cabo los alumnos con el objetivo de establecer y conservar un clima adecuado de trabajo durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Además, es necesario que coincidan tres condiciones para que se produzca la motivación: conductas adecuadas de estudiantes y alumnos, ambiente agradable y buena relación en el aula y una clase unida con normas de convivencia apropiadas (Dörnyei, 2001; Maldonado-Alegre et al., 2023).

El modelo ARCS recomienda utilizar algunas estrategias de motivación para alcanzar una implementación adecuada y correcta de cada una de sus categorías. Estas estrategias conformen un diseño de motivación para el aprendizaje y el rendimiento académico (Francom y Reeves, 2010; Keller, 2010). A continuación, se detallan cada una de las subcategorías y estrategias de motivación que se pueden llevar a cabo en el proceso educativo.

1. **Atención.** La curiosidad y el interés del estudiante se debe captar y mantener a través de tres técnicas básicas (Chimento, 2016; García-Peralta y Gutiérrez-Priego, 2013).
 - **La excitación perceptual** mediante el uso de ejemplos del mundo real o preguntas difíciles que estén relacionados con el contenido a tratar y el contexto del estudiante, la utilización de eventos novedosos o sorprendentes, el humor en pequeñas dosis, la incongruencia al estar en contra de experiencias pasadas y el conflicto al conceder puntos de vista opuestos (Mendoza y Godoy, 2010).
 - **La excitación inquisitiva** a través de tareas prácticas o juegos de rol que fomenten la participación activa, y por medio de preguntas que permitan trabajar el pensamiento crítico o la lluvia de ideas para desarrollar las competencias de investigación. La complejidad de las actividades debe ser moderada y de esta forma se puede introducir niveles de desafío para

potenciar la motivación intrínseca del estudiante (Kashdan y Fincham, 2004).

- **Variabilidad:** modificar los métodos de presentación de contenido con vídeos, animaciones, lecturas breves o debates grupales, introducir medios de información e interacción como los foros de discusión y mini conferencias, variar las tareas y materiales utilizados cada cierto tiempo, adecuar el estilo de aprendizaje según las características individuales del alumnado (Kovalchick y Dawson, 2004).

2. Relevancia. El sentido y el significado del logro se puede buscar mediante tres métodos esenciales para proporcionar la pertinencia (Chimento, 2016; García-Peralta y Gutiérrez-Priego, 2013).

- **Metas orientadas:** el beneficio y la justificación del aprendizaje deben estar plenamente especificado en los objetivos, de tal manera que los estudiantes conozcan las ventajas de la adquisición de los contenidos. Asimismo, el estudiante debe entender la relación de dichos contenidos con la utilidad futura. De esta manera, el estudiante se define unas metas parciales en función de sus propios objetivos (McRobbie y Tobin, 1997).
- **Desafíos motivadores:** los docentes deben conocer si el proceso de aprendizaje se está alcanzado por los logros, el poder o la afiliación. Para ello deben evaluar a sus estudiantes aprovechando la dinámica de progreso. También es importante que el alumno pueda elegir y adaptar su propio método de instrucción durante el desarrollo de un trabajo, así como la organización y estrategias a seguir (Martens et al., 2004).
- **Familiaridad:** el contenido o la información nueva debe tener una redacción adecuada y sencilla, pero a la vez que incluya términos y ejemplos relacionados con las experiencias o conocimientos previos de los estudiantes. De esta forma, el alumno establece conexiones entre lo aprendido y lo que toca aprender. Además, incluya modelos cercanos que tengan una vinculación con los contenidos a introducir. Estos modelos pueden ser oradores invitados para que asistan de forma presencial u online, o los propios alumnos de cursos superiores (Hardré, 2008; Herndon, 1987; Kontoghiorghes, 2002).

3. Confianza. Ayuda a los estudiantes a entender su posibilidad de éxito, siempre que esté dentro de unos márgenes alcanzables. Para conseguir este propósito se

disponen de tres modos (Chimento, 2016; García-Peralta y Gutiérrez-Priego, 2013; Mendoza y Godoy, 2010).

- **Requerimientos de aprendizaje:** explicar a los estudiantes los objetivos, estándares de aprendizaje, competencias y criterios de evaluación para que sean conscientes de lo que se espera de ellos, y así puedan fijar expectativas alcanzables para el éxito.
 - **Expectativas de éxito:** dar a los estudiantes itinerarios con dificultad progresiva que les permitan dar pequeños pasos durante el proceso de aprendizaje, y así puedan sentir el éxito. Además, se debe estar continuamente proporcionando comentarios al alumno de los puntos fuertes y débiles de las distintas tareas y las atribuciones internas de cada, puesto que esta retroalimentación mejora su rendimiento.
 - **Control personal:** el éxito logrado no puede ser debido únicamente a factores externos, por lo que, es necesario que los estudiantes tengan algún tipo de control sobre el proceso de aprendizaje y evaluación, para que sus factores internos como su competencia y su esfuerzo personal afecten al éxito alcanzado.
- 4. Satisfacción.** El aprendizaje debe ser reconfortante y ameno. Hay tres modos de potenciar la satisfacción de los estudiantes (Csikszentmihalyi, 1996; Keller y Suzuki, 2004).
- **Simulaciones:** promover que las habilidades adquiridas son provechosas para los estudiantes. Esto se consigue creando oportunidades donde el alumno pueda implementar dichas habilidades en un contexto real (Reuben, 1999).
 - **Retroalimentación y reforzamiento:** otorgar comentarios positivos o elogios a los estudiantes en función de su trabajo desarrollado, dejando a un lado las puntuaciones o metas. Asimismo, se pueden decir comentarios de refuerzo, aunque no de forma continuada, puesto que podría suponer el abandono de la actividad (Bonk y Wiley, 2020; Moshinskie, 2001; Song y Keller, 2001).
 - **Equidad:** aplicar los mismos estándares de evaluación y criterios a todos los estudiantes. Esto se puede conseguir mediante la utilización de rúbricas, que deben ser compartidas y comprendidas por el alumnado (Chimento, 2016; García-Peralta y Gutiérrez-Priego, 2013).

A modo resumen se aglutinan cada una de las categorías con sus respectivas subcategorías y estrategias de motivación de forma que se pueda comprender el diseño instruccional del modelo ARCS (Tabla 3).

Tabla 3

Categorías, subcategorías y estrategias motivacionales del modelo ARCS

Categoría	Subcategoría	Estrategias motivacionales
Atención	Excitación perceptual	Ejemplos del mundo real Humor Incongruencia y conflicto
	Excitación inquisitiva	Participación Investigación
	Variabilidad	Distintos métodos y enfoques
Relevancia	Metas orientadas	Valor actual Utilidad futura
	Desafíos motivadores	Necesidad de juego Elección
	Familiaridad	Experiencia Modelado
Confianza	Requerimientos de aprendizaje	Comunicar objetivos y requisitos previos
	Expectativas de éxito	Facilitar el crecimiento personal Proporcionar retroalimentación
	Control Personal	Otorgar control a los alumnos
Satisfacción	Simulación	Consecuencias naturales
	Retroalimentación y reforzamiento	Recompensas inesperadas Resultados positivos Influencias negativas
	Equidad	Programación

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, todo lo que acontece en el proceso de enseñanza y aprendizaje (programaciones didácticas, criterios de calificación y evaluación, materiales didácticos, ...) debe seguir las directrices marcadas anteriormente y proporcionar distintos recursos según la capacidad cognitiva del estudiante. En este sentido, se deben amoldar las estrategias de motivación a las distintas situaciones que se pueden presentar en el aula, con el propósito de generar y mantener la motivación y el interés de los estudiantes.

3.4. Motivación y rendimiento académico

Este apartado aborda los aspectos motivacionales que influyen positivamente en el rendimiento académico de los estudiantes y la relación entre ambos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje (Citarrella et al., 2020). Además, la motivación puede determinar las causas de un bajo rendimiento como es el caso del fracaso escolar en multitud de jóvenes (Musitu et al., 2007). Para ello, se hace una breve introducción del concepto de rendimiento académico y sus distintos condicionantes, para posteriormente profundizar las variables motivacionales. Por último, se nombran las distintas investigaciones que han analizado estos dos factores de forma conjunta.

3.4.1 Definición de rendimiento académico

El concepto de rendimiento se dio a conocer en el sector económico-industrial, dado que se pretendía generar modelos que mejorasen la productividad de los trabajadores analizando la eficiencia en la jornada laboral. Posteriormente, se introdujo en otros campos, como por ejemplo el educativo, donde abarca a docentes, alumnos y centros educativos desde las primeras etapas hasta las últimas (Morales-Sánchez et al., 2016). Sin embargo, el concepto de rendimiento académico ha sido definido de tantas formas que no es fácil encauzar su significado, teniendo en cuenta la gran cantidad de relaciones que tiene con muchas variables (Risso-Migues et al., 2010).

Autores como Barca-Lozano et al. (2008) y Usán-Supervía y Salavera-Bordás (2018) definen el rendimiento académico como la agrupación de habilidades cognitivas, afectivas y sociales adquiridas por los estudiantes de forma continuada a lo largo de las distintas etapas educativas. Otra definición es la emitida por Abalde-Paz et al. (2009) que define al rendimiento académico como un constructo complejo con varias dimensiones que varía en función de las expectativas y logros de cada actividad educativa. En este

sentido, Caso-Niebla y Hernández-Guzmán (2007) y Tilano et al. (2009) lo definen como la medida de las metas académicas logradas. En la misma línea, Wirthwein et al. (2013) y Morales-Lagunes, (2023) indican que el rendimiento académico son las metas alcanzadas en un contexto social o académico.

Según Torres-Velázquez y Rodríguez-Soriano (2006) el rendimiento académico es el nivel de competencias alcanzadas en una asignatura concreta dentro de un curso escolar. Algo similar postulan Jiménez-Morales y López-Zafra (2009) pues indican que el rendimiento académico es la evaluación de los conocimientos demostrados en una materia en comparación con el respectivo nivel académico y edad. Otros autores como García-Bacete y Doménech-Betoret (2002) destacan la importancia de conocer la parte interna del estudiante, es decir, sus propias convicciones y capacidades para solventar con éxito las distintas actividades.

Por otro lado, hay muchas formas de evaluar y cuantificar el rendimiento académico, pero destacan especialmente las pruebas de aptitudes (Bernardo et al., 2009; Cupani y Lorenzo, 2010; Navas-Martínez et al., 2012), el número de materias aprobadas en un curso lectivo por un estudiante (Casillas et al., 2012; Miñano-Pérez y Castejón-Costa, 2011; Plata-Zanatta et al., 2014; Orgilés et al., 2014). Otras formas de cuantificar el rendimiento académico son las pruebas estandarizadas (Carmona-Rodríguez et al., 2011), el número de suspensos o cursos repetidos (Pérez-Fuentes et al., 2011; Hernando-Gómez et al., 2012), la cantidad de tiempo utilizado en función de los suspensos conseguidos (Bringas-Molleda et al., 2009) o la combinación de varios (Rosário et al., 2012).

La dificultad que presenta la medición o cuantificación del rendimiento académico ha supuesto todo un reto para los investigadores a lo largo de los años debido a la complejidad que supone. En este sentido, las notas del estudiante son el indicador más evidente y tangible, no obstante, es importante resaltar que las calificaciones no muestran exactamente los objetivos, competencias y habilidades adquiridas del estudiante en relación con la asignatura, el docente o la dinámica de grupo (Mendoza-Gallo, 2023). Dichas calificaciones no suelen recoger todos los casos posibles durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, tales como la participación del alumno, el interés mostrado, la conducta adoptada, el comportamiento con el grupo, la implicación en la materia, etc. (Adell, 2006).

En relación con este indicador, el estudio realizado por Corredor-García y Bailey-Moreno (2020) incluía a parte de dichas calificaciones, una nota personal sobre los aspectos a mejorar en las distintas actividades. En las conclusiones de dicho estudio se afirmó que el bajo rendimiento de los estudiantes fue debido a la incomprensión de los contenidos y de las tareas propuestas. Sin embargo, las calificaciones siguen siendo el vaticinador más estudiado, analizado e investigado en referencia al rendimiento académico (Barca-Lozano, 2011; Quevedo-Blasco y Quevedo-Blasco, 2011; Córdoba-Caro et al., 2012; Reyes-Carrión et al., 2023).

En países como España, se evalúa de forma genérica el rendimiento académico de los estudiantes mediante las pruebas TIMMS (*Trends in International Mathematics and Science Study*), PIRLS (*Progress in International Reading Literacy Study*) o PISA (*Programme for International Student Assessment*). La primera trabaja de forma comparativa los currículos prediseñados, implementados y logrados en base a las competencias cognitivas de los estudiantes en las materias de matemáticas y ciencias. La segunda prueba estudia las habilidades lectoras de los estudiantes en base a varios procedimientos de comprensión. Por último, la tercera prueba de cuantificar el rendimiento académico de los estudiantes que finalizan la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en diversas áreas (Jerez-Carrillo, 2021).

En suma, el rendimiento académico se puede definir como la valoración conjunta de las competencias y habilidades adquiridas en cualquier etapa educativa. De esta forma, el estudiante presenta unas capacidades y conocimientos que han sido adquiridos mediante el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante interacciones con docentes y otros estudiantes (Fiestas-Mejía y Founes-Mendez, 2023). Esta evaluación necesita de recursos, materiales didácticos o dispositivos tecnológicos para lograr o no el rendimiento académico deseado. Asimismo, la gran dificultad reflejada en relación con la cuantificación y evaluación del rendimiento académico ha hecho que multitud de investigaciones no tengan un patrón claro y conciso. No obstante, el patrón más utilizado para la medición del rendimiento académico son las calificaciones. Por tanto, este estudio aborda el análisis del rendimiento académico mediante la comparativa de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en los distintos grupos (experimental y control).

3.4.2 Factores condicionantes del rendimiento académico

El rendimiento académico de los estudiantes es condicionado por múltiples factores y variables, por lo que dada su complejidad se pueden desarrollar varias clasificaciones en función de las investigaciones llevadas a cabo (Adell, 2006; Tigre-Atienza y Vilchez, 2022). En este sentido, se describen varios estudios donde se observan las distintas variables que han sido analizadas en base al rendimiento académico a lo largo de los últimos 30 años.

Un estudio realizado por Bricklin y Bricklin (1988) determinó que el aspecto del alumno y el nivel de cooperación tenían gran repercusión en la opinión de los docentes sobre los mejores estudiantes y por consiguiente impactaba en su rendimiento escolar. Otro estudio llevado a cabo por Maclure y Davies (1994) afirmó que los estudiantes que mostraban un retraso escolar, era debido a su capacidad cognitiva momentánea, por lo que, se podía revertir la situación, ya que no dependía del nivel cultural.

El estudio llevado a cabo por Muñoz (1993) trató de plasmar la incidencia de múltiples factores de naturaleza psicológica en el rendimiento académico en estudiantes becados de nivel superior. Entre los indicadores se analizaron el coeficiente intelectual, la actitud, la aceptación alumno-profesor, la organización, la concentración, la memoria, el manejo de textos, la realización de trabajos y apuntes, los exámenes y la integración de las familias. Los resultados que presentó indicaron que hay una diferencia significativa en todos los factores intelectuales de los alumnos de alto rendimiento académico y los de bajo, sin embargo, en la integración familiar no se apreció dicha diferencia. Por tanto, se concluyó que los factores cognitivos juegan un papel fundamental en el proceso de aprendizaje puesto que se alteran en un determinado grado de rendimiento académico.

Por otro lado, Markowa y Powell (1997) afirman que los estudiantes basan su rendimiento académico en función del estilo de aprendizaje que hayan trabajado en el aula, es decir, los alumnos aprenden de maneras distintas, por tanto, es ideal adecuar el estilo de aprendizaje a cada estudiante. No obstante, estos autores aseguran que no existe un estilo que potencie más el rendimiento que otro, puesto que la efectividad de estos depende del alumno. Otro estudio relevante fue el realizado por Martínez-Otero (1997), que tomó en consideración los factores de conocimientos previos, motivación, aptitudes intelectuales y utilización de técnicas de estudio correctas, para conocer como influían en el rendimiento académico. Asimismo, recalcó que se debe tener en consideración las

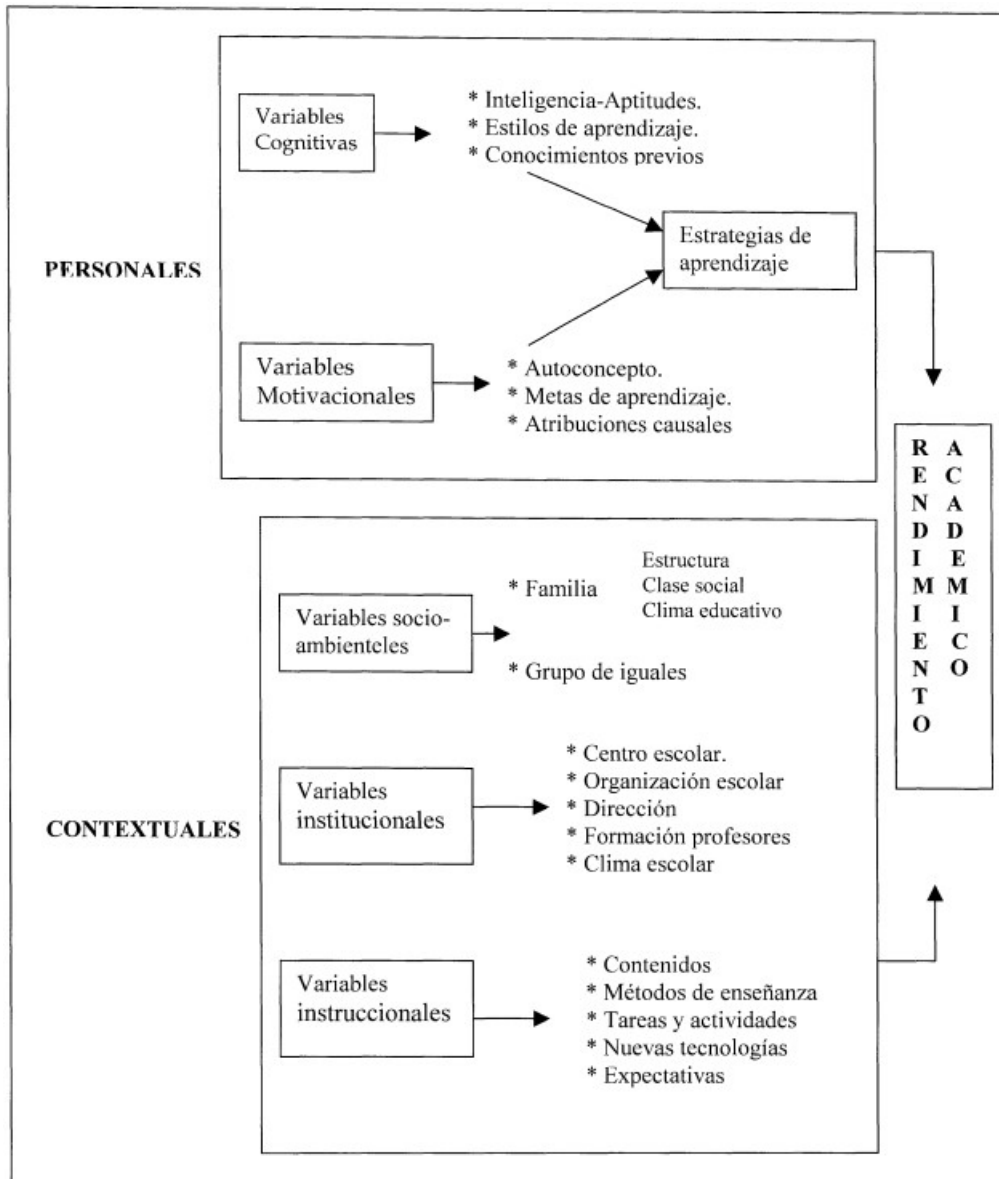
variables familiares y la relación entre alumno-profesor, puesto que la aptitud del estudiante hacia el aprendizaje depende en gran medida de la aptitud del docente hacia sus alumnos.

Para Álvarez et al. (1998), dos de las grandes causas del bajo rendimiento académico de los estudiantes son la ansiedad, ya que limita la capacidad cognitiva del alumno en término de procesamiento y retención de información, y la falta de motivación. Paralelamente, González-Fernández (2005) también incluye en su investigación la falta de motivación como factor condicionante del rendimiento académico, y cita algunas de las causas que han producido esta circunstancia: la perspectiva del alumno sobre la dificultad de las tareas y su nula o casi nula capacidad para resolverlas, el convencimiento de que la estrategia seguida no alcanza los logros marcados y el sentimiento de debilidad lo que produce una gran falta de control. Todo esto trae consigo una desmotivación hacia el desarrollo de las actividades y una conducta poco apropiada ante el aprendizaje, lo que se traduce en una disminución del rendimiento académico. El otro factor mencionado por Álvarez et al. (1998) la ansiedad, fue posteriormente analizado por Contreras et al. (2005), quien afirmó que aparece debido a las opiniones que el propio estudiante tiene de sí mismo en cuanto a su capacidad cognitiva. En este sentido, el alumno está constantemente reflexionando sobre su incapacidad personal, la dificultad de las tareas y los posibles errores, lo que trae consigo un aumento de la ansiedad por el miedo al fracaso y por consiguiente un descenso de su rendimiento académico.

La investigación llevada a cabo por González-Pienda (2003) aportó una clasificación clara y precisa de las variables que intervenían en el rendimiento académico. De tal forma, que distribuyó los factores en dos niveles: el personal y el contextual, que se subdividían en más categorías. El factor personal comprendía variables cognitivas, donde se podía encontrar la inteligencia, las aptitudes, los estilos de aprendizaje y los conocimientos previos; y variables motivacionales, que incluían el autoconcepto, las metas de aprendizaje y las atribucionales causales. Respecto al factor contextual agrupaba las variables socioambientales como la familia con todo lo que conlleva y el entorno cercano; las variables institucionales que incorpora a los docentes, el centro educativo, el ambiente del aula y del centro, la organización y dirección; y las variables instruccionales que hacen referencia a los contenidos, las tareas, los métodos de enseñanza y las nuevas tecnologías (Figura 24).

Figura 24

Condicionantes del rendimiento académico



Nota. Adaptado de El rendimiento escolar. Un análisis de las variables que lo condicionan (pp. 247-258), por González-Piensa., 2003. *Revista Galego-Portuguesa de Psicología e Educación*, 7(8). <https://bit.ly/3SI5DRO>

A lo largo de los siguientes años, se han desarrollado investigaciones que han agrupado algunas de las variables anteriormente mencionadas. Por ejemplo, algunas variables cognitivas como la inteligencia y las aptitudes del estudiante han sido abordados por Deary et al. (2007) y Goleman (2012). Otras variables dentro del nivel cognitivo-personal como las estrategias y los estilos de aprendizaje han sido estudiadas por Ruíz-Ruíz et al. (2006). Por otro lado, Mills et al. (2007) han estudiado la repercusión de las

variables motivacionales en el rendimiento académico, y particularmente el autoconcepto ha sido analizado por Long et al. (2007).

En referencia a las variables contextuales, la investigación llevada a cabo por García-Jiménez et al. (2000) ha examinado las variables institucionales y el estudio de Prieto-Quezada y Carrillo-Navarro (2009) el ambiente en el aula. Otros estudios interesantes dentro del contexto educativo han sido los desarrollados por Sirin (2005) y por Marchesi-Ullastres y Martín-Ortega (2002), quienes investigaron sobre la influencia del nivel socioeconómico, cultural y educativo de las familias. A estos aspectos familiares, Oliva et al. (2007) le añadieron las variables socioambientales para conocer el peso de todas ellas en el rendimiento académico.

El trabajo presentado por Portolés-Ariño y González-Hernández (2015) abordó los indicadores de salud física y psicológica como variables que repercutían en el rendimiento académico. Los resultados obtenidos confirmaron que la salud física, analizada a través de la práctica de actividad física, las recomendaciones de sueño, el agotamiento mostrado y el compromiso adquirido, junto con el bienestar psicológico en el aula contribuyó en una mejora del rendimiento académico de los estudiantes reflejado por una mejor eficacia en las tareas y calificaciones.

En los últimos años, se han abordado principalmente investigaciones sobre variables cognitivas y motivacionales. El estudio realizado por Martínez-Herrera (2018) analizó los hábitos de estudio en su impacto en el rendimiento escolar. Otros trabajos desarrollados por Toscano-Ruíz et al. (2019) y Padilla-Fuentes y Rodríguez-Garcés (2019) plantearon la variable del clima escolar como indicador del rendimiento escolar del alumno. Las nuevas tecnologías también han jugado un papel muy importante en la educación. En este sentido, investigaciones recientes realizadas por González-Vidal (2021) y Romero-Gutiérrez y Zambrano-Ortega (2023) investigaron la repercusión que podía tener en el rendimiento académico del estudiante.

En definitiva, han sido muchas las investigaciones que han analizado la repercusión e influencia que muestran las distintas variables, ya sean de forma colectiva, grupal o individual, en el rendimiento académico de los estudiantes. No obstante, son tantos los factores y las circunstancias de cada estudio, que no se puede seguir ningún patrón concreto, ya que el crecimiento o la disminución del rendimiento académico de un

alumno depende de sí mismo, del ambiente establecido, de una situación familiar determinada y de unas estrategias metodológicas definidas.

3.4.3 Relación entre motivación y rendimiento académico

Una vez que se han definido las distintas variables que influyen en el rendimiento académico junto con la multitud de investigaciones que corroboran dicha repercusión, es hora de centrar la investigación en los dos factores que se abordan en este trabajo: la motivación y el rendimiento académico. Durante muchos años las variables cognitivas han sido las más analizadas en el proceso de aprendizaje, pero en la década de los noventa aumentaron los trabajos donde se buscaba la influencia de la vertiente motivacional en el diseño de modelos congruentes que expliquen el rendimiento académico (Boekaerts, 1996; Borkowski y Thorpe, 1994; García, 1995; García y Pintrich, 1994; Pintrich, 1994; Pintrich et al., 1993; Pressley et al., 1992; Schunk y Zimmerman, 1994). No obstante, para estos autores, es necesario que haya una relación entre lo cognitivo y lo motivacional de cara a obtener una mejora del rendimiento académico.

La motivación es uno de los factores que más problemática está causando en los centros educativos, debido al desinterés que muestran los alumnos, especialmente los estudiantes de Educación Secundaria (Amores-Valencia y De-Casas-Moreno, 2019; Cedeño-Salavarría y Jama-Zambrano, 2023). En este aspecto, la motivación trata de activar los comportamientos del alumnado hacia unos logros y metas, siempre que haya detrás un esfuerzo durante el proceso. Por ese motivo, la motivación engloba muchas variables como las expectativas de logro, las atribuciones relativas, el autovalor, la autoestima y el autoconcepto (González-Pienda, 2003; Medina-Gorozabel y Giler-Medina, 2023).

Por otro lado, hay dos grandes enfoques en la motivación que son los encargados de condicionar la conducta de los estudiantes: el efecto del éxito y la evasión del fracaso. En este sentido, la teoría de la motivación de Weiner (1986) expone que la conducta motivada se obtiene en base a las posibilidades de alcanzar unas metas y el valor de estas. Estas dos componentes son las responsables del éxito o fracaso de un alumno, y vienen establecidas por las atribuciones relativas que tiene el propio estudiante de sí mismo. Por tanto, Weiner (1985, 1986) define a las atribuciones como el mayor condicionante de la motivación en cuanto a los resultados y rendimiento académico del alumno. Hay multitud de investigaciones que confirman esta conclusión, que la atribución por causas internas y

el rendimiento académico han determinado relaciones significativas y positivas (Alonso-García et al., 1996; Valle-Arias et al., 1998; Vidal-Chica, 2023), sin embargo, algún estudio no certifica la relación directa entre la atribución de causalidad y el rendimiento (Castejón et al., 1996; Espinoza-Catalán y Albornoz, 2023). La diferencia de conclusiones entre estos y otros autores puede ser debida a las distintas muestras, metodologías, instrumentos de recogida de dato, y a la no inclusión de otras variables importantes como el autoconcepto (Covington, 1992; Díaz-Amado et al., 2023).

En referencia al autoconcepto, las investigaciones realizadas se enfocaron en el comportamiento académico del estudiante, debido a la importancia de conocer cómo se obtiene las metas académicas y en qué contexto se consiguen (Arrivillaga-Hurtado et al., 2023; González-Pienda et al., 1997). Dichos estudios confirmaron la relación existente entre autoconcepto y el rendimiento académico de los estudiantes, sin embargo, sigue habiendo dudas entre los procesos que posibilitan dicha relación y la direccionalidad de esta. De tal forma que hay investigaciones que corroboran la reciprocidad entre el autoconcepto y el rendimiento académico (Marsh y Yeung, 1997; Moronta et al., 2023) y otras que exponen la unidireccional del rendimiento sobre el autoconcepto de los estudiantes (Cardozo et al., 2023; Helmke y Van Aken, 1995).

Por todo lo acontecido, se puede afirmar que existe una relación entre el rendimiento académico y las variables motivacionales que es determinante en el proceso educativo (Alonso-Tapia y Ruíz-García, 2007; Barca-Lozano et al., 2012; Hernández-Rubio, 2023; Mascarenhas et al., 2005; Martín et al., 2008; Miñano-Pérez y Castejón-Costa, 2008). Según Cury et al. (2006) dentro de las variables motivacionales se debe destacar la motivación intrínseca por su alto grado de incidencia. Además, Hustinx et al. (2009) afirman que la repercusión de dichas variables motivacionales decrece según va acrecentando la edad de los estudiantes en el período adolescente. Esta afirmación fue apoyada por Navas-Martínez et al. (2012) y González-Valenzuela y Martín-Ruiz (2019) puesto que obtuvieron resultados similares en ese tramo de edad.

Según Núñez (2009) las habilidades y competencias de un alumno no son suficientes para mejorar su rendimiento académico, sino que es necesario tener en cuenta su motivación. Esta afirmación viene a ensalzar la importancia de la motivación en el rendimiento de un estudiante, puesto que no depende exclusivamente de los conocimientos y habilidades que posea (Ledesma-Silva y Cobos-Reina, 2023). De igual

modo, Garrido-Macías et al. (2013) afirma que el efecto de la motivación sobre el rendimiento académico de un alumno crece cuanto mayor sea su autoestima y su valoración de las tareas.

Teniendo en cuenta la gran variedad de tipos de motivación y su relación con el rendimiento académico, hay estudios que se enfocan en alguna concreta y otros que abordan varias. Por ejemplo, Valle et al. (2015) expuso que los estudiantes que presentaban un rendimiento académico elevado poseían un alto grado de motivación intrínseca, una apreciación de utilidad superior de las tareas y dedicaban el tiempo justo y necesario para el desarrollo de las estas. No obstante, existen investigaciones donde se pone en duda la relación exclusiva entre la motivación intrínseca y el rendimiento académico, hasta tal punto, que exponen que dicha relación se fija únicamente con la motivación extrínseca (Anderman et al., 2010; Vidal-Chica, 2023).

En conclusión, las variables motivacionales que están sujetas a los tipos de motivación están directamente relacionadas con el rendimiento académico (Mendoza-Gallo, 2023). En esta ocasión, se puede afirmar que la motivación intrínseca y extrínseca pueden ser abordadas de forma conjunta o separadas, ya que no son contrapuestas en base a los rendimientos académicos que presentan los estudiantes (Usán-Supervía y Salavera-Bordás, 2018). Las diferencias mostradas son debidas al contexto educativo donde se trabaja, su metodología, tareas, etc. (Alexandris, 2013). Por lo tanto, es vital seguir analizando la relación entre la motivación y el rendimiento académico, para conocer con más detalle los factores interrelacionados y así mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Jerez-Carrillo, 2021).

3.5. Pautas de intervención en el aula

Tras los grandes cambios que ha desarrollado la sociedad en estos últimos años, es necesario incorporar, adaptar y adecuar una serie de pautas al ámbito educativo, con el propósito de crear escenarios de aprendizaje más atractivos para los estudiantes. Por este motivo, aparece la obligación de incorporar unas pautas de motivación en el aula, que produzcan un efecto positivo en el aprendizaje (Agramonte-Pineda, 2023). Según Rodríguez et al. (2010) se debe utilizar las siguientes estrategias: aprendizaje colaborativo, debates, materiales didácticos atractivos y dispositivos tecnológicos, ya que afianzan la motivación en el aula. Otros autores como Lazo-Santibáñez (2012) afirman

que los docentes deben organizar las sesiones, realizar tareas e incorporar recursos visuales cada curso escolar, de esa forma, el docente muestra interés por su trabajo lo cual repercute en la motivación del alumno.

Según Carrillo et al. (2009) las posibilidades para hacer que el proceso de aprendizaje sea más motivador son: interés por el contenido de la tarea, el aprendizaje cooperativo, el sentimiento de competencia, el proyecto personal, el sentir respaldo del docente y de los compañeros.

- **Interés por el contenido de la tarea:** El alumno debe sentir curiosidad hacia el tema que se pretenda abordar, de esta forma no ve el aprendizaje como un gran esfuerzo.
- **El aprendizaje cooperativo:** Fomenta la motivación gracias a las relaciones entre compañeros, ya que deben trabajar conjuntamente para alcanzar un objetivo en común.
- **El sentimiento de competencia:** Es uno de los pilares de la motivación, puesto que hace pensar a los estudiantes que son capaces de resolver tareas y por consiguiente de aprender, lo que hace que tenga sentido el esfuerzo empleado.
- **El proyecto personal:** Es complicado hacer ver a los estudiantes que se trata de su propio futuro y que con la gran competitividad que hay en el mercado laboral es necesario que se involucren en él lo máximo posible. De ahí que la mayoría piense que está dentro del proceso de aprendizaje por pura obligación.
- **El sentir respaldo del docente y sus compañeros,** este autor indica que el clima del aula y, por tanto, la interacción mutua entre alumno-docente y alumno-alumno potencia sin ninguna duda la motivación por aprender. Es algo evidente que un alumno que está en un ambiente de trabajo distendido, responsable y en continua interacción produce un efecto positivo sobre éste.

Por otro parte, Arana et al. (2010) expone las siguientes estrategias motivacionales en relación con la presentación y organización de las tareas y en relación con la retroalimentación y el modelado del docente.

- **Presentación y organización de tareas:** Es vital activar la curiosidad del alumno por sus contenidos e indicar la importancia de estos. Así el estudiante despierta su interés por una actividad nueva o por la finalización de esta y por el mero hecho de mejorar sus competencias y habilidades. Esto se consigue con la introducción

de aspectos sorprendentes, incongruentes o desafiantes y con la incorporación de ejemplos o experiencias cercanas. En cuanto a la organización de la tarea, se puede desarrollar mediante una forma muy motivadora como es la cooperación.

- **Los mensajes que los docentes transmiten a sus alumnos:** Deben orientar el interés hacia el proceso, potenciando los puntos bien desarrollados y otorgando una retroalimentación positiva en los puntos débiles. De esa forma, el estudiante comprende que el éxito depende causas internas. Por último, los comportamientos y criterios del docente, tanto académicos como sociales, deben ser idénticos para todos los estudiantes, sin ninguna distinción.

En base a las conductas transmitidas por docentes y familiares, Castellano (2012) señala que los alumnos están continuamente preguntando en el aula y en sus domicilios, pero ante las respuestas que reciben, disminuyen su interés. Por este motivo, los docentes y familiares deben ser los primeros reforzadores extrínsecos del proceso de enseñanza y aprendizaje. Aunque esta circunstancia les supone un aumento del estrés por una búsqueda continua de la exigencia, llegando alcanzar la frustración. Este hecho es inmediatamente captado por los estudiantes, lo que se traduce en una complicación del desarrollo de la motivación (Amores-Valencia, 2019).

Otros autores como Pintrich y Schunk (2006) y Picó-Lozano (2014) relatan varios principios para mejorar la motivación en el aula que se basan en el aprendizaje constructivista.

- **El estudiante como protagonista:** El propósito es que los alumnos sean el personaje principal de su propio aprendizaje, de manera que puedan participar de forma activa y tomar decisiones relevantes.
- **El trabajo colaborativo y cooperativo:** Es determinante que hay una interacción entre estudiantes y a su vez estos con el docente, de forma que la colaboración y cooperación sea responsable y adecuada entre todas las partes.
- **El uso de problemas reales:** Asignar tareas donde el estudiante se vea identificado y donde pueda aportar soluciones que sirvan posteriormente para su entorno, produce un efecto muy positivo sobre el interés por el aprendizaje.
- **El debate en el aula:** Los foros, presentaciones o discusiones en clase son una herramienta increíble para promover y acrecentar la motivación del alumno.

- **La utilización de la tecnología:** Estos dispositivos son una fuente de diversión si se trabajan en tareas desafiantes o en la creación de artefactos digitales. Además, es importante incorporar dicha tecnología a la creación de proyectos comunitarios.
- **El andamiaje:** Los docentes deben apoyar a sus alumnos en la nueva adquisición de conocimientos, de forma que puedan llegar a solventar las tareas por sí solos.
- **El respeto hacia el otro:** Escuchar, aportar y mejorar las propuestas del docente y otros compañeros es vital para garantizar un clima saludable para el aprendizaje, pero siempre respetando las ideas y propuestas ajenas.

En cuanto al actuar del docente en el aula, Junco-Herrera (2010) aporta algunas consideraciones que potencian la motivación del alumno durante el desarrollo de las tareas. El profesor debe exponer con claridad y concreción las tareas que los estudiantes realizan, explicando los objetivos a conseguir mediante unas metas de logro tales como el crecimiento personal y la utilidad futura. Asimismo, el docente tiene la obligación de otorgarle una importancia y funcionalidad a los conocimientos que se pretenden adquirir y a las tareas a realizar, de esa forma el estudiante conoce el valor actual del aprendizaje que está llevando a cabo. Por otra parte, el profesor debe informar del proceso de evaluación de forma minuciosa y rigurosa, lo que se traduce en la búsqueda de la autoevaluación del alumno. Por último, es necesario permitir al estudiante la posibilidad de elegir entre distintas actividades en función de su tipo o nivel de dificultad, ya que esto potencia su autorregulación y la autoeficacia.

En referencia al clima o ambiente de aprendizaje que debe existir en las aulas, Galanti (2016) considera los siguientes aspectos fundamentales para que sea positivo y beneficioso para el estudiante y para los docentes:

- **Refuerzos no verbales:** Las miradas y gestos en el aula ayudan a profundizar y reafirmar las palabras del docente. Además, un mal uso de estas gesticulaciones puede ocasionar un mal ambiente académico.
- **Potenciar las cualidades de los alumnos:** Consolidar las virtudes y los puntos positivos del estudiante, en lugar de reprender y amonestar los aspectos negativos. De esta forma, se potencia un reforzamiento positivo, buscando la autoexigencia.
- **Organización y rutina:** El desarrollo de tareas con un diseño adecuado y programable a lo largo de los temas, incide de manera directa y beneficiosa sobre

los puntos fuertes de los alumnos, pero a la vez, fomenten el pensamiento crítico y la creatividad de estos.

- **Vínculo alumno-profesor:** La interacción a través del diálogo constante entre el docente y el estudiante, aumenta la confianza de este último. Asimismo, crea un clima de aprendizaje óptimo, ya que se propaga la empatía entre todos ambos.

En suma, estas pautas se deben tener en cuenta para conseguir el interés del alumno durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Es relevante amoldar y adecuar los contenidos en función de los criterios mencionados y utilizar los recursos disponibles. Asimismo, la creación de proyectos donde se puedan integrar diversas materias con el objetivo de trabajar temas transversales es una de las propuestas más innovadoras que potencian la motivación del estudiante. No hay que olvidar que la no realización de estas prácticas por parte de los profesores puede ejercer en el alumnado conductas inapropiadas tales como agresividad, desmotivación, estrés (Román, 2013).

3.6. Resumen

En el presente capítulo se ha presentado una contextualización del concepto, las tipologías, las teorías y los modelos de la motivación, para posteriormente relacionar ésta con el ámbito educativo, especialmente con el rendimiento académico de los estudiantes. En una primera parte se ha puesto de manifiesto la definición de motivación en el concepto más amplio, para luego indagar en el campo de la educación desde el punto de vista de los estudiantes, pero teniendo presente la importancia del docente en este proceso.

A continuación, se hace una breve síntesis de los tipos de motivación bajo la perspectiva de la educación, tales como la motivación extrínseca, intrínseca, de logro o rendimiento y de competencia. Asimismo, se describe la motivación académica junto con los componentes motivacionales del valor, del afecto y de las metas. Esta última se ha profundizado al estar estrechamente ligada al rendimiento académico de los estudiantes a través de las calificaciones de estos, hecho que se aborda en el actual proyecto.

Seguidamente, se desarrollan las teorías más relevantes de la motivación en base a las cuatro perspectivas psicológicas abordadas en el campo de la educación. En este aspecto, se desgranar las teorías biológicas, conductuales, cognitivas y sociales, sin

embargo, se hace hincapié en teorías cognitivas como la teoría expectativa-valor, ya que esta teoría fundamenta el modelo motivacional utilizado en la presente investigación.

En referencia a este modelo de motivación instruccional ARCS de Keller (1987, 2010), se detalla su sustentación teórica, resaltando multitud de estudios de los últimos 30 años que apuestan por él. Una vez analizado, se describe dicho modelo motivacional junto con sus cuatro categorías: atención, relevancia, confianza y satisfacción, de tal forma que se le considera un modelo educativo vinculado con el diseño instruccional. Respecto a las cuatro categorías mencionadas, se especifican las respectivas subcategorías junto con las estrategias motivacionales que proporciona dicho modelo ARCS. Algunas de las citadas estrategias son utilizadas en el diseño instruccional planteado para la investigación.

Por otro lado, se abordan los aspectos motivacionales que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Para ello, se hace una breve introducción del concepto de rendimiento académico y sus distintos condicionantes, para posteriormente profundizar las variables motivacionales que son las que se tienen en cuenta en el presente trabajo. Asimismo, se nombran las distintas investigaciones que han analizado estos dos factores de forma conjunta en los últimos años.

Por último, se describen las pautas de intervención en el aula que se deben considerar para crear escenarios de aprendizaje más atractivos, de tal forma que produzcan un efecto positivo en los estudiantes. En este sentido, se profundizan pautas en base al contenido, la organización, la retroalimentación, la utilización de tecnología o el ambiente en las clases.

PARTE III.

ESTADO DEL ARTE

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Contenido del capítulo

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que está consiguiendo una mayor presencia en los centros educativos en la última década. Sin embargo, esta tecnología educativa no hay sido explorada en profundidad en la etapa de Educación Secundaria. Debido a esto, es imprescindible analizar y concentrar las investigaciones científicas desarrolladas en torno a esta tecnología educativa en dicha etapa. Por tanto, el objetivo de este capítulo es describir la influencia que muestra la Realidad Aumentada sobre la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes de esta etapa. Para ello, se ha llevado a cabo una revisión sistemática de la literatura mediante el protocolo Kitchenham y Charters (2007), donde se han analizado varios factores, tales como materias, actividades y dispositivos electrónicos de implementación, junto con los efectos sobre la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes. Se han utilizado las bases de datos de Scopus y Web of Science (WoS) para la búsqueda de los trabajos científicos, siendo analizados un total de 344 investigaciones entre los años 2012 y 2022. Las etapas metodológicas consideradas fueron el planteamiento de las preguntas de investigación, la elección de las fuentes de datos, las estrategias de búsqueda, los criterios de inclusión y exclusión y la evaluación de la calidad y, por último, la extracción y síntesis de datos. Los resultados obtenidos han reflejado que el uso de RA en el aula otorga mayores niveles de motivación, y mejores resultados en los test realizados a los grupos experimentales en contraposición con los grupos de control, lo que supone una mejora del rendimiento académico de los alumnos. En definitiva, esta investigación pone en evidencia la importancia de incorporar la Realidad Aumentada a todos los ámbitos y etapas educativas, puesto que supone una mejora significativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

4.1. Definición de revisión sistemática

Dentro de la tipología de revisiones literarias, la revisión sistemática es aquella que utiliza una metodología precisa para determinar, analizar e identificar de forma crítica todos los trabajos que presenten una vinculación con una pregunta de investigación concreta (Grant y Booth, 2009). Por tanto, se trata de un método sistemático para recopilar y exponer las investigaciones o estudios del campo elegido (García-Peñalvo, 2017). Según Sáenz (2001) la revisión sistemática es un tipo de revisión de la literatura donde se lleva a cabo una búsqueda meticulosa y precisa de los trabajos de investigación sobre una cuestión en particular y donde se plasman los resultados siguiendo un método sistemático. Otra definición de revisión sistemática es la otorgada por Gisbert y Bonfill (2004) donde especifican que son investigaciones científicas en sí mismas, puesto que cuenta con un procedimiento metódico donde se aglutinan estudios y se sintetizan sus resultados de forma justa.

De esta forma, el objetivo de una revisión sistemática es facilitar una evaluación exhaustiva que responda a una pregunta de investigación concreta mediante una metodología estricta, verídica y verificable (Kitchenham y Charters, 2007). Las principales ventajas de las revisiones sistemáticas según estos autores es la eliminación de resultados de literatura sesgados, la incorporación de datos verídicos sobre un tema específico si los resultados son consistentes y la posibilidad de agrupar datos con meta-análisis. Sin embargo, este procedimiento requiere un mayor esfuerzo, puesto que se debe configurar un protocolo adecuado.

4.2. Propósito de la revisión sistemática

En la sociedad actual, la utilización de dispositivos tecnológicos está presente en la mayoría de las actividades que realizan las personas a diario. Esto se debe en gran medida a la introducción de la tecnología en el proceso de desarrollo e implementación en multitud de campos (Huang y Liao, 2017; Juan et al., 2019; McLean y Wilson, 2019; Rezaee et al., 2021; Schaffernak et al., 2020). En este sentido, la educación no puede quedar relegada a un segundo plano, y mucho menos aún dejar de lado los nuevos dispositivos y herramientas tecnológicas existentes (Macías-González y Manresa-Yee, 2013). Por este motivo, el proceso de enseñanza y aprendizaje debe amoldarse a la

sociedad actual, para trabajar de forma paralela a las demandas de un mercado cada día más cambiante.

Bajo esta premisa, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son las herramientas que han supuesto una gran transformación de la vida diaria, sea cual sea el aspecto que se vislumbre. Este hecho junto con la creación de nuevos puestos de trabajo requiere la obligación de una formación continua, que produzca personas plenamente preparadas para los futuros cambios que se avecinan (Cabero-Almenara, 2015). Además, la introducción de tecnología educativa supone una potenciación de la motivación de los estudiantes, lo que se traduce en un mejor rendimiento académico (Area-Moreira et al., 2018; López-Chica et al., 2023).

Por otro lado, la poca o nula utilización de herramientas tecnológicas en el aula muestra niveles de motivación muy preocupantes, en especial en la Educación Secundaria, por lo que los docentes deben reconsiderar su postura en busca de un ámbito más adecuado a la realidad de sus estudiantes (Amores-Valencia y De-Casas-Moreno, 2019). Según Hernandez (2017) la falta de motivación de los estudiantes no solo es un obstáculo para el aprendizaje de conceptos, sino también un problema en la labor docente diaria de los docentes, porque los estudiantes están desatentos y a menudo genera desorden. En este entorno negativo, las tecnologías educativas desempeñan un papel importante porque pueden verse como una poderosa herramienta de motivación (Vedadi et al., 2017). Además, es fundamental formar a los estudiantes en el pensamiento crítico, haciendo hincapié en la parte reflexiva, así como dar mayores esfuerzos ante dificultades motivacionales y emocionales como las bajas expectativas, el desinterés y la alta presión de los estudiantes (Barroso-Osuna y Cabero-Almenara, 2013).

Una de las propuestas más atractivas, dinámicas e interactivas es la integración de la Realidad Aumentada en el aula, como así muestran los numerosos estudios en los últimos años. En referencia al origen del concepto, fue Azuma (1997) quien la definió como una tecnología que potencia la captación sensorial de las personas ya que es capaz de aunar elementos reales y virtuales en un escenario interactivo en tiempo real. En este sentido, la implementación de la Realidad Aumentada requiere trabajar con dispositivos tecnológicos como tabletas, teléfonos inteligentes y computadoras que generan la interacción entre usuarios produciendo unas experiencias empáticas (Cabero-Almenara y Barroso-Osuna, 2016a). Además, con la introducción de nuevas metodologías activas

que afectan a los estudiantes de muy diferentes formas en contextos de aprendizaje y enseñanza presencial, *online* y *blended* (Buchner, 2021).

Dados los estudios de investigación analizados, donde se han trabajado de forma individual los factores de la motivación y el rendimiento académico, es necesario desarrollar un trabajo donde se agrupen y detallen estos factores, particularizando en la etapa de Educación Secundaria, puesto que se trata de una etapa donde se muestran los niveles más bajos (González-Valenzuela y Martín-Ruiz, 2019; Jerez-Carrillo, 2021; Özeren y Top, 2023; Picó-Lozano, 2014).

Con este propósito se ha realizado una revisión sistemática de la literatura, basada en estudios que incluyen distintas técnicas para mostrar esta tecnología. Concretamente se ha centrado en la Enseñanza Secundaria, puesto que muestra los peores índices de motivación y de rendimiento académico de los estudiantes (Amores-Valencia y De-Casas-Moreno, 2019; Barcia-Delgado y Cobeña-Macias, 2023). Los estudios incluidos en esta revisión sistemática han sido obtenidos de las bases de datos de Scopus y Web of Science (WoS), donde se han introducido una serie de palabras clave, para posteriormente descartar documentos repetidos y que se quedasen aquellos que cumplían los criterios de inclusión y exclusión detallados en el método.

La presente revisión sistemática se estructura de la siguiente manera: La primera sección muestra el propósito por el cual se ha desarrollado dicho trabajo de investigación. La segunda sección refleja el protocolo seguido, describiendo cada una de sus pautas y haciendo una breve introducción de las investigaciones relacionadas con el presente trabajo, concretamente aquellos que aglutinan la Realidad Aumentada con la motivación y el rendimiento académica en la Educación Secundaria. En la tercera sección se muestran los resultados obtenidos mediante un análisis exhaustivo de la información. En la cuarta sección se discuten y responden a las preguntas de la investigación. Por último, se desarrollan las conclusiones pertinentes con base en el contraste entre los objetivos planteados y los resultados obtenidos.

4.2. Protocolo de la revisión sistemática

Esta investigación ha sido desarrollada mediante el proceso de revisión sistemática de la literatura (RSL), basado en la propuesta de Kitchenham y Charters

(2007). Según los autores este protocolo exige una descripción general exhaustiva, objetiva y fiable, que se rige por unas pasos definidos y estrictos. En concreto, los pasos seguidos para el desarrollo de la revisión sistemática de la literatura se desgranar en los siguientes subapartados.

4.2.1 Preguntas de investigación

El objetivo de esta revisión sistemática de la literatura es resumir las contribuciones de la realidad aumentada a la motivación y al rendimiento académico en los estudiantes de Educación Secundaria. A partir de este objetivo propuesto, se definen las siguientes preguntas de investigación (PI):

- PI1: ¿Qué materias y grupos son destinatarios de las actividades educativas con RA?
- PI2: ¿Qué dispositivos tecnológicos han sido utilizadas para generar y/o ejecutar aplicaciones de RA?
- PI3: ¿Cómo se implementan las actividades educativas con RA en el aula?
- PI4: ¿Qué repercusión motivacional presentan los estudiantes en base al uso de RA?
- PI5: ¿Cómo influye la utilización de la RA en el rendimiento académicos de los estudiantes?

4.2.2 Fuentes de datos

La búsqueda de trabajos se realizó mediante las bases de datos Scopus y Web of Science (WoS), plataformas de contenido científico muy relevantes, puesto que aglutinan multitud de publicaciones científicas de diversas áreas de conocimiento. En concreto, acogen multitud de trabajos referentes a la realidad aumentada en la educación secundaria.

Por otro lado, estas dos bases de datos permiten realizar búsquedas en estructuras avanzadas gracias al uso de operadores lógicos, que se amoldan perfectamente a las particularidades de la revisión sistemática propuesta en esta investigación. Además, la utilización de herramientas de filtrado y análisis bibliométrico otorgan una información excelente al trabajo presentado.

4.2.3 Estrategias de búsqueda

Las estrategias de búsqueda son uno de los puntos álgidos de la investigación, puesto que se debe filtrar la información disponible en las bases de datos, de tal forma que los trabajos seleccionados permitan responder a las preguntas de investigación planteadas y, por consiguiente, cumplir el objetivo marcado. Según Kitchenham et al. (2009) las estrategias de búsqueda posibilitan evaluar la integridad de la búsqueda de información.

En referencia a esta premisa, se definió las cadenas de búsqueda de tal forma que se pudiese alcanzar las palabras claves definidas, y a su vez responder a las preguntas de investigación planteadas.

La búsqueda estructurada utilizada para realizar la búsqueda de trabajos se llevó a cabo el día 14 de julio de 2022 y siguió el siguiente formato según cada base de datos:

La cadena de búsqueda adaptada a la sintaxis requerida por la base de datos del Instituto de Información Científica-Scopus fue la siguiente: (TITLE-ABS-KEY (“*augmented reality*” OR “*augmenting reality*” OR “*AR*”)) AND TITLE-ABS-KEY (“*motivation*” OR “*academic performance*”)) AND TITLE-ABS-KEY (“*education*”)) AND DOCTYPE (ar OR cp) AND PUBYEAR > 2011 AND PUBYEAR < 2022 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, “*English*”)).

Por otro lado, la cadena de búsqueda adaptada a la sintaxis requerida por la base de datos del *Institute for Scientific Information-Web of Science* fue la siguiente: TOPIC: (“*Augmented reality*” OR “*Augmenting reality*” OR “*AR*”)) AND TOPIC: (“*motivation*” OR “*academic performance*”)) AND TOPIC: (“*education*”) AND YEAR PUBLISHED (2011-2021). Refined by: LANGUAGES: (*ENGLISH*) AND TYPES OF DOCUMENTS: (*ARTICLE*).

4.2.4 Criterios de inclusión y exclusión

En la selección de estudios se eligen aquellos trabajos que cumplen las condiciones para ser tenidos en cuenta en la RSL, bajo la premisa de los criterios de inclusión y exclusión. En el proceso de selección de estudios se incluyeron trabajos en los que se pudo identificar las áreas de aplicación, grupos destinatarios, herramientas tecnológicas utilizadas, motivación y rendimiento académico. Además, la duplicidad de

referencias y su posterior eliminación se llevó a cabo mediante el *software* de Microsoft Excel.

Según Kitchenham y Charters (2007) los estudios pueden seleccionarse por título y resumen, obteniéndose una copia completa de estos. En base a estas sugerencias, se detalló los criterios de selección de estudios, que embarcaban a su vez las palabras clave y cadenas de búsqueda definidas a partir de las preguntas de investigación:

- En el título y el resumen se debía incluir la secuencia de palabras “*augmented reality*” o “*augmenting reality*” o “*AR*”
- En el resumen debía contener la secuencia de palabras “*high school*”.
- Y en el resumen debía aparecer el término “*motivation*” o “*academic performance*”, o ambas palabras a la vez.

El criterio de elegibilidad tomado para incluir y excluir estudios fue si la palabra aparecía, se marcaba con el número 1, en caso contrario, se indicaba con el número 0. No obstante, en los casos que el título y el resumen no fueron suficientes para determinar su inclusión o exclusión, los autores evaluaron todo el contenido del trabajo.

A modo de clarificar el criterio de selección, se detalló en el *software* de Microsoft Excel la siguiente función:

```
SI(Y(TITLE=1;ABSTRACT=1;ABSTRACT=1;CONTAR.SI  
(ABSTRACT:ABSTRACT; 1) >= 1); "candidato artículo"; "no")
```

4.2.5 Evaluación de la calidad

Uno de los apartados más relevantes de la revisión sistemática es la evaluación de la calidad del estudio, puesto que supone determinar aquellos trabajos que permitan responder de una forma adecuada a las preguntas de investigación y, por consiguiente, cumplir con el objetivo marcado. Por este motivo, se necesita analizar los resultados sin ningún tipo de injerencia y equivocación, contando para ello con los estudios adecuados para la propuesta (Carrizo y Moller, 2018).

Según los autores Kitchenham y Charters (2007) se deben definir unas preguntas de verificación de calidad. Por tanto, se diseñó un cuestionario basado en siete (7) ítems que perfilan la calidad del estudio, de tal forma, que se puntuaron para conocer una medida general de la calidad de los trabajos seleccionados. En este sentido, las preguntas

se adaptaron al presente estudio, y determinaron la relevancia de estos trabajos en torno a la profundización hacia una lectura completa y posterior análisis.

Las preguntas de calidad que se desarrollan a continuación permitieron minimizar el sesgo del estudio y maximizar la validez tanto externa como interna.

- ¿Se establecen las áreas de aplicación y los grupos destinatarios en la Educación Secundaria?
- ¿El documento describe los dispositivos electrónicos y las aplicaciones tecnológicas utilizadas para las actividades educativas con RA?
- ¿El documento indica la forma de aplicación de RA llevada a cabo?
- ¿Se definieron completamente los usuarios que participaron en la creación de contenidos?
- ¿La contribución de la RA a la motivación estudiantil está claramente descrita y definida?
- ¿El rendimiento está incluido como una de las principales contribuciones de la RA en la Educación Secundaria?
- ¿Se responden adecuadamente todas las preguntas de investigación?

La lista de verificación de la evaluación de la calidad describe la puntuación según el nivel de calidad del artículo. Cada una de las preguntas se evaluó mediante la siguiente información (Tabla 4).

Tabla 4

Lista de verificación de evaluación de la calidad.

Nivel	Descripción	Puntuación
Si	La información se define y evalúa explícitamente	1
Parcialmente	La información está implícitamente	0.5
No	La información no es inferible	0

Fuente: Elaboración Propia

Los artículos se incluyeron y clasificaron como "artículo de lectura completa" en las siguientes etapas si la suma de los criterios fue superior a 4 puntos.

4.2.6 Extracción de datos

Los *softwares* utilizados para administrar los datos y analizar la información de los trabajos seleccionados, fueron Mendeley y Microsoft Excel.

En el caso de Microsoft Excel, se utilizó para gestionar los artículos resultantes de la búsqueda en las bases de datos científicas, eliminar referencias duplicadas y clasificar la información de cada artículo. El libro de trabajo está compuesto por varias hojas, donde se documenta cada una de las fases.

Con respecto a Mendeley, se usó para aglutinar los artículos candidatos, y señalar la información destacada, subrayando con un color diferente según la categoría.

El proceso de extracción de datos se desarrolló en tres etapas.

- **Análisis de la información:** el análisis y la clasificación de la información del artículo se realizó de abajo hacia arriba. Los fragmentos de texto que responden a las preguntas de investigación fueron resaltados con diferentes colores, utilizando la herramienta Mendeley. Esta acción permitió una lectura adicional y un análisis y clasificación detallados.
- **Clasificación de la información:** códigos de etiqueta para asignar un significado representativo a los elementos resaltados. La información se definió sincrónicamente con la etapa de Análisis de la información. La Tabla 5 muestra los códigos considerados para cada una de las preguntas de investigación.

Tabla 5

Siglas para clasificar la información

Fuente	Sigla
Áreas o materias de aplicación	Natural Science (NS) - Mathematic (M) - Languages (L) - Technology (T) - Physical Education (PE) - History (H) - Chemistry (C) - Health Education (HE)
Grupos destinatarios	7° Grade (7G) - 12-13 years 8° Grade (8G) - 13-14 years 9° Grade (9G) - 14-15 years 10° Grade (10G) -15-16 years

	11° Grade (11G) - 16-17 years 12° Grade (12G) - 17-18 years
Actividades de RA en entornos educativos	Discovery-based Learning (DL) - Objects Modeling (OM) - AR Books (B) - Skills Training (ST) - AR Gaming (G)
Dispositivo electrónico RA	Computer (C) - Mobile Phone (MP) - Tablet (T) - Glasse (G)
Software/Aplicación tecnológica de RA	Lightining Studios (LS) - Unity/Vuforia (UV) - ARDehaes toolkit (AT) - Aurasma (A) - RAVVAR (R) - Metaverse Studio (MS)
Creación de contenido	Designed by students (DS) - Designed by teacher (DT) - Designed by external persons (DE)
Nivel motivacional	Very high (VH) - High (H) - Medium (M) - Low (L) - Very Low (VL)
Nivel Rendimiento	Very high (VH) - High (H) - Medium (M) - Low (L) - Very Low (VL)

Fuente: Elaboración Propia

- **Extracción de información:** Cada segmento de texto resaltado en la etapa de análisis de información se clasifica según el código establecido en la etapa de clasificación. Se necesita una hoja de cálculo para procesar la información generada en esta etapa. <https://bit.ly/3znd49h>

4.2.7 Síntesis de datos

Los datos fueron tabulados y mostrados para representar:

- Las diferentes áreas o materias de aplicación y grupos destinatarios que se estuvieron involucrados en los artículos.
- Direcciones de la realidad aumentada en actividades educativas.
- Dispositivos electrónicos, aplicaciones y *softwares* utilizados en las distintas investigaciones.
- La creación de las actividades educativas utilizando la realidad aumentada.

- Nivel de motivación observado en los artículos.
- Grado de rendimiento obtenido gracias a la utilización de la realidad aumentada.

4.3 Resultados

Esta sección está estructurada en respuesta a las preguntas de investigación, previo paso por el proceso de análisis desarrollado en la sección anterior. Para ello, se ha tenido en cuenta el protocolo elegido durante la extracción de datos. Además, los datos extraídos del protocolo de revisión se consolidan en la hoja de cálculo: <https://bit.ly/3znd49h>

4.3.1 Estudios incluidos y excluidos

En este primer apartado se desgranar los resultados obtenidos gracias a las cadenas de búsqueda introducidas y a los criterios de inclusión y exclusión desarrollados.

4.3.1.1 Estrategia de búsqueda

El primer paso fue introducir cadenas de búsquedas determinadas en función de cada una de las bases de datos científicas utilizadas. Este proceso dio como resultado multitud de investigaciones, la Tabla 6 muestra los registros obtenidos:

Tabla 6

Registros obtenidos

Criterio	Filtros	Scopus	Web of Science (WoS)
Restricción	Tema (título, resumen, palabras clave)	621	634
Periodo	2011-2022	536	547
Tipo de Documento	Artículos y actas de congresos	473	348
Idioma	Inglés	440	285
Elegibilidad	Educación Secundaria	171	173
Total			344

Fuente: Elaboración Propia

Es conveniente recalcar que se obtuvieron 344 resultados entre ambas bases de datos, y la búsqueda en ellas se produjo el 14 de julio de 2022.

4.3.1.2 Criterios de selección de estudios

El segundo paso fue eliminar la duplicidad de investigaciones que se apreciaban en ambas bases de datos. Para ello, se utilizó la herramienta Microsoft Excel, donde se redujo el número de artículos científicos hasta un total de 61 trabajos. A continuación, se valoró los títulos y resúmenes incorrectos, excluyendo en base a este criterio un total de 20 investigaciones.

4.3.1.3 Proceso de selección de estudios

Las investigaciones seleccionadas una vez que se abordó los criterios de elegibilidad de la revisión sistemática se describe en la Tabla 7.

Tabla 7

Número de trabajos elegidos

Criterios	Documentos
Artículos elegidos	43
Artículos excluidos	215

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.4 Criterios de inclusión/exclusión

Las investigaciones seleccionadas una vez que se abordó la evaluación de calidad de la revisión sistemática se describe en la Tabla 8.

Tabla 8

Artículos de lectura completos incluidos

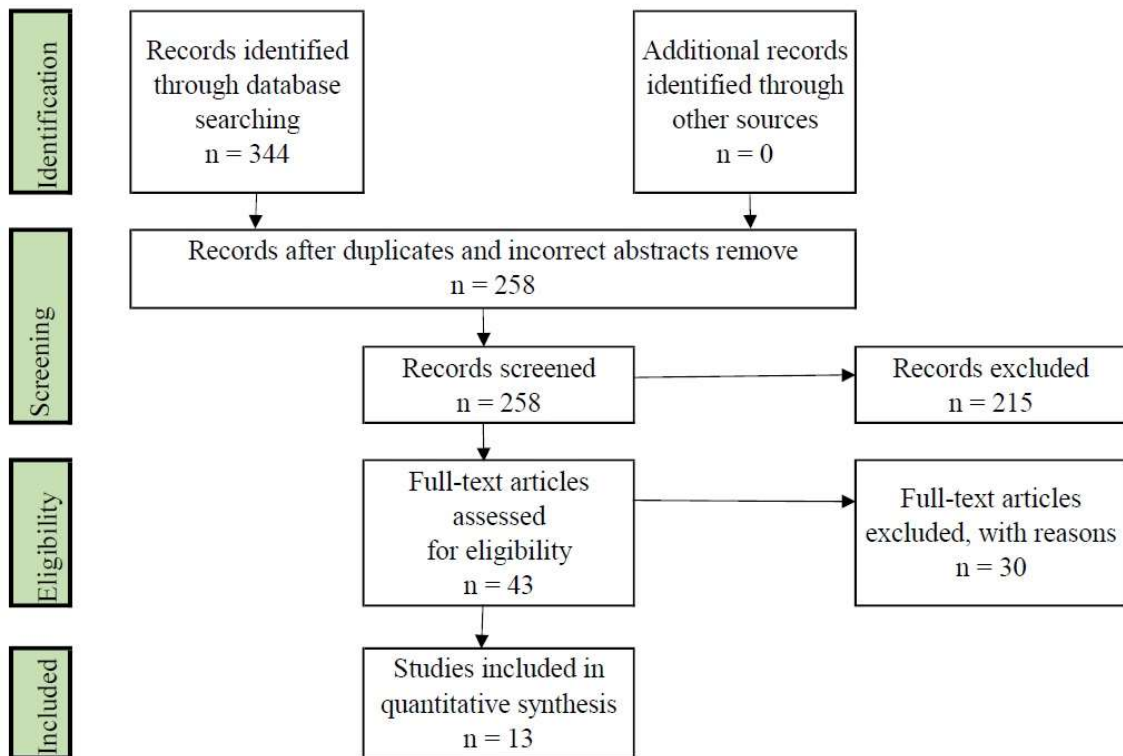
Criterios	Documentos
Artículos de lectura completos	13
Artículos excluidos	30

Fuente: Elaboración Propia

La Figura 25 presenta las fases y resultados del número de trabajos científicos que se ha llevado a cabo en el proceso de la revisión sistemática de la literatura, siguiendo un proceso de identificación, revisión, elegibilidad e inclusión (Moher et al., 2009).

Figura 25

Protocolo de revisión resumida



Nota. Elaborado a partir de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement, por Moher et al., 2009. *PLoS Medicine*, 6(7).

4.3.2 Análisis de las publicaciones

En primer lugar, el número de artículos publicados, en base a las características que se trabajan en esta revisión sistemática, ha obtenido un fuerte crecimiento en los años 2019 y 2020 y 2021. Otro de los campos que se ha analizado, ha sido la procedencia de los artículos científicos, donde se han identificado seis (6) países de origen, de los cuales se destaca Taiwán con siete (7) publicaciones. Por último, los trabajos analizados se concentran en nueve (9) revistas y cuatro (4) actas de congreso, lo que representa el 69% y el 31% respectivamente.

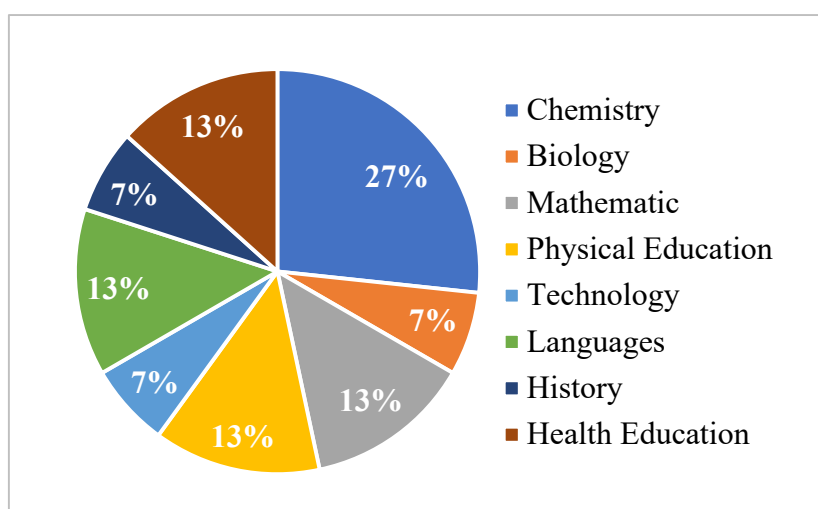
A continuación, se detallan los resultados obtenidos en torno a las preguntas de investigación diseñadas, teniendo en cuenta la evaluación de los artículos junto con el proceso de análisis de la información.

4.3.2.1 Áreas y grupos destinatarios

Dado que la revisión sistemática está desarrollada en la etapa educativa de Educación Secundaria, las áreas que aparecen tienen relevancia en dicha fase. De esta forma, la Figura 26 muestra las distintas materias donde se ha implementado la Realidad Aumentada en el aula.

Figura 26

Áreas o materias de aplicación en la Realidad Aumentada



Fuente: Elaboración Propia

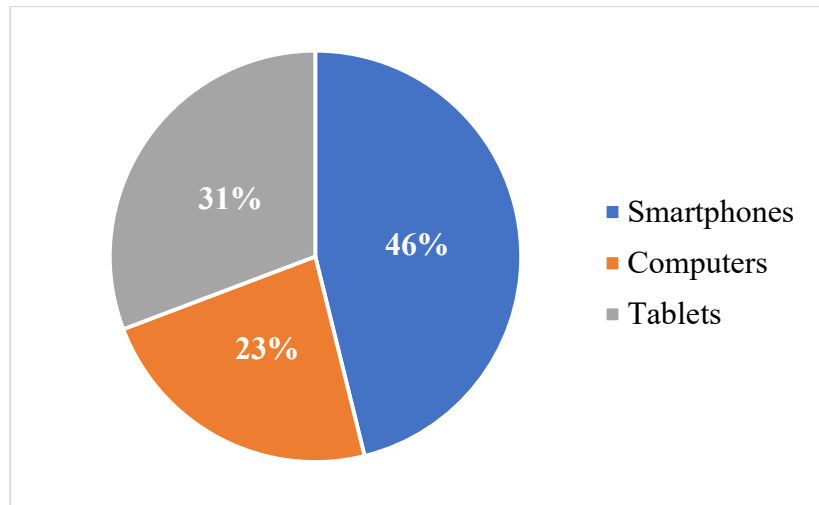
Respecto a los grupos destinatarios de las actividades con Realidad Aumentada, están concentrados en los cursos comprendidos en la Educación Secundaria, es decir, desde el 7º hasta el 12º grado. En este sentido, los estudiantes comprendidos en los cursos 10º y 11º, cuyas edades oscilan entre los 15 y 17 años, han supuesto el 32,5 % cada uno. Por el contrario, los cursos de 8º y 9º, cuyas edades varían entre los 13 y 15 años, han ocupado el 17,5% cada uno. En definitiva, el alumnado que cursa los últimos años de la etapa de Educación Secundaria ha sido expuesto a investigaciones con Realidad Aumentada en un 65% del total de los casos investigados.

4.3.2.2 Dispositivos y aplicaciones tecnológicas

La utilización de dispositivos electrónicos para la implementación de las actividades educativas basadas en la Realidad Aumentada es una medida obligatoria para este tipo de investigaciones. En base a esto, los resultados obtenidos se muestran en la Figura 27.

Figura 27

Dispositivos electrónicos utilizados



Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a las distintas tecnologías que se han utilizado para la creación de aplicaciones o *softwares* para Realidad Aumentada, destaca principalmente Vuforia. Este kit de desarrollo ha sido utilizado por el 54% del total de los desarrolladores, siendo su motor multiplataforma Unity. El resto de las investigaciones han usado de forma equitativa otras herramientas, lo que ha supuesto un 7,6% cada una. Estas aplicaciones son las siguientes: *Lightining Studios*, *ARDehaes toolkit*, *Aurasma*, *RAVVAR* y *Metaverse Studio*.

4.3.2.3 Diseño y formas de aplicación de RA

En referencia al diseño de las actividades educativas basadas en Realidad Aumentada, se ha desarrollado íntegramente por personas externas al profesorado o estudiantes que han formado parte de la investigación. En la totalidad de los casos, el 100% de los investigadores han sido los encargados de crear los contenidos que posteriormente se iban aplicar en las distintas aulas. Por tanto, el rol que han desarrollado los docentes ha sido el de guía o facilitador de la información necesaria para llevar a cabo las prácticas de investigación. En este sentido, han tenido que profundizar o realizar tareas de formación en torno a las distintas aplicaciones de Realidad Aumentada que se han implementado, para poder llevarlas al aula.

Por otro lado, la implementación de estos contenidos se ha llevado a cabo mediante distintas formas de aplicación de Realidad Aumentada. En este sentido, el

modelado de objetos ha estado presente en la mayoría de las investigaciones, suponiendo un 45,45% del total. A continuación, le ha precedido los libros de RA con un 18,18% del total, aunque seguidos muy de cerca por la gamificación de juegos educativos y el entrenamiento de habilidades con un 13,63% del total cada una. Por último, se han aplicado las técnicas de aprendizaje basado en el descubrimiento, suponiendo un 9,11% del total.

4.3.2.4 Motivación y rendimiento académico

Antes de exponer los resultados obtenidos en cada una de las categorías, es necesario mencionar que se han analizado dichas variables de forma global, dejando a un lado la materia de aplicación, el grupo destinatario, la metodología implementada y los dispositivos y aplicaciones tecnológicos utilizados.

La primera categoría representa la motivación que muestran los estudiantes durante el proceso de implementación y evaluación de actividades educativas basadas en Realidad Aumentada. En esta ocasión, se han analizado los distintos trabajos para conocer qué niveles de motivación o interés han mostrado los estudiantes que han utilizado esta tecnología educativa frente a los alumnos que no la han utilizado. Para ello, se ha utilizado el instrumento de materiales instruccionales para la motivación (IMMS) para conocer los indicadores de atención, relevancia, confianza y satisfacción en los que se basa el modelo ARCS de Keller (1987, 2010). Los datos obtenidos de esta revisión sistemática de la literatura reflejan que los niveles de motivación han crecido ostensiblemente. Concretamente, el 83,33% de las investigaciones otorgan un aumento del grado de interés y motivación en el alumnado. Asimismo, los trabajos investigados han indicado a través de entrevistas o cuestionarios que la Realidad Aumentada ha aumentado la predisposición y el interés hacia el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La segunda categoría indica la repercusión que ha tenido en los estudiantes el uso de Realidad Aumentada en la adquisición de conocimientos y por consiguiente en las calificaciones de estos. En esta ocasión, se trataba de evaluar mediante pruebas o test los conocimientos adquiridos por los estudiantes, una vez que se ha implementado esta tecnología en las aulas. De esta forma, se ha contrastado las calificaciones del alumnado con el propósito de obtener una valoración sobre la importancia del uso de esta tecnología educativa. En este sentido, un 77% de los trabajos analizados han refutado que el uso de la Realidad Aumentada ha mejorado las calificaciones de los estudiantes. Además, ningún

trabajo de investigación ha afirmado que el uso de esta tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje ha supuesto un descenso de las calificaciones.

4.4 Discusiones

En esta penúltima sección, se discuten los resultados analizados, se responden a las preguntas de investigación en base a los hallazgos, y por último se presentan las conclusiones extraídas de la presente revisión sistemática de la literatura.

4.4.1 Áreas y grupos destinatarios

PI.1 ¿Qué materias y grupos son destinatarios de las actividades educativas con Realidad Aumentada?

En un primer momento, se busca que la Realidad Aumentada se haya aplicado únicamente a la etapa de Educación Secundaria. Este hecho obliga que las materias que aparecen en las investigaciones se trabajen en el currículo de dicha etapa educativa. Sin embargo, el espectro de áreas en dicha etapa es muy amplio, no obstante, los datos obtenidos reflejan que las materias predominantes están aglutinadas en el área de ciencias naturales y lógico-matemáticas (Cen et al., 2020; Chen y Chen, 2018; Chen y Liao, 2015; Hsieh y Chen, 2019; Lin et al., 2015; Tarnng et al., 2021; Wang et al., 2017). Prueba de ello, son las asignaturas de Química, Biología y Matemáticas, que conforman más del 50% de los estudios analizados. En estas investigaciones se recalca la contribución de la Realidad Aumentada en base a la visualización, comprensión y adquisición de contenidos respecto a estas asignaturas, lo que trae consigo un aumento de la atención del estudiante durante el proceso de enseñanza y aprendizaje (Cen et al., 2020; Wang et al., 2017). En este sentido, materias como Química y Biología donde se abordan conceptos abstractos, obtienen unas calificaciones muy bajas por parte de los estudiantes, siendo uno de los principales motivos la falta de atención producido por la poca o nula asimilación de sus contenidos (Chen y Chen, 2018; Chen y Liao, 2015; Tarnng et al., 2021).

Por otro lado, los grupos destinatarios resultantes de la revisión sistemática han sido los cursos 10º y 11º grado, los cuales comprenden las edades de 15 a 17 años (Cen et al., 2020; Koç et al., 2021; Lin et al., 2021; Moreno-Guerrero et al., 2020; Paredes-Velastegui et al., 2018). Esto indica que los investigadores buscan trabajar con los estudiantes que tienen las edades más elevadas dentro de la etapa, siendo el principal

motivo el alto grado de desinterés que se refleja en ese tramo de edades (Amores-Valencia y De-Casas-Moreno, 2019; González-Valenzuela and Martín-Ruiz, 2019).

4.4.2 Dispositivos y aplicaciones tecnológicas

PI.2 ¿Qué dispositivos tecnológicos han sido utilizadas para generar y/o ejecutar aplicaciones de Realidad Aumentada?

Conocer los dispositivos tecnológicos utilizadas durante la ejecución de las actividades educativas con Realidad Aumentada es indispensable, ya que incide de forma directa en las posibilidades e inconvenientes que puede presentar este tipo de trabajos científicos. En este sentido, se necesita disponer de un dispositivo electrónico, ya sea tableta, ordenador u móvil para llevar a cabo la implementación de las investigaciones. Por tanto, los resultados de esta revisión sistemática reflejan que casi la mitad de las investigaciones han utilizado los smartphones como dispositivo tecnológico. El principal motivo es que los estudiantes estaban en posesión de uno, dándoles la oportunidad de desarrollar las actividades diseñadas de forma individual, sin necesidad de compartir dispositivos (Cen et al., 2020; Hsieh y Chen, 2019; Koç et al., 2021; Moreno-Guerrero et al., 2020; Paredes-Velastegui et al., 2018; Tarnng et al., 2021). Este gran inconveniente ha sido debidamente notificado junto con los problemas de disponibilidad horario en las Aulas de Informática y la conexión a Internet. (Chen y Chen, 2018; Lin et al., 2015; Wang et al., 2017).

En lo que se refiere a los *softwares* o aplicaciones utilizadas para la implementación de la Realidad Aumentada, se observan como las aplicaciones creadas a través de la plataforma Vuforia, donde los desarrolladores han podido amoldar al máximo las aplicaciones han sido las más utilizadas, ocupando la mitad de los trabajos de investigación. En este sentido, ha primado el desarrollo de aplicaciones propias, donde se ha particularizado en función del alumnado que iba a desarrollar cada investigación. De esa forma se ha tenido en cuenta varios aspectos como su edad, lenguaje y capacidad cognitiva y sensorial (Cen et al., 2020; Hsieh y Chen, 2019; Paredes-Velastegui et al., 2018; Wei et al., 2015). Es importante resaltar que el resto de las investigaciones, aun habiendo utilizado una aplicación comercial, ha preparado las actividades educativas en base a sus propios estudiantes.

4.4.3 Diseño y formas de aplicación de Realidad Aumentada

PI.3 ¿Cómo se implementan las actividades educativas con RA en el aula?

Todos los investigadores han diseñado o amoldado el contenido para los distintos trabajos científicos. Este suceso indica que ningún docente donde se ha incorporado estas actividades educativas con Realidad Aumentada ha formado parte en el proceso o diseño de las aplicaciones o *softwares* utilizados. No obstante, los docentes han estado inmersos en algunos procesos de diseño de actividades, corroborando la inclusión de las competencias y estándares de aprendizaje adecuados a la materia y el contexto educativo. Por lo tanto, los profesores y profesoras que trabajan día a día con los estudiantes que se han sometido a estas investigaciones, han ocupado el rol de guía y diseñador de contenidos teniendo en cuenta parámetros de creatividad e innovación (Chen y Chen, 2018; Chen et al., 2020; Moreno-Guerrero et al., 2020; Paredes-Velastegui et al., 2018; Wang et al., 2017; Wei et al., 2015). Asimismo, los estudiantes no se han involucrado en el proceso de diseño de las actividades, sin embargo, han desarrollado una actitud activa, participativa y colaborativa. En investigaciones desarrolladas por Fernández-Robles (2018) y Gallego-Pérez (2018) en ambientes universitarios, se ha corroborado que la implicación de los estudiantes en la creación de contenidos favorece la motivación, puesto que han obtenido mejores valores en atención, relevancia, confianza y satisfacción presentes en el modelo ARCS de Keller (1987, 2010).

Respecto a la forma de aplicación de la Realidad Aumentada, se ha partido de las cinco dimensiones expuestas por Yuen et al. (2011), donde se indica la relevancia del contexto de los estudiantes a la hora de implementar dicha tecnología. En este asunto, el modelado de objetos es considerado la forma de aplicación por excelencia, ya que ha intervenido en prácticamente la mitad de las investigaciones. Sin embargo, no se puede descartar los libros de realidad aumentada, la gamificación o el entrenamiento de habilidades. Este último proceso, se utiliza más en etapas educativas muy avanzadas y especializadas, ya que proporciona los medios para adquirir unas destrezas sin poner en perjuicio ningún daño material o humano (Rio-Guerra et al., 2019; Gómez-Tone et al., 2020).

4.4.4 Motivación

PI.4 ¿Qué repercusión motivacional presentan los estudiantes en base al uso de RA?

Las investigaciones analizadas mostraban un estudio comparativo entre grupos experimentales y grupos de control. De tal forma, que los grupos de control desarrollaban metodologías donde no se implementa la Realidad Aumentada como recurso educativo, en contraposición con los grupos experimentales. Atendiendo a los resultados obtenidos se puede afirmar que los estudiantes de dichos grupos experimentales han incrementado ostensiblemente su motivación o interés durante la realización de las actividades educativas con Realidad Aumentada. Esta aseveración viene determinada por los resultados obtenidos, donde concretamente un 83% de los estudios analizados han determinado que los niveles de motivación evaluados mediante cuestionarios en base a los parámetros de atención, relevancia, confianza y satisfacción fijados en el modelo ARCS de Keller (1987, 2010) han crecido de forma abrupta (Cen et al., 2020; Chen et al., 2020; Chen y Chen, 2018; Chen y Liao, 2015; Lin et al., 2021; Lin et al., 2015; Moreno-Guerrero et al., 2020; Paredes-Velastegui et al., 2018; Tarng et al., 2021; Wei et al., 2015).

Por otro lado, los datos obtenidos en las entrevistas o cuestionarios de satisfacción realizados a posteriori en las distintas investigaciones han suscrito las informaciones anteriores, puesto que la inmensa mayoría de los estudiantes han confirmado que el uso de actividades educativas con Realidad Aumentada ha fomentado su predisposición al aprendizaje, llegando a captar su atención durante todo el proyecto. Por tanto, esta revisión sistemática pone de manifiesto que el uso de Realidad Aumentada en el aula genera en los estudiantes mayores índices de motivación, y por consiguiente son de gran ayuda para la enseñanza. Estos resultados son similares a los alcanzados por Gallego-Pérez (2018), Cabero-Almenara et al. (2017) y Di-Serio et al. (2013) en otras etapas educativas.

4.4.5 Rendimiento académico

PI.5 ¿Cómo influye la utilización de la RA en el rendimiento académicos de los estudiantes?

En base a los resultados obtenidos, se puede afirmar que los estudiantes muestran mejores calificaciones cuando se implementan actividades educativas con Realidad Aumentada en las aulas. Esta aseveración está precedida por los datos extraídos en las investigaciones,

donde se ha llevado a cabo una comparativa entre grupos de control y grupos experimentales. Para ello, se han realizado distintas pruebas o test, antes y después de la implantación de esta tecnología educativa, con el propósito de contrastar los resultados y refutar si el rendimiento académico en términos de calificaciones se ha visto incrementado gracias al uso de la Realidad Aumentada durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, se ha corroborado que dos de cada tres estudiantes han visto incrementadas sus calificaciones muy significativamente (Cen et al., 2020; Chen y Chen, 2018; Chen y Liao, 2015; Moreno-Guerrero et al., 2020; Paredes-Velastegui et al., 2018; Tarng et al., 2021; Wang et al., 2017; Wei et al., 2015).

Asimismo, ninguna investigación ha recalado que la utilización de Realidad Aumentada en el aula ha supuesto un descenso de las calificaciones académicas de los estudiantes, por lo que, es una apuesta segura de éxito (Chen et al., 2020; Hsieh y Chen, 2019; Koç et al., 2021; Lin et al., 2021; Lin et al., 2015). Dichos resultados son semejantes a los obtenidos por Quintero et al. (2019) donde se indica que el uso de Realidad Aumentada mejoró el rendimiento de los estudiantes que presentaban dificultades visuales, motoras, cognitivas y auditivas. Es necesario señalar que otras investigaciones relacionadas con el campo de la medicina, han confirmado que el uso de la Realidad Aumentada ha mejorado de forma ostensible el rendimiento en términos del control de pantallas de navegación (Cagiltay et al., 2019; Jacobsen et al., 2019).

4.5 Resumen

Esta revisión sistemática trata de poner en valor la relevancia de las TIC, concretamente el uso de la Realidad Aumentada en la etapa de Educación Secundaria. Según la Unesco (2004, p.30) “las TIC constituyen una herramienta decisiva para ayudar a los estudiantes a acceder a vastos recursos de conocimiento, a colaborar con otros compañeros, a consultar a expertos, a compartir conocimiento y resolver problemas complejos utilizando herramientas cognitivas”. La utilización de herramientas TIC como la Realidad Aumentada que integren recursos educativos abiertos (REA) de forma orgánica y transversal en los contextos educativos presencial, *online* y *blended*, supone un reto para la educación, incluyendo la Educación Secundaria (Unesco, 2019).

Esta etapa educativa tan problemática por la baja o nula motivación que presentan los estudiantes, junto con los malos resultados académicos, supone un gran reto para los

docentes (Amores-Valencia y De-Casas-Moreno, 2019; González-Valenzuela and Martín-Ruiz, 2019; Jerez-Carrillo, 2021; Picó-Lozano, 2014). El primero de los aspectos importantes por conocer, son las materias donde se ha introducido la Realidad Aumentada como tecnología educativa. En este sentido, se ha podido constatar que los estudios realizados por Cen et al. (2020), Chen y Chen (2018), Chen y Liao (2015), Hsieh y Chen (2019), Lin et al. (2015), Tarng et al. (2021) y Wang et al. (2017) han sido desarrollados en áreas de ciencias naturales y lógico-matemática. Esto indica que el uso de Realidad Aumentada está más extendido en este campo, en contraposición, con las áreas de idiomas, artísticas o ciencias sociales. Aunque, los resultados analizados en dichas investigaciones han corroborado que no existe ninguna diferencia significativa sea cual sea la materia educativa donde se implante, se debe abordar el uso de esta tecnología educativa en los campos más y menos atractivos para el alumnado, de esa forma se podría hacer un estudio comparativo, y así conocer el verdadero potencial y alcance (Abad-Segura et al., 2020).

Respecto a los grupos destinatarios donde se ha utilizado esta tecnología educativa ha supuesto un punto de inflexión importante, ya que las edades donde aparecen mayores signos de desinterés y motivación son las comprendidas entre los 12 y 18 años (Amores-Valencia y De-Casas-Moreno, 2019; González-Valenzuela and Martín-Ruiz, 2019). Por este motivo, se ha realizado este estudio dedicado íntegramente a la Educación Secundaria, puesto que el alumnado con una edad superior otorgaría unos resultados condicionados por un comportamiento más maduro, más concentrado y motivado, lo que supondría un mejor rendimiento académico (Cabero-Almenara et al., 2019c). De igual forma, el alumnado de Educación Primaria presenta unos niveles de atención y motivación elevados, por lo que sus resultados académicos suelen tener valores altos (Kirikkaya y Başgöl, 2019; Lai et al., 2019; López-Belmonte et al., 2019; Toledo-Morales y Sánchez-García, 2017; Wang, 2017). Dentro de la propia etapa de Educación Secundaria, la casi totalidad de los artículos analizados han sido desarrollados entre las edades de 15 y 17 años, siendo este rango el más conflictivo en cuanto a falta de interés, motivación y bajas calificaciones (Jerez-Carrillo, 2021; Picó-Lozano, 2014). Por este motivo, las investigaciones llevadas a cabo por Cen et al. (2020), Koç et al. (2021), Lin et al. (2021), Moreno-Guerrero et al. (2020) y Paredes-Velastegui et al. (2018) han apostado por analizar dicha franja de edad.

En referencia a la utilización de dispositivos tecnológicos para llevar a la implantación de la Realidad Aumentada al aula, se ha corroborado al smartphone como la herramienta por excelencia. Este hecho se debe a las grandes limitaciones que presentan los centros educativos debido a la no disponibilidad de ordenadores o tabletas para cada estudiante, sin olvidar la complicada situación de compaginar el uso de estos dispositivos con otras actividades llevadas a cabo en estos centros (Vedadi et al., 2017). Así, la disponibilidad de Aulas de Informática resulta una utopía para muchos docentes debido a la gran demanda recibida. Además, es de recibo resaltar los problemas de conexión a Internet presentes en los centros educativos. Esto se traduce en una gran preocupación para muchos docentes, ya que indica que no es precisamente sencillo integrar esta tecnología educativa en los centros escolares (Akçayır y Akçayır, 2017).

Una vez que se han abordado los dispositivos tecnológicos, se debía buscar las aplicaciones *software* diseñados para la implementación de la Realidad Aumentada. En este aspecto, se han observado dos versiones claramente identificadas. La primera se refiere a las aplicaciones creadas a través de la plataforma Vuforia, que han sido debidamente estudiadas y diseñadas para encajar perfectamente en el alumnado, teniendo en cuenta aspectos como la edad, el lenguaje, la capacidad cognitiva y sensorial de estos (Cen et al., 2020; Hsieh y Chen, 2019; Paredes-Velastegui et al., 2018; Wei et al., 2015). Respecto a la segunda versión, los materiales creados deben ceñirse en gran medida a las posibilidades y limitaciones que llevan intrínsecas las aplicaciones o *softwares* previamente desarrollados por otros usuarios. En base a este aspecto, se puede afirmar que los contenidos desarrollados y creados por el propio investigador de forma íntegra, tienen más predisposición al éxito que los otros (López-García et al. 2019).

Por otro lado, sería interesante plantear investigaciones donde los propios docentes sean los diseñadores y desarrolladores de aplicaciones *software*. Sin embargo, este proceso resulta muy complicado, puesto que la mayoría de los docentes están exentos de los conocimientos y habilidades necesarias para desarrollar y aplicar este tipo de tecnología educativa en el aula (López-Belmonte et al., 2019). Sin embargo, se puede afirmar que los estudiantes que han estado inmersos en la creación de objetos de aprendizaje de Realidad Aumentada han mostrado unos resultados mucho más satisfactorios, en términos de motivación y calificaciones, que aquellos que únicamente han sido consumidores de esta tecnología educativa (Fernández-Robles, 2018; Quintero et al., 2019).

El propósito de esta investigación era conocer la repercusión que tiene el uso de Realidad Aumentada en la etapa de Educación Secundaria en base a los factores de motivación y rendimiento académico. En cuanto a los datos obtenidos de las distintas investigaciones abordadas, muestran un crecimiento abrupto en los niveles de motivación de los estudiantes en comparación con el alumnado que no ha utilizado esta tecnología educativa. Esta información se ha reflejado en los parámetros de atención, relevancia, confianza y satisfacción analizados siguiendo el modelo ARCS de Keller (1987, 2010), lo que supone una profunda razón para la conformación de unas prácticas de enseñanza y aprendizaje que se apoyen en el uso de Realidad Aumentada (Cen et al., 2020; Chen et al., 2020; Chen y Chen, 2018; Chen y Liao, 2015; Lin et al., 2021; Lin et al., 2015; Moreno-Guerrero et al., 2020; Paredes-Velastegui et al., 2018; Tarng et al., 2021; Wang et al., 2017; Wei et al., 2015). Además, las entrevistas llevadas a cabo en varios trabajos de investigación muestran una relación entre el uso de esta tecnología en el contexto educativo y el aumento de la motivación del alumnado. Este hecho, lleva a remarcar la importancia de apoyarse en el uso de tecnologías, como es la Realidad Aumentada, que potencian el interés del alumnado (Keller, 2012).

Respecto a la influencia de esta tecnología educativa en el rendimiento académico de los estudiantes reflejada en las calificaciones de estos, los resultados comparativos de los cuestionarios o test realizados muestran una diferencia significativa entre los estudiantes que hicieron uso de la Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza y aprendizaje y los que abordaron las actividades sin esta tecnología. En este sentido, las calificaciones de los grupos experimentales fueron más elevadas, lo que se traduce en una razón importante para introducir la Realidad Aumentada en estas edades (Cen et al., 2020; Chen et al., 2020; Chen y Chen, 2018; Chen y Liao, 2015; Lin et al., 2015; Moreno-Guerrero et al., 2020; Paredes-Velastegui et al., 2018; Tarng et al., 2021; Wang et al., 2017; Wei et al., 2015). Asimismo, se observa una relación estrecha entre la motivación y el rendimiento académico, puesto que los estudiantes que presentan niveles de motivación altos obtienen mejores calificaciones (Hsieh y Chen, 2019; Koç et al., 2021; Lin et al., 2021). Esta información es realmente valiosa, ya que supone una gran propuesta para todos los docentes que quieran ver cómo los resultados académicos de sus estudiantes mejoran (Deigmann et al., 2015).

El presente trabajo pretende ampliar el estado actual de la investigación en el campo de la Realidad Aumentada en la etapa de Educación Secundaria, agrupando no

solo aspectos curriculares como materias, actividades, metodología, sino otros dos grandes factores como son la motivación y el rendimiento académico, con el propósito de plasmar la repercusión de esta tecnología educativa para futuros estudios.

PARTE IV.

DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN

Capítulo 5

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Contenido del capítulo

Este capítulo tiene como objetivo definir la ruta metodológica del presente trabajo de investigación, donde se identifica el tipo de estudio llevado a cabo, así como las distintas fases aplicadas y ejecutadas. Por otro lado, se describe la aplicación educativa desarrollada, detallando las herramientas utilizadas, los requerimientos del sistema, así como las características y el funcionamiento. A continuación, se determina la población y muestra donde se implementa el proyecto, haciendo hincapié en su contexto. Seguidamente, se diseñan los instrumentos de recolección de información, que se desglosan en el instrumento de análisis del rendimiento académico, la encuesta de motivación de materiales de instrucción (IMMS) y las entrevistas semi-estructuradas. Por último, se define los diseños instruccionales desarrollados para la acción formativa, tanto para el grupo de control como para el grupo experimental, donde se utiliza la aplicación de Realidad Aumentada desarrollada.

5.1. Metodología

En este apartado se define el enfoque metodológico utilizado en el desarrollo de la presente investigación. En este sentido, se lleva a cabo una metodología mixta, que aglutina, por un lado, instrumentos de análisis de variables cuantitativas y, por otro lado, el corte cualitativo a través de entrevistas semi-estructuradas.

En referencia a la metodología mixta, diversos autores la catalogan como la más llevada a la práctica en las distintas investigaciones. Asimismo, este tipo de metodología se define como una investigación multimétodos o métodos múltiples (Hunter y Brewer, 2003; Johnson et al., 2007) o como unos estudios de triangulación (Sandelowski, 2003) donde se trata de otorgar el mismo valor, a los distintos cortes que posee. No obstante, en todo trabajo investigación que se emplee esta metodología se debe tener en cuenta a los autores Tashakkori y Teddie (2010), ya que son los considerados referentes de la investigación mixta. Particularizando en el campo de la educación, autores como Barroso-Osuna y Cabero-Almenara (2010) defienden que se debe introducir esta metodología, y más concretamente en el ámbito de la Tecnología Educativa.

Según Hernández-Sampieri et al. (2006) la metodología mixta es un conjunto de procesos llevados a cabo de forma empírica, sistemática y crítica que lleva consigo una recolección y análisis de datos, obviamente cuantitativos y cualitativos y, además, esta información debe ser puesta en común para una discusión profunda y eficaz con el propósito de plantear unas conclusiones válidas y verificadas. En este aspecto, esta metodología mixta proporciona un punto de vista más amplio de la presente investigación, otorgando una perspectiva compleja que trata de dar respuesta a la problemática y preguntas de investigación planteadas. Asimismo, proporciona un enriquecimiento de la muestra seleccionada, repercute en la fiabilidad de los instrumentos plasmadas, puesto que le concede mayor rigor, potencia la integridad de la intervención llevada a cabo en el aula y por supuesto optimiza los resultados (Collins et al., 2006).

Por otro lado, las metodologías mixtas presentan una serie de variantes en función de la ejecución de los procedimientos que se ponen en marcha. Estas pueden ser secuenciales, concurrentes, de conversión o de integración (Creswell, 2009). En este caso, se utiliza la ejecución concurrente, ya que se aplican ambos métodos de forma simultánea e independiente, es decir, se pretende obtener información al mismo tiempo de los datos

cuantitativos y cualitativos, pero sin entrelazar resultados. Esta elección del procedimiento a seguir trata de evitar la recogida de datos cuantitativos, para luego determinar la recolección de los cualitativos o viceversa.

Los diseños concurrentes implican una serie de condiciones a tener en cuenta (Onwuegbuzie y Johnson, 2006):

- Los datos cuantitativos y cualitativos se obtienen de manera independiente pero simultánea.
- El análisis de los datos ya sean cuantitativos o cualitativos no se construye en base a los resultados del otro.
- Los resultados no se consolidan en la fase de interpretación de los datos de cada método, sino que se recolectan y analizan de forma independiente para posteriormente llevar a cabo la consolidación.
- Al finalizar la recolección y análisis de los datos, se realizan *metainferencias* que aglutinan las discusiones y conclusiones de los resultados tanto cualitativos como cuantitativos de forma separada.

Por lo tanto, en el presente trabajo de investigación se lleva a cabo una metodología mixta (cuantitativa y cualitativa), donde se trabaja un procedimiento concurrente en base a un diseño cuasi-experimental que aglutina un grupo experimental y un grupo de control. Dentro del análisis cuantitativo, se ponen en marcha varios estudios con el objetivo de estudiar si el uso de la Realidad Aumentada influye en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes de Educación Secundaria.

1. Estudio experimental de tipo cuasi-experimental pre-test-post-test y grupo de control

Con el propósito de conocer si el rendimiento de los estudiantes crece tras utilizar la Realidad Aumentada en el aula, se efectúa un estudio cuasi-experimental donde se realiza un pre-test y post-test a ambos grupos, con el propósito de contrastar los resultados. En primer lugar, se lanza un pre-test a ambos grupos para conocer los valores iniciales que presentan los estudiantes que forman parte de ellos. Posteriormente, el grupo experimental trabaja la unidad didáctica correspondiente mediante la utilización Realidad Aumentada visualiza en sus distintos dispositivos móviles. De forma paralela, el grupo de control desarrolla la lección sin la utilización de este tipo de tecnología educativa, pero

si cuenta con portátiles donde puede seguir la unidad correspondiente. Esta medida trata de darle aún más importancia y validez a la investigación, puesto que no deja de lado el uso de las TIC. De esa forma, no debe influir en los resultados académicos que presenten los estudiantes. Por último, se lanza un post-test a ambos grupos, para poner de manifiesto los conocimientos adquiridos y contrastar si el uso de Realidad aumentada repercute en el rendimiento académico en base a sus calificaciones.

2. Estudio experimental de tipo cuasi-experimental post-test y grupo de control

Para conocer la repercusión que muestra la utilización de RA en el proceso de aprendizaje en base a la motivación, se lleva a cabo un estudio cuasi-experimental de solo post-test con el grupo experimental y grupo control. De igual forma, se pretende comparar ambos grupos, por lo que la mejor manera para conocer la influencia de esta tecnología educativa en los estudiantes de Educación Secundaria es contrastar los resultados. Para ello, se realiza un instrumento que se denomina IMMS, incluido en el modelo ARCS de Keller (1987, 2010). Este cuestionario es completado por los estudiantes de ambos grupos una vez que haya finalizado el experimento en cuestión. Es importante recalcar que el grupo experimental utiliza la Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza y aprendizaje y el grupo de control no. Asimismo, el cuestionario IMMS tiene cierta variación para el grupo de control, puesto que se han eliminado 4 ítems que están estrechamente ligadas a la tecnología educativa desarrollada.

Para abordar las variables externas género y experiencia previa se lleva a cabo un estudio de correlaciones entre la motivación que presentan los estudiantes y dichas variables.

3. Estudios correlacionales

Tras obtener la información de los estudios relatados con anterioridad, se realiza diferentes estudios de correlaciones, con el fin de contrastar las hipótesis que hacen referencia a la influencia de la motivación en las variables género y experiencia previa. Este tipo de estudio es fundamental para dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación (Hernández-Pina y Maquilón-Sánchez, 2012).

4. Estudio cualitativo de diseño investigación acción participativa

En cuanto al análisis cualitativo, se lleva a cabo mediante la técnica de investigación denominada entrevistas semi-estructuradas. Dicho instrumento se proyecta sobre una pequeña representación de estudiantes del grupo experimental, elegidos completamente al azar, una vez que se haya finalizado el desarrollo de la unidad correspondiente. Dichos estudiantes van respondiendo a una serie de preguntas con el propósito que cada participante exprese sus ideas y opiniones. Por supuesto, esta técnica está bien predefinida y focalizada en las percepciones que presentan los estudiantes ante el uso de Realidad Aumentada como herramienta de enseñanza.

Finalmente, se analizan los datos recogidos, para plantear las discusiones pertinentes y relatar las conclusiones de forma independiente, dando respuesta a las preguntas de investigación planteadas en base a los objetivos que se pretenden conseguir. Además, se trata de darle un mayor rigor y validez a la investigación triangulando los datos (Pérez-Serrano, 1994).

5.1.1 Fases de la investigación

Toda investigación debe seguir unos procesos sistemáticos, rigurosos y empíricos, que aprueben los objetivos planteados (Hernández-Sampieri et al., 2014). En este sentido, es fundamental proseguir una serie de fases que forman todo el proceso de la investigación. Sin duda alguna, el primer paso que debe desarrollar todo investigador es un análisis previo del tema en cuestión. Así, se puede obtener información muy valiosa sobre la problemática existente, y por consiguiente el hueco a solventar. En segundo lugar, se plantea una organización de la investigación acorde a los objetivos, hipótesis trazadas. Para terminar, se lleva a cabo la experiencia para su posterior análisis y discusión de los datos obtenidos, plasmando unas conclusiones verídicas y unas posibles líneas de trabajo futuro.

Debido al carácter de este trabajo de investigación, se utiliza el modelo ARCS de Keller (1987) para la estructura y organización de la propuesta de tesis doctoral. Cabe destacar que el enfoque del modelo ARCS es considerado un diseño instruccional para el análisis de la motivación y el rendimiento de los estudiantes. En este sentido, los cuatro componentes de dicho modelo (atención, relevancia, confianza y satisfacción), proporcionan unos condiciones óptimas y necesarias para el aprendizaje, otorgándole de

esta forma el reconocimiento de modelo educativo (Galicia-Alarcón et al., 2014). Así, el modelo ARCS de Keller (1987) considera las siguientes fases: Análisis, Diseño, Desarrollo y Piloto (implementación y evaluación).

Una vez que se han mencionado las distintas fases, es necesario especificar que cada una de ellas abordan varios pasos del diseño motivacional bajo un proceso sistemático. De esta manera, los primeros cinco pasos tratan de dar esclarecer las informaciones referentes al grupo y curso, lo que produce un planteamiento de los objetivos, así como la realización y presentación de las formas y criterios de evaluación. En los pasos seis y siete se enumeran las posibles tácticas y se escoge la más adecuada. A continuación, en los pasos ocho y nueve se desarrollan e integran los materiales instruccionales. Por último, en el paso diez se realiza una evaluación formativa para corroborar o revisar la instrucción.

El modelo de diseño instruccional ARCS representa una guía para el desarrollo de materiales didácticos, que favorece el rendimiento eficiente de sus fases y potencia una evaluación a través de la retroalimentación al grupo (Góngora-Parra y Martínez-Leyet, 2012).

5.1.1.1 Fase de análisis

En esta primera fase, se identifica la problemática existente en relación con el trabajo de investigación planteado. Asimismo, es de vital importancia adquirir unos conocimientos previos para tener una visión global sobre la evolución de la Realidad Aumentada en base a la motivación y rendimiento académico de los estudiantes de los últimos años. Para ello se elabora un marco teórico, donde se plasman todos los temas que engloban esta investigación. En este sentido, se trabaja la realidad aumentada desde un punto de vista conceptual, su evolución y tipología, así como las herramientas y aplicaciones más usadas en educación. Además, se desarrolla la motivación como factor condicionante en la educación, donde se desgrana su concepto y tipología, las teorías y modelos existentes, en particular el modelo ARCS de Keller (1987, 2010), la relación de la motivación con el rendimiento académico y las pautas de intervención en el aula.

Seguidamente, se desarrolla una revisión sistemática de la literatura existente, basada en la propuesta de Kitchenham y Charters (2007). Según los autores citados este protocolo exige una descripción general exhaustiva, objetiva y fiable, que se rige por unas

pasos definidos y estrictos. Además, se profundiza en conocer la influencia del género en el rendimiento y motivación de los estudiantes cuando trabajan con Realidad Aumentada.

Por otro lado, se plantean una serie de cuestiones relativas al proyecto que justifican la investigación que se pretende llevar a cabo, junto con las hipótesis correspondientes que deben servir de premisa al trabajo planteada para su posterior validez. En este punto, se establece el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, los cuales facilitan la profundización de la temática de forma concisa, detallada y precisa. Por este motivo, se debe conocer perfectamente las características de los estudiantes, el contexto social donde se lleva a cabo la implementación y los equipamientos.

Por último, se elige la metodología más apropiada para lograr los objetivos marcadas con la mayor rigurosidad y validez, así como el diseño de la investigación, que contempla además de lo citado, la selección de las herramientas tecnológicas, los contenidos y los instrumentos de recogida de información que se utilizan en la investigación.

5.1.1.2 Fase de diseño

En esta segunda fase, se seleccionan y proyectan los contenidos, materiales y aplicación móvil que se implementa posteriormente en el aula, así como los instrumentos para la recogida de datos. Es importante recalcar que se empieza por diseñar el material necesario para los grupos de control, para posteriormente plasmar dichos contenidos en la aplicación móvil de Realidad Aumentada utilizada en los grupos experimentales.

- Para los grupos de control se diseña una presentación que aglutina todos los contenidos de la unidad didáctica, tanto conceptos como actividades y ejercicios.
- Para los grupos experimentales se plantea una aplicación móvil que contiene los contenidos de la unidad didáctica, a excepción de actividades y ejercicios. Estos se han desarrollado con las mismas aplicaciones que en los grupos de control y se han integrado en el gestor de aprendizaje Microsoft Teams.
- El diseño de los instrumentos utilizados en el proceso de investigación se ha llevado a cabo con la herramienta Microsoft Forms, que garantiza el anonimato de los estudiantes mediante la eliminación del usuario y goza de los más altos estándares de calidad en materia de seguridad y protección de datos como puede comprobarse en su propia política de seguridad, cumpliendo con la normativa europea y española.

5.1.1.3 Fase de desarrollo

En esta tercera fase, se construyen los recursos necesarios para llevar a cabo la experiencia educativa tanto en los grupos experimentales como en los grupos control. Además, se desarrollan los instrumentos de recolección de datos seleccionados para esta investigación.

- Para la creación de los materiales del grupo control se utiliza la aplicación Microsoft PowerPoint. Sin embargo, para la realización de actividades o ejercicios los estudiantes han utilizado otras aplicaciones, tales como OneNote, OneDrive, Genially, PowerPoint, Word. Todo ello conjugado con la plataforma Microsoft Teams que permite la integración de dichas herramientas.

- Para el desarrollo de la aplicación móvil se ha contado con la plataforma de *software* Vuforia, que tiene soporte para Realidad Aumentada basada en marcadores, además de funcionalidades como botones virtuales. Este *software* se ha combinado con el entorno de desarrollo Unity 3D que le otorga una potencia espectacular para la creación de recursos de Realidad Aumentada.

- En cuanto a los cuestionarios pre-test y post-test eran idénticos para todos los grupos, con la salvedad del orden de las cuestiones, no así la encuesta de motivación que ha sido debidamente amoldada para cada grupo. En el caso de las entrevistas semi-estructuradas únicamente han sido desarrolladas para los grupos experimentales.

5.1.1.4 Fase piloto

En esta última fase, se implementa en el aula durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2022, los contenidos, materiales y aplicación móvil desarrollada en los grupos experimentales y únicamente los contenidos y materiales en los grupos de control. Dado que los contenidos y materiales son prácticamente idénticos en los todos los grupos, la programación de las sesiones es la misma, con la salvedad de una sesión extra en los grupos experimentales debido a la instalación y manejo de la aplicación móvil de Realidad Aumentada. En el apartado diseño instruccional se detallan las distintas sesiones.

Tras la implementación, es hora de analizar los datos que previamente se han recolectado mediante los instrumentos seleccionados en la metodología de estudio. En este sentido, se trabaja con los siguientes instrumentos: test para conocer los conocimientos previos y adquiridos, cuestionario de análisis de la motivación

(cuantitativo) y entrevistas semi-estructuradas (cualitativo), que posteriormente son codificadas para la obtención de los resultados. Para analizar todos los datos recogidos se utilizan los programas Microsoft Excel, SPSS, GPower, Atlas-ti, que han sido debidamente valorados por diversos técnicos especialistas.

Por último, se debe dilucidar la veracidad de las hipótesis, comprobar la consecución de los objetivos marcados y por consiguiente clarificar el impacto que tiene la Realidad Aumentada en los estudiantes de Educación Secundaria en base a su motivación y rendimiento académico, gracias al análisis de los distintos instrumentos de medida llevados a cabo en el presente trabajo. Por tanto, se elaboran la discusión y conclusiones a partir de los resultados obtenidos, los cuales determinan el éxito de la propuesta, así como las futuras líneas de investigación.

5.2. Aplicación educativa desarrollada

En este apartado, se desgrana el desarrollo de la aplicación para dispositivos móviles (smartphones y tablets) ComputAR¹, la cual es utilizada para llevar a cabo la experiencia con la Realidad Aumentada. Esta aplicación consiste en un sistema de menús sobre ordenadores que mediante marcadores gráficos proyectan objetos en RA.

5.2.1 Herramientas utilizadas

De todos los sistemas operativos para dispositivos móviles existentes, se ha seleccionado Android puesto que presenta las siguientes características fundamentales (Cubillo-Arribas, 2014):

- Plataforma de desarrollo libre basada en Linux y con código abierto.
- Diseñado para ser incorporado a cualquier tipo de *hardware*, aunque en nuestro caso particular únicamente se instala en smartphones y tablets.
- Desarrollado en Java, lo que permite una portabilidad a cualquier tipo de CPU.
- Arquitectura basada en componentes inspirados en Internet.

¹ La aplicación ComputAR y los distintos marcadores gráficos utilizados se encuentran en el repositorio Github: <https://bit.ly/3Z7FIqU>

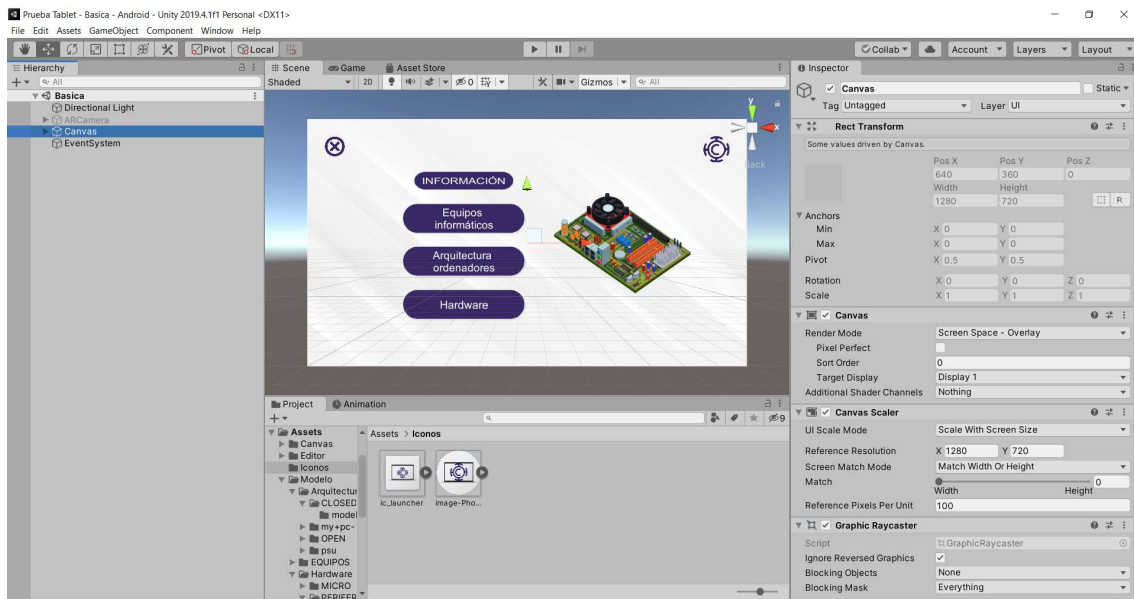
- Incorporación de servicios como por ejemplo GPS, SQL, navegador, multimedia.
- Nivel de seguridad considerable.
- Optimizado para baja potencia y memoria.
- Calidad de gráficos y sonidos alta.

En lo que respecta al entorno de desarrollo, se ha seleccionado el motor Unity3D (Figura 28) ya que es compatible con el sistema Android y es una plataforma intuitiva, fácil de manejar y que permite integrar el *software* necesario para la Realidad Aumentada (Cárdenas-Huérffano, 2021). Dicho *software* es Vuforia, un SDK utilizado para desarrollar aplicación con RA basada en marcadores y reconocimiento de imágenes, con la posibilidad de incorporar canvas y botones virtuales (Larrosa-Soliz, 2018). En definitiva, han sido necesarios instalar las siguientes herramientas:

- Unity3D (versión 2019.4.1f1)
- Vuforia SDK
- Android SDK (Google): un conjunto de librerías que se utiliza para la programación de aplicaciones para dispositivos Android.
- Android Studio: entorno de desarrollo de aplicaciones para Android.
- Visual Studio 2019: entorno de desarrollo integrado para Windows, compatible con múltiples lenguajes
- Java SDK, JDK

Por supuesto, se han realizado las pertinentes comprobaciones de compatibilidad entre las distintas versiones utilizadas para evitar problemas.

Figura 28
Interfaz del entorno de desarrollo Unity



Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, falta por definir los objetos 3D que son representaciones matemáticas de un modelo en tres dimensiones, permitiendo representar el mundo real. Estos objetos 3D pueden ser construidos en diferentes plataformas o reutilizados gracias a la distribución de repositorios gratuitos o de pago. En la presente investigación, estos objetos 3D se han obtenido de distintos repositorios gratuitos, potenciando la reutilización de los REA (Recursos Educativos Abiertos). Las fuentes donde se han adquirido estos recursos han sido: 3D Warehouse, free3d, Sketchfab, Turbosquid.

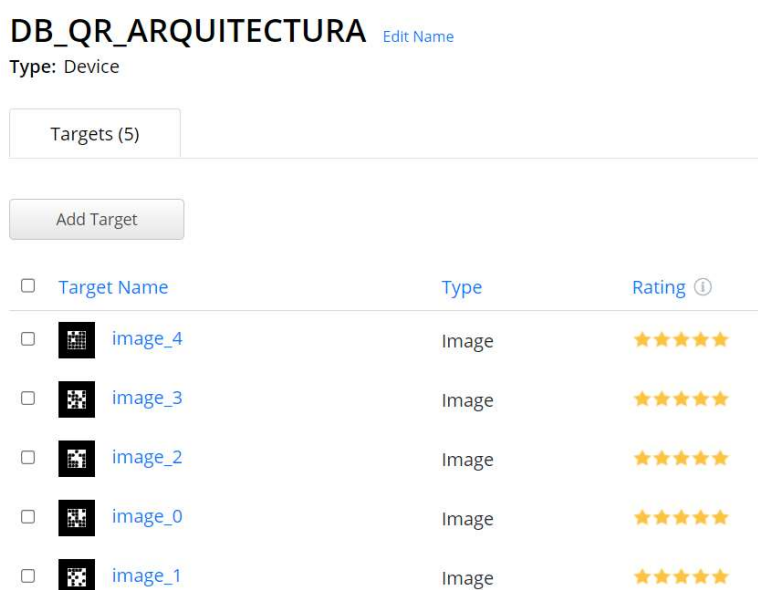
Por último, los marcadores gráficos seleccionados deben ser imágenes objetivo con contrastes, formas y tamaño adecuados para ser reconocidas adecuadamente para su tratamiento. En este aspecto, la plataforma Vuforia califica de 0 a 5 estrellas las imágenes que se suben al portal de desarrollador, por lo que, es una buena manera de conocer si efectivamente dichos marcadores son válidos.

En un primer momento se utilizaron los marcadores Aruco, que son marcadores sintéticos cuadrangular con borde negro y matriz binaria interna. Sin embargo, estos marcadores obtuvieron unas puntuaciones muy bajas, entre 1,2 y 3 y la recomendación de la plataforma es que deben obtener unas calificaciones entre 4 y 5. No obstante, se realizó una prueba en el motor de desarrollo Unity3D, y efectivamente no tenían las características necesarias para ser identificados.

Por tanto, se optó por la creación de marcadores gráficos a través de código, otorgándole una mayor personalización. Para ello se utilizó el sitio web CodePen, que es una comunidad donde se plasman fragmentos de código en línea y abierto. Partiendo del trabajo desarrollado por Stausbol (2018), se modificó el código a las necesidades de la investigación, obteniendo unos códigos personalizados con una calificación de 4 o 5 estrellas en la plataforma Vuforia (Figura 29).

Figura 29

Marcadores gráficos en Vuforia



Fuente: Elaboración Propia

5.2.2 Requerimientos del sistema

En este subapartado se desgranar los requisitos mínimos necesarios para el diseño y desarrollo de la aplicación, así como para los dispositivos móviles donde se ejecuta. En este aspecto, los requisitos mínimos del editor de Unity son:

- Sistema operativo: Windows 7, 10 o 11, sólo versiones de 64 bits.
- CPU: Arquitectura X64 con soporte para conjunto de instrucciones SSE2.
- API de gráficos: GPU compatibles con DX10, DX11 y DX12.
- Controladores admitidos oficialmente por el proveedor de *hardware*.

En lo que respecta a los requisitos del sistema para Unity Player, es decir, los requerimientos de los dispositivos móviles donde se implementa la aplicación son los siguientes:

- Sistema operativo: Android 4.4 (API 19).
- CPU: ARMv7 con soporte de neón (32 bits) o ARM64.
- API de gráficos: OpenGL ES 3.0+, Vulkan
- 2 GB de RAM
- Acelerómetro, ya que permite detectar si el dispositivo se ha movido.
- Cámara Web con una resolución mínima de QVGA (*Quarter Video Graphics Array* – 320x240).
- Pantalla con una resolución mínima de HVGA (*Half Video Graphics Array* – 480x320).

5.2.3 ComputAR: Características y funcionamiento

ComputAR ha sido desarrollada con el propósito de implementar una aplicación de Realidad Aumentada que ayude a los docentes durante el proceso de enseñanza y mejore el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes. Dicha aplicación se trabaja durante las explicaciones del docente o la realización de tareas, sin perder contacto con la dinámica de clase. Esta cualidad es fundamental para potenciar el aprendizaje significativo, fomentar la participación y la interacción entre el alumnado. Por lo tanto, la utilización de este tipo de aplicaciones basadas en la Realidad Aumentada permite desarrollar explicaciones más atractivas, motivadores, esclarecedoras y dinámicas durante el proceso de enseñanza, así como la visualización de ciertos contenidos que serían imposibles por estar en desuso (Millapi y Tardon, 2015).

El inicio de la aplicación se hace desde el dispositivo móvil donde se haya instalado, simplemente pulsando el icono prediseñado que se muestra en la Figura 30.

Figura 30

Icono de la app ComputAR



Fuente: Elaboración Propia

Una vez iniciada la aplicación, se puede visualizar la pantalla inicial, donde se muestran una serie de botones virtuales, distribuidos conforme al contenido que se pretende desarrollar en la experiencia educativa. En la Figura 31 se puede observar el menú que ofrece la pantalla inicial.

Figura 31

Pantalla inicial ComputAR



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se detallan el funcionamiento de cada uno de los botones:

- El botón ubicado en la parte superior izquierda cierra la aplicación, gracias a un script desarrollado en lenguaje C# en el *software* Visual Studio 2019.
- El botón ubicado en la parte superior derecha representa el logo del Colegio Cerrado de Calderón y ofrece información sobre el proyecto de investigación llevado a cabo (Figura 32).

Figura 32

Botón Logo Colegio Cerrado de Calderón (ComputAR)

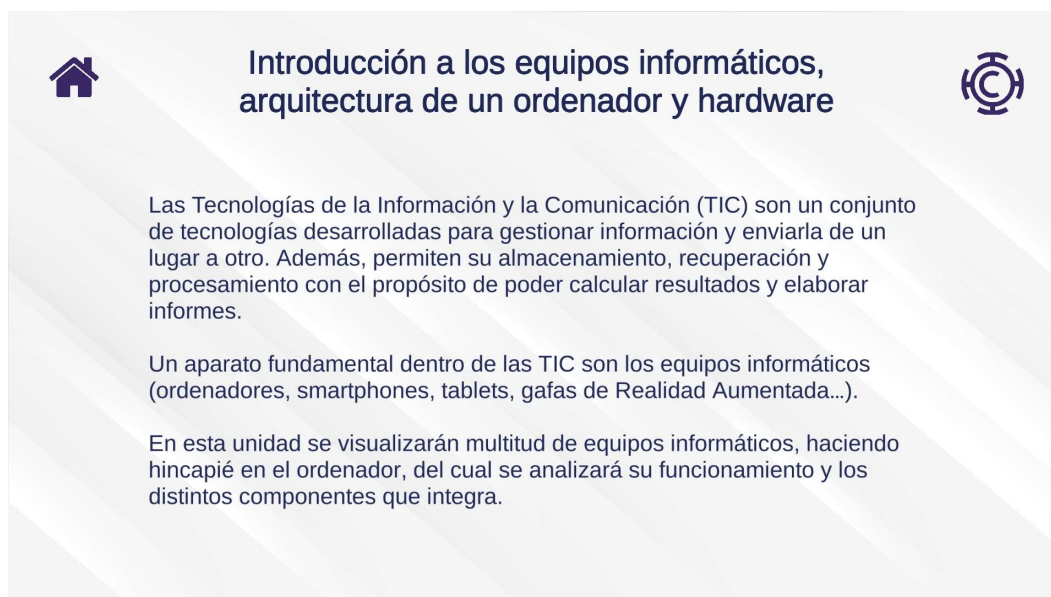


Fuente: Elaboración Propia

- En la Figura 33 se muestra la información que aparece si haces clic sobre el botón *Información*. En ella se refleja una introducción al contenido, donde aparecen varios conceptos y partes que son posteriormente trabajadas.

Figura 33

Botón INFORMACIÓN (ComputAR)



Fuente: Elaboración Propia

Antes de describir los tres botones que contienen el contenido principal del tema, es necesario recalcar que para volver al menú inicial se debe pulsar el icono de la casa, que está ubicado en la parte superior izquierda de las distintas pantallas que van apareciendo.

El primer apartado *Equipos informáticos*, muestra botones donde se aprecian distintos ordenadores o máquinas que han sido relevantes a lo largo de la historia (Figura 34).

Figura 34

Botón Equipos informáticos (ComputAR)



Fuente: Elaboración Propia

Para visualizar cada uno de estos equipos es necesario pulsar cualquier botón y capturar el marcador gráfico que tiene asociado. De esta manera, se puede observar un modelo 3D del ordenador o máquina en cuestión como muestra la Figura 35. La vuelta al menú de *Equipos informáticos* se hace gracias a la flecha colocado en la parte inferior derecha.

Figura 35

Enigma (ComputAR)



Fuente: Elaboración Propia

El segundo apartado *Arquitectura ordenadores*, refleja una imagen donde se muestran las diferentes partes internas y externas de un ordenador de sobremesa, junto con un botón que refleja cada una de esas partes 3 dimensiones (Figura 36).

Figura 36

Botón Arquitectura ordenadores (ComputAR)



Fuente: Elaboración Propia

Un ejemplo es la Figura 37, donde se muestra una fuente de alimentación.

Figura 37

Fuente de alimentación (ComputAR)



Fuente: Elaboración Propia

El último apartado *Hardware*, presenta los distintos componentes de un ordenador (Figura 38).

Figura 38

Botón Hardware (ComputAR)

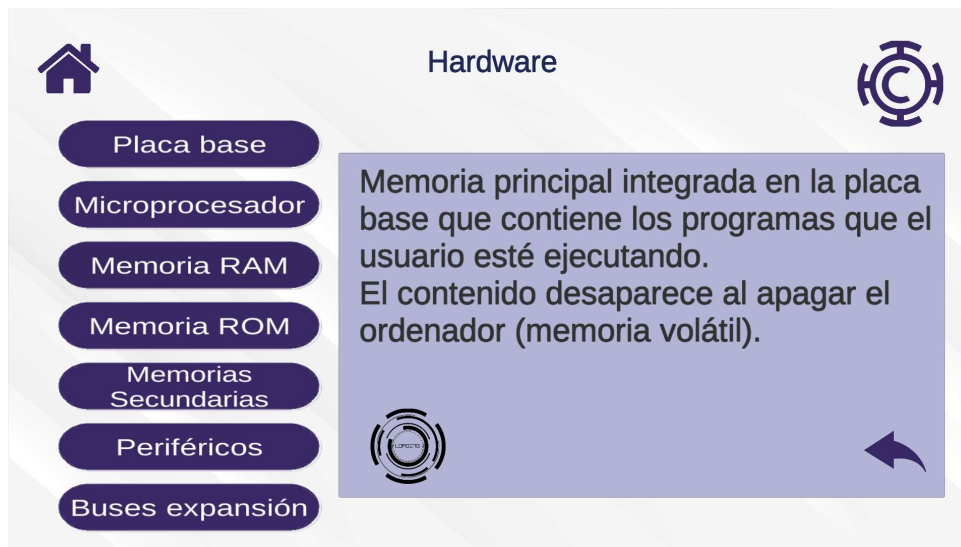


Fuente: Elaboración Propia

Si haces clic en cada uno, aparece una breve explicación junto con la posibilidad de visualizarlo en Realidad Aumentada (Figura 39).

Figura 39

Memoria RAM (ComputAR)



Fuente: Elaboración Propia

El proceso de cambio de información de cada uno de los componentes se ha llevado a cabo por medio de animaciones, por lo que, se ha desarrollado un script en lenguaje C# con el *software* Virtual Studio 2019. Este script determina el comportamiento de los distintos objetos.

Para mostrar los distintos componentes en 3 dimensiones es necesario pulsar el botón que aparece en cada una de las respectivas pantallas. Así, por ejemplo, la Figura 40 refleja una placa base en Realidad Aumentada.

Figura 40

Placa base (ComputAR)



Fuente: Elaboración Propia

Por último, se compiló la aplicación generando varios archivos APK (*Android Application Packager*), que son debidamente verificados hasta obtener el producto final. Para la instalación de ComputAR, únicamente se debe instalar el archivo APK en los distintos dispositivos donde se ejecute, teniendo presente que hay casos donde se debe alterar de forma momentánea las condiciones de seguridad de los dispositivos. Para este proceso el docente facilita un enlace a un repositorio donde se encuentra el archivo APK a través de la plataforma Microsoft Teams. En el caso de las tablets, la instalación de ComputAR ha sido llevada a cabo por mi persona antes de la propia experiencia.

5.2.4 Control de versiones

Las correspondientes pruebas se llevaron a cabo a medida que iba transcurriendo el desarrollo de la aplicación, comprobando cada una de las partes y posteriormente la versión de prueba obtenida. Dicha versión de prueba fue debidamente evaluada en 7 dispositivos móviles con distintas versiones de Android, donde se encontraron algunos errores derivados de la visualización de objetos de Realidad Aumentada, que fueron debidamente solventados.

Asimismo, para garantizar el éxito de la instalación y utilización de la aplicación se hizo una prueba piloto con un grupo de 20 estudiantes. En este sentido, se observó que varios de los smartphones tenían poca capacidad de almacenamiento, por lo que se optó por instalar la aplicación en tablets que tenía el centro en propiedad. De esta forma, se solventaba la posible problemática observada.

Durante el período que ha durado la experiencia no se han observado actualizaciones de los distintos sistemas operativos, por lo que, no se ha llegado a realizar ningún mantenimiento de la aplicación.

5.3. Población y muestra

En este apartado se analiza la población que va a ser estudiada durante la investigación, y se particulariza en la muestra seleccionada. En este sentido, el tipo de muestreo que se utiliza es no probabilístico-incidental, ya que el investigador el encargado de escoger la muestra por su representatividad y fácil acceso (Sabariego-Puig, 2014). Además, este tipo de muestra es una de las más representativas en la investigación educativa (McMillan y Schumacher, 2001).

La propuesta se ha llevado a cabo durante el año 2022-2023 en el Colegio Cerrado de Calderón de Málaga, centro concertado-privado que aglutina las etapas educativas de Infantil, Primaria y Secundaria en sus distintas modalidades. La zona donde se localiza se denomina Cerrado de Calderón, y es una de las zonas de mayor nivel económico de Málaga capital. Las familias que forman parte del proyecto educativo del centro cuentan con un nivel sociocultural elevado y una gran remuneración, ya que ocupan puestos de dirección, altos ejecutivos y empresarios.

Esta zona elitista, engloba todo tipo de culturas y nacionalidades, por lo que es común que sus aulas están repletas de alumnos extranjeros que residen en la zona o que sus familiares encuentran en este centro el lugar ideal para la formación de sus hijos. En este sentido, el centro propone un servicio de autobuses repartido por Málaga capital, con el propósito de aglutinar al mayor número de estudiantes posibles.

En este estudio han participado todos aquellos estudiantes que cursan las siguientes materias, ya que todas ellas aglutinan una unidad didáctica sobre equipos informáticos, arquitectura de ordenadores y sus principales componentes.

- Computación y Robótica, 3º de Educación Secundaria Obligatoria.
- Tecnologías de la Información y la Comunicación, 4º de Educación Secundaria Obligatoria.
- Tecnologías de la Información y la Comunicación, 1º de Bachillerato.
- Tecnologías de la Información y la Comunicación, 2º de Bachillerato.

En el estudio han participado un total de 321 estudiantes del Colegio Cerrado de Calderón de Málaga, distribuyéndose 162 alumnos en los grupos de control y 159 estudiantes en los grupos experimentales, donde únicamente el 2,80% de los estudiantes han repetido curso y cuyos porcentajes por género corresponden a 66,67% hombres y 33,33% mujeres.

En el capítulo “Resultados de la investigación” se desgana el perfil sociodemográfico para cada uno de los grupos (experimentales y control). Por lo tanto, en este epígrafe se detalla los datos genéricos sin distinción entre los grupos. No obstante, es necesario destacar que las diferencias que presentan ambos grupos en base a dicho perfil son insignificantes.

Respecto al curso de procedencia, el 24,92% y el 37,07% de los estudiantes corresponden a 3º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria respectivamente, el 23,68% de los alumnos son de 1º de Bachillerato, y únicamente el 14,33% de los estudiantes cursan 2º de Bachillerato.

Aunque algunas de dichas materias son optativas, el centro por motivos logísticos se ha visto abocado a reubicar a ciertos alumnos. De esta forma, la muestra seleccionada representa una parte de las distintas secciones que tiene el centro en los respectivos cursos anteriormente mencionados.

Los motivos por los cuales se ha escogido la presente muestra han sido principalmente tres. En primer lugar, destaca la vinculación del autor de esta tesis doctoral, D. Antonio J. Amores Valencia, con las distintas materias ya que imparte docencia en todos los cursos anteriormente mencionados. El segundo motivo, es la falta de motivación que presentan los estudiantes en la etapa de Educación Secundaria, especialmente en los últimos cursos de la etapa obligatoria y los primeros de la postobligatoria. Por este motivo, uno de los factores a analizar es la motivación que muestran los estudiantes ante el uso de la Realidad Aumentada. Y el último motivo, es la disponibilidad de las aulas de informática que tiene el centro para dichas materias. De esta manera, los estudiantes pueden trabajar con los dispositivos móviles que dispone el centro, smartphones y tablet. Este último aspecto es inmensamente importante, ya que la aplicación desarrollada sólo puede implementarse en sistemas Android, y dado el alto nivel económico de las familias muchos de los estudiantes poseen iPhones.

De antemano se preveía que algunos de los estudiantes de la investigación debían presentar unos niveles de conocimiento altos sobre las nuevas tecnologías, ya que habían cursado en años anteriores la materia de Tecnologías de la Información y la Comunicación. En este sentido, el 23,68% de los estudiantes han indicado que tienen experiencia previa en el uso de las TIC, mientras que el 76,32% aseguran no tenerla. Sin embargo, en ningún caso los estudiantes habían trabajado esta o alguna otra materia a través de dispositivos móviles y mucho menos habían desarrollado el proceso de enseñanza mediante la tecnología educativa de la Realidad Aumentada. Por tanto, no se podía prever si el proceso de implementación de la aplicación diseñada con esta tecnología educativa iba a suponer un obstáculo o beneficio para la motivación o el rendimiento académico de los estudiantes.

Por último, las edades de esta muestra estaban comprendidas entre los 14 y los 17 años, concretamente el 29,60% tiene 14 años, el 33,96% tiene 15 años, el 21,49% tiene 16 años, y únicamente el 14,95% de los estudiantes tiene 17 años. Dado que todos los estudiantes eran menores de edad se solicitó el pertinente permiso al comité de ética de la investigación de UNIR, que evaluó de forma favorable la investigación, con código PI:065/2022.

En este período, el alumno experimenta una serie de cambios tanto físicos como emocionales producidos por la etapa de la adolescencia. Estos cambios físicos se producen de manera más notable en edades más tempranas, mientras que los procesos de maduración emocional, afectiva y cognitiva tienen un ritmo más lento. Esta realidad puede causar ciertos problemas, uno de los cuales es la diferencia entre la madurez emocional y psicológica de los adolescentes y su madurez física y sexual. Asimismo, los estudiantes comienzan a tomar sus propias decisiones, fortalecen los lazos de amistad con amigos y se vuelven más independientes dentro de la familia. Aunque las diferencias en las tasas de madurez en diferentes aspectos de la personalidad de los jóvenes dificultan el paso de la adolescencia y hacen que el proceso de construcción de identidad se complique, dando origen a elecciones contradictorias, falta de concentración, ... Hasta cierto punto, el conflicto en la adolescencia parece inevitable porque los jóvenes tienen que redefinir su estatus frente a las familias, las pandillas y la sociedad.

5.4. Instrumentos de recogida de información

En la presente investigación se han utilizado tres tipos de instrumentos de recogida de datos: un formulario o test, un cuestionario y una entrevista. En el caso del formulario o test, ha sido el mismo para ambos grupos (experimental y control) ya que perseguía conocer y contrastar el rendimiento académico de dichos grupos. Sin embargo, el cuestionario diseñado para valorar el grado de motivación que presentan los estudiantes ha sido desarrollado específicamente para cada grupo. En este sentido, el grupo experimental ha utilizado el cuestionario IMMS adaptado a la Realidad Aumentada y el grupo de control ha empleado el mismo cuestionario salvo por la eliminación de 4 ítems que están relacionados con esta tecnología educativa. Esto se debe a que el grupo de control ha llevado a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje sin dicha tecnología. Por

último, se han realizado entrevistas semi-estructuradas para analizar la visión de los estudiantes sobre la utilidad de la RA en la educación.

La temporalización de los instrumentos de recogida de información se ha llevado a cabo al comienzo de la experiencia con el pre-test en ambos grupos y al finalizar la última sesión, con el post-test de rendimiento y los cuestionarios IMMS a ambos grupos. Una vez desarrollada la experiencia se han abordado las entrevistas semiestructuras a una representación del grupo experimental.

5.4.1 Instrumento de análisis del rendimiento académico

En esta ocasión se desarrolla un formulario de elección múltiple que estaba formado por 10 ítems con el propósito de recoger información de tres categorías de la Taxonomía de Bloom:

- Aplicar (2 ítems)
- Comprender (3 ítems)
- Recordar (5 ítems)

El formulario se distribuye vía Internet a través del gestor de aprendizaje Microsoft Teams, que está estrechamente ligado a Microsoft Forms, bajo las modalidades de pre-test (Anexo 1) y post-test. (Anexo 2). Ambos cuestionarios están formados por los mismos ítems, aunque con distinto orden.

5.4.2 Encuesta de motivación de materiales instruccionales (IMMS)

El instrumento seleccionado para analizar el grado de motivación de los estudiantes es el *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS), basado en el modelo ARCS de Keller (1987). Este cuestionario permite conocer la situación de las personas cuando reaccionan a materiales instruccionales y consta de 36 ítems que se encuentran agrupados en las cuatro dimensiones de dicho modelo: atención, confianza, relevancia y satisfacción y ha sido desarrollado a través de una escala tipo Likert tipo 5, donde 1 significa totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 neutro (ni desacuerdo ni de acuerdo), 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

Este instrumento ha sido validado y utilizado en multitud de investigaciones, algunas de ellas estrechamente relacionadas con el presente proyecto. La primera validación fue llevada a cabo por Huang et al. (2006) en un entorno tutorial basado en

ordenadores, donde utilizaron el modelado de ecuaciones estructurales para realizar la comprobación estadística, sin embargo, carecía de consistencia teórica. Posteriormente, Loorbach et al. (2015) validaron el cuestionario IMMS comparando dos estudios en un entorno de instrucción autodirigido a motivar a los usuarios a llevar a cabo una serie de tareas con los dispositivos móviles. Después, otra investigación basada en la simulación de estudios de enfermería a través de la realidad mixta realizada por Hauze y Marshall (2020) validó dicho instrumento. Por último, Cardoso-Júnior y Delbone-de-Faria (2021) llevaron a cabo la validación de la encuesta de motivación de materiales de instrucción en un entorno de aprendizaje remoto. Todos estos autores concluyen que el IMMS debe ser adaptado a las características de los estudiantes y al programa de instrucción de cada investigación.

Además de estas investigaciones, hay otros proyectos donde se ha aplicado este cuestionario que tienen una mayor vinculación con este trabajo. En este aspecto, se ha utilizado para conocer el grado de motivación de los estudiantes ante el uso de distintas tecnologías, como los videojuegos (Proske et al., 2014), los vídeos en formación virtual (Che, 2012), los MOOC (Castaño-Garrido et al., 2015) o la Realidad Aumentada (Barroso-Osuna et al., 2018; Cabello et al., 2022; Di-Serio et al., 2013; Laurens-Arredondo, 2022; Lu y Ying-Chieh, 2014; Villarejo-Villar, 2019; Wei et al., 2015).

Ante estas consideraciones, el cuestionario ha sido debidamente adaptado a la tecnología educativa utilizada y a los distintos grupos que forman parte de la investigación (experimental y control). Asimismo, es importante adaptar ambos cuestionarios al perfil de estudiante de Educación Secundaria, ya que esto proporciona mayor credibilidad y validez a la investigación (Di-Serio et al., 2013). Para el caso del grupo control el contenido de los ítems no ha sido modificado (Anexo 3), sin embargo, para el grupo experimental se han adecuados los ítems del cuestionario (Anexo 4) en base a la Realidad Aumentada, ya que es la herramienta de aprendizaje utilizada (Gallego-Pérez, 2018). Ambos cuestionarios se distribuyen vía Internet a través del gestor de aprendizaje Microsoft Teams, que está estrechamente ligado a Microsoft Forms.

Para determinar la validez del instrumento se aplica el estadístico del alfa de Cronbach a ambos cuestionarios, una vez que se han hecho las pertinentes modificaciones sobre el original ya que ha sido adaptado a la tecnología educativa de la investigación.

En primer lugar, se analiza el cuestionario aplicado a los grupos de control, donde el alfa de Cronbach es de 0,857, lo que se traduce en una fiabilidad muy alta.

Al igual que se ha hecho anteriormente, se calcula el alfa de Cronbach para cada una de las dimensiones de este cuestionario. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 9 y reflejan como las puntuaciones de las distintas dimensiones son superiores o iguales a 0,7, lo que se traduce en una buena fiabilidad.

Tabla 9

Alfa de Cronbach para cada dimensión (grupo control)

Dimensión	Alfa de Cronbach
Confianza	,700
Atención	,705
Satisfacción	,701
Relevancia	,702

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se realiza una correlación ítem-total para analizar si al suprimir algún ítem la fiabilidad de este cuestionario mejora. En este sentido, se ratifica que el alto valor de fiabilidad del cuestionario no se vería afectado significativamente al eliminar alguno de los ítems, como muestra la Tabla 10.

Tabla 10

Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido (grupo control)

Ítem	Alfa de Cronbach
Cuando vi por primera vez la lección, tuve la impresión de que sería fácil para mi	,855
Hubo algo interesante al comienzo de esta lección que me llamó la atención	,859
El material (imágenes, textos, ...) es más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera	,855
Después de leer la información de introducción, me sentí seguro de que sabía lo que tenía que aprender de esta lección	,852

Completar los ejercicios de esta lección me dio una sensación de satisfacción de logro	,855
Tengo claro que el contenido de este material (imágenes, textos, ...) está relacionado con cosas que ya conocía	,855
Las páginas de la presentación tenían tanta información que era difícil recordar los puntos importantes	,858
El material (imágenes, textos, ...) era llamativo	,858
Hubo historias, imágenes o ejemplos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas	,857
Completar esta lección con éxito era importante para mí	,851
La calidad del material (imágenes, textos, ...) me ayudó a mantener la atención	,857
Esta lección era tan abstracta que era difícil mantener mi atención en ella	,850
Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podía aprender el contenido	,851
He disfrutado tanto esta lección que me gustaría saber más sobre este tema	,851
Las páginas de la presentación eran poco atractivas	,852
El contenido de este material (imágenes, textos, ...) es importante para mis intereses	,856
La forma de organizar la información en las páginas de la presentación me ayudó a mantener la atención	,849
Había explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento de esta lección	,852
Los ejercicios de esta lección fueron demasiado difíciles	,855
Esta lección tiene cosas que me provocaron curiosidad	,852
Disfruté mucho estudiando esta lección	,849
La cantidad de repeticiones de las actividades en esta lección me aburría a veces	,857
Por el contenido y el material (imágenes, textos, ...) da la sensación de que esta lección vale la pena conocerla	,849
Aprendí algunas cosas que fueron sorprendentes o inesperadas	,859

Después de trabajar en esta lección por un tiempo, estaba seguro de que podía aprobar el examen	,851
Esta lección no era relevante para mis necesidades porque yo ya sabía la mayor parte del contenido	,857
Las correcciones y comentarios de los ejercicios me ayudaron a sentirme recompensado por mi esfuerzo	,855
La variedad de imágenes, ejercicios y textos me ayudó a mantener mi atención en la lección	,850
El material (imágenes, textos, ...) de esta lección era aburrido	,847
Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o pensado en mi vida	,852
Había tanto contenido que era molesto	,852
Me sentí satisfecho cuando acabé con éxito esta lección	,852
El contenido de esta lección me será útil	,844
Realmente no pude entender mucho del material (imágenes, textos, ...) de esta lección	,861
La buena organización del material (imágenes, textos, ...) me ayudó a estar seguro de que aprendería el contenido	,861
Fue un placer trabajar esta lección tan bien diseñada	,856

Fuente: Elaboración Propia

Para finalizar, se aplica una correlación ítem-total a cada una de las dimensiones, para conocer si se suprime algún ítem, el índice de fiabilidad de las distintas dimensiones mejora. En este aspecto, se empieza por analizar la dimensión confianza como muestra en la Tabla 11.

Tabla 11

Alfa de Cronbach para la confianza si el ítem se ha suprimido (grupo control)

Ítem	Alfa de Cronbach
Cuando vi por primera vez la lección, tuve la impresión de que sería fácil para mi	,681
El material (imágenes, textos, ...) era más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera	,644

Después de leer la información de introducción, me sentí seguro de que sabía lo que tenía que aprender de esta lección	,638
Las páginas de la presentación tenían tanta información que era difícil recordar los puntos importantes	,640
Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podía aprender el contenido	,647
Los ejercicios de esta lección fueron demasiado difíciles	,681
Después de trabajar en esta lección por un tiempo, estaba seguro de que podía aprobar el examen	,643
Realmente no pude entender el material (imágenes, textos, ...) de esta lección	,735
La buena organización del material (imágenes, textos, ...) me ayudó a estar seguro de que aprendería el contenido	,725

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, la Tabla 12 muestra los resultados del alfa de Cronbach para la dimensión atención cuando se elimina alguno de los ítems.

Tabla 12

Alfa de Cronbach para la atención si el ítem se ha suprimido (grupo control)

Ítem	Alfa de Cronbach
Hubo algo interesante al comienzo de esta lección que me llamó la atención	,715
El material (imágenes, textos, ...) era llamativo	,702
La calidad del material (imágenes, textos, ...) me ayudó a mantener la atención	,698
Esta lección era tan abstracta que era difícil mantener mi atención en ella	,664
Las páginas de la presentación eran poco atractivas	,667
La forma de organizar la información en las páginas de la presentación me ayudó a mantener la atención	,675
Esta lección tiene cosas que me provocaron curiosidad	,682

La cantidad de repeticiones de las actividades en esta lección me aburría a veces	,694
Aprendí algunas cosas que fueron sorprendentes o inesperadas	,712
La variedad de imágenes, ejercicios y textos me ayudó a mantener mi atención en la lección	,673
El material (imágenes, textos, ...) de esta lección era aburrido	,663
Había tanto contenido que era molesto	,715

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la dimensión de la satisfacción, la Tabla 13 muestra los resultados del alfa de Cronbach cuando se elimina alguno de los ítems.

Tabla 13

Alfa de Cronbach para la satisfacción si el ítem se ha suprimido (grupo control)

Ítem	Alfa de Cronbach
Completar los ejercicios de esta lección me dio una sensación de satisfacción de logro	,657
He disfrutado tanto esta lección que me gustaría saber más sobre este tema	,631
Disfruté mucho estudiando esta lección	,641
Las correcciones y comentarios de los ejercicios me ayudaron a sentirme recompensado por mi esfuerzo	,646
Me sentí satisfecho cuando acabé con éxito esta lección	,627
Fue un placer trabajar esta lección tan bien diseñada	,741

Fuente: Elaboración Propia

Para concluir, la Tabla 14 indica los resultados del alfa de Cronbach para la dimensión relevancia cuando se elimina alguno de los ítems.

Tabla 14

Alfa de Cronbach para la relevancia si el ítem se ha suprimido (grupo control)

Ítem	Alfa de Cronbach
Tengo claro que el contenido de este material (imágenes, textos, ...) está relacionado con cosas que ya conocía	,695

Hubo historias, imágenes o ejemplos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas	,719
Completar esta lección con éxito era importante para mí	,673
El contenido de este material (imágenes, textos, ...) era importante para mis intereses	,700
Había explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento de esta lección	,653
Por el contenido y el material audiovisual da la sensación de que esta lección vale la pena conocerla	,643
Esta lección no era relevante para mis necesidades, porque ya sabía la mayor parte del contenido	,709
Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o pensado en mi vida	,669
El contenido de esta lección me será útil	,606

Fuente: Elaboración Propia

En suma, los valores del alfa de Cronbach en cada una de las dimensiones: confianza, atención, satisfacción y relevancia, no muestran una mejoría significativa en la fiabilidad del instrumento. Por tanto, se considera el cuestionario completo, puesto que al aplicar el estadístico al instrumento en general, a las dimensiones y a los distintos ítems no ofrece una mejora significativa de la fiabilidad.

En primer lugar, se analiza el cuestionario aplicado a los grupos experimentales, donde el alfa de Cronbach es de 0,901, lo que se traduce en una fiabilidad muy alta.

A continuación, se pueden observar los resultados al atribuir el alfa de Cronbach a cada una de las dimensiones del cuestionario. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 15 y reflejan como las puntuaciones de las distintas dimensiones son superiores o están muy cerca de 0,7, lo que se traduce en una alta fiabilidad.

Tabla 15

Alfa de Cronbach para cada dimensión (grupo experimental)

Dimensión	Alfa de Cronbach
Confianza	,664
Atención	,800

Satisfacción	,702
Relevancia	,731

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, se realiza una correlación ítem-total para analizar si al eliminar algún ítem la fiabilidad del cuestionario mejora. De antemano, se confirma que el alto valor de fiabilidad del cuestionario no se vería afectado significativamente al eliminar alguno de los ítems, como muestra la Tabla 16.

Tabla 16

Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido (grupo experimental)

Ítem	Alfa de Cronbach
Cuando vi por primera vez la lección, tuve la impresión de que sería fácil para mi	,903
Hubo algo interesante en el material de Realidad Aumentada que me llamó la atención	,898
La aplicación móvil ComputAR era más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera	,900
Después de leer la información de introducción, me sentí seguro de que sabía lo que tenía que aprender de esta lección	,897
Completar los ejercicios de esta lección utilizando Realidad Aumentada me dio una sensación de satisfacción de logro	,899
Tengo claro que el contenido de la aplicación móvil ComputAR está relacionado con cosas que ya conocía	,902
La aplicación móvil ComputAR tenía tanta información que era difícil recordar los puntos importantes	,898
El contenido de la aplicación ComputAR de la Realidad Aumentada era llamativo	,898
Hubo imágenes y textos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas	,899
Completar esta lección con éxito era importante para mí	,899
La calidad del material de Realidad Aumentada me ayudó a mantener la atención	,896

Esta lección era tan abstracta que era difícil mantener mi atención en ella	,898
Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podía aprender el contenido	,897
He disfrutado esta lección tanto que me gustaría saber más sobre este tema	,895
Las imágenes y textos de la aplicación móvil ComputAR eran poco atractivos	,899
El contenido de la aplicación móvil ComputAR es importante para mis intereses	,899
La forma de organizar la información usando la aplicación ComputAR me ayudó a mantener la atención	,898
Había explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento de esta lección	,897
Era difícil descubrir la imagen digital asociada con la imagen real	,898
La información descubierta a través de la Realidad Aumentada estimuló mi curiosidad	,897
Disfruté mucho estudiando esta lección	,897
La cantidad de repeticiones en la aplicación móvil ComputAR me aburría a veces	,901
Por el contenido de la aplicación móvil ComputAR da la sensación de que esta lección vale la pena conocerla	,897
Aprendí algunas cosas de la Realidad Aumentada que fueron sorprendentes o inesperadas	,897
Después de trabajar en esta lección por un tiempo, estaba seguro de que podía aprobar el examen	,897
Esta lección no era relevante para mis necesidades, porque yo sabía la mayor parte del contenido	,897
Las correcciones y comentarios de los ejercicios me ayudaron a sentirme recompensado por mi esfuerzo	,898
La aplicación móvil ComputAR basada en Realidad Aumentada ayudó a mantener mi atención en esta lección	,897
El contenido de la aplicación móvil ComputAR es aburrido	,898

Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o pensado en mi vida	,898
Había tanto contenido que era molesto	,896
Me sentí satisfecho cuando acabé con éxito esta lección	,897
El contenido de la aplicación móvil ComputAR será útil para mí	,896
Realmente no pude entender mucho del contenido de la aplicación móvil ComputAR en esta lección	,903
La buena organización del contenido de la aplicación ComputAR me ayudó a estar seguro de que iba a aprender esta lección	,897
Fue un placer trabajar esta lección tan bien diseñada	,900

Fuente: Elaboración Propia

Para terminar, se aplica una correlación ítem-total a cada una de las dimensiones, para conocer si se elimina algún ítem, el índice de fiabilidad de las distintas dimensiones mejoraría. En este sentido, se empieza por analizar la dimensión confianza como muestra en la Tabla 17.

Tabla 17

Alfa de Cronbach para la confianza si el ítem se ha suprimido (grupo experimental)

Ítem	Alfa de Cronbach
Cuando vi por primera vez la lección, tuve la impresión de que sería fácil para mi	,671
La aplicación móvil ComputAR era más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera	,631
Después de leer la información de introducción, me sentí seguro de que sabía lo que tenía que aprender de esta lección	,615
La aplicación móvil ComputAR tenía tanta información que era difícil recordar los puntos importantes	,600
Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podía aprender el contenido	,621
Era difícil descubrir la imagen digital asociada con la imagen real	,607

Después de trabajar en esta lección por un tiempo, estaba seguro de que podía aprobar el examen	,629
Realmente no pude entender mucho del contenido de la aplicación móvil ComputAR en esta lección	,689
La buena organización del contenido de la aplicación ComputAR me ayudó a estar seguro de que iba a aprendería esta lección	,651

Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente, se muestra en la Tabla 18 los resultados de alfa de Cronbach para la dimensión atención cuando se elimina alguno de los ítems.

Tabla 18

Alfa de Cronbach para la atención si el ítem se ha suprimido (grupo experimental)

Ítem	Alfa de Cronbach
Hubo algo interesante en el material de Realidad Aumentada que me llamó la atención	,789
El contenido de la aplicación ComputAR de la Realidad Aumentada era llamativo	,789
La calidad del material de Realidad Aumentada me ayudó a mantener la atención	,779
Esta lección era tan abstracta que era difícil mantener mi atención en ella	,789
Las imágenes y textos de la aplicación móvil ComputAR eran poco atractivos	,791
La forma de organizar la información usando la aplicación ComputAR me ayudó a mantener la atención	,788
La información descubierta a través de la Realidad Aumentada estimuló mi curiosidad	,781
La cantidad de repeticiones en la aplicación móvil ComputAR me aburría a veces	,798
Aprendí algunas cosas de la Realidad Aumentada que fueron sorprendentes o inesperadas	,786

La aplicación móvil ComputAR basada en Realidad Aumentada ayudó a mantener mi atención en esta lección	,782
El contenido de la aplicación móvil ComputAR es aburrido	,785
Había tanto contenido que era molesto	,774

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente, se refleja en la Tabla 19 los resultados de alfa de Cronbach para la dimensión satisfacción cuando se elimina alguno de los ítems.

Tabla 19

Alfa de Cronbach para la satisfacción si el ítem se ha suprimido (grupo experimental)

Ítem	Alfa de Cronbach
Completar los ejercicios de esta lección utilizando Realidad Aumentada me dio una sensación de satisfacción de logro	,666
He disfrutado esta lección tanto que me gustaría saber más sobre este tema	,619
Disfruté mucho estudiando esta lección	,633
Las correcciones y comentarios de los ejercicios me ayudaron a sentirme recompensado por mi esfuerzo	,671
Me sentí satisfecho cuando acabé con éxito esta lección	,700
Fue un placer trabajar esta lección tan bien diseñada	,702

Fuente: Elaboración Propia

Por último, se puede apreciar en la Tabla 20 los resultados de alfa de Cronbach para la dimensión relevancia cuando se elimina alguno de los ítems.

Tabla 20

Alfa de Cronbach para la relevancia si el ítem se ha suprimido (grupo experimental)

Ítem	Alfa de Cronbach
Tengo claro que el contenido de la aplicación móvil ComputAR está relacionado con cosas que ya conocía	,729

Hubo imágenes y textos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas	,718
Completar esta lección con éxito era importante para mí	,710
El contenido de la aplicación móvil ComputAR es importante para mis intereses	,707
Había explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento de esta lección	,677
Por el contenido de la aplicación móvil ComputAR da la sensación de que esta lección vale la pena conocerla	,688
Esta lección no era relevante para mis necesidades, porque yo sabía la mayor parte del contenido	,687
Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o pensado en mi vida	,706
El contenido de la aplicación móvil ComputAR será útil para mí	,674

Fuente: Elaboración Propia

En definitiva, los resultados obtenidos en cada una de las dimensiones: confianza, atención, satisfacción y relevancia, no muestran una mejoría significativa en la fiabilidad del instrumento, por lo que, se opta por no eliminar ningún ítem de las distintas dimensiones. En conclusión, se mantiene el cuestionario completo, ya que al aplicar el estadístico al instrumento en general, a las dimensiones y a los respectivos ítems no se mejora la fiabilidad de este de manera significativa si se suprimiese algún elemento.

Cabe destacar que los instrumentos se implementaron en la última sesión programada en ambos grupos (experimentales y control) para las distintas materias especificadas. Los datos recogidos han sido analizados mediante el *software* Microsoft Excel 2022, el programa.

5.4.3 Entrevistas

Arias (2006) define la entrevista como una técnica que potencia el diálogo o conversación cara a cara entre el entrevistado y el entrevistador. Durante la entrevista se trabaja una temática, por lo que se precisa de la creación de una guía de preguntas preestablecidas. El propósito de la entrevista es que el entrevistador consiga la información necesaria para realizar un análisis adecuado, preciso y concluyente. Por lo

tanto, las entrevistas son consideradas como uno de los mejores instrumentos para recoger datos en la investigación cualitativa (Díaz-Bravo et al., 2013).

Hay varios tipos de entrevistas, entre los que se encuentra la entrevista semiestructurada, que aporta más flexibilidad al entrevistador dado que puede incorporar nuevas preguntas durante la entrevista con el propósito de profundizar en alguna cuestión, obtener más información, aclarar términos, identificar ambigüedades y minimizar formalismos (Vergara-Espinoza, 2018).

Según Hernández-Sampieri et al. (2010) las entrevistas semi-estructuradas presentan un grado de flexibilidad permisible y mantienen el formato sistemático para conseguir respuestas acordes a las preguntas planteadas. Asimismo, otorgan a los entrevistados la posibilidad de expresar su punto de vista de forma más abierta.

En este trabajo de investigación, se emplea la entrevista semiestructurada para recabar información sobre los estudiantes del grupo experimental en base a sus percepciones de la Realidad Aumentada como herramienta de enseñanza en el aula. Para ello, se tienen en cuenta algunas de las consideraciones propuestas por Martínez-Miguélez (1998):

- Crear una guía de preguntas agrupadas por categorías basándose en los objetivos en cuestión.
- Buscar un lugar agradable que potencie el diálogo entre el entrevistador y el entrevistado. A ser posible con el mínimo ruido e interrupciones posibles.
- Aclarar al entrevistado los propósitos de la entrevista.
- Mostrar una actitud receptiva y sensible por parte del entrevistador, sin que haya reacciones que puedan alterar las respuestas del entrevistado.
- Guiar la entrevista de tal forma que pueda alterarse su orden y/o contenido en función de las necesidades de la investigación.
- Otorgar libertad al entrevistado para lanzar sus opiniones, sin que haya interrupciones que puedan ocasionar el cambio de idea de este.
- Pedir al entrevistado que detalle algunas respuestas con el fin de obtener más información para el estudio.

Las recomendaciones citadas anteriormente, son complementadas por otras sugerencias realizadas por Báez y Pérez de Tudela (2007) en base a la formulación de preguntas:

- Concisas, comprensibles y ajustadas al objetivo de la pregunta de investigación.
- Válidas, de tal forma que detallen los aspectos a estudiar.
- Planteadas de manera que sean entendidas por todos los entrevistados.
- Formuladas de forma oral, aunque estén previamente diseñadas en formato digital.
- Relacionadas a un solo hecho.
- No integran presuposiciones.
- Adecuadas al contexto y conocimiento de los entrevistados.
- Expuestas de forma no sugerente.

Por otro lado, las entrevistas semi-estructuradas presentan una serie de ventajas e inconvenientes que se deben tener en cuenta a la hora de abordar esta técnica de recogida de datos. Entre las ventajas se encuentran la calidad de los datos, la posibilidad de profundizar en las respuestas y observar la conducta no verbal, la relación entre el entrevistador y el entrevistado y la entereza de las respuestas. Por el contrario, presenta una serie de inconvenientes como la ausencia de anonimato, el tiempo que se tarda en recoger la información y la posibilidad de no representar a toda la población (Barroso-Osuna y Cabero-Almenara, 2010).

Particularizando en la entrevista semiestructurada de la investigación, se ha creado una categorización para las preguntas, de tal forma que se acoja todas las dimensiones. En la Tabla 21 se muestran las categorías y subcategorías designadas, junto con las preguntas correspondientes.

Tabla 21

Categorización de la entrevista

Categorías	Subcategorías	Preguntas
Conocimientos previos	Conocimientos previos sobre las TIC	1
	Conocimientos previos sobre la RA	
Características de la RA	Innovación	2-3
	Diversión	

Uso educativo	Aplicación educativa	5-6
	Facilidad de uso	4-7
Oportunidades educativas	Aspectos positivos	8-9-10
	Aspectos negativos	
Proceso de enseñanza	Duración	11
	Metodología	
	Recursos	

Fuente: Elaboración Propia

La entrevista completa contaba con un total de 11 cuestiones (Anexo 5):

1. ¿Has tenido alguna experiencia previa en el uso de las TIC? ¿Conocías la Realidad Aumentada como herramienta de enseñanza para el aula?
2. ¿Piensas que la Realidad Aumentada es una tecnología innovadora?
3. ¿Crees que es una tecnología educativa divertida?
4. ¿Consideras que la Realidad Aumentada es una tecnología que facilita la realización de las actividades de clase?
5. ¿Te gustaría que la Realidad Aumentada fuera una tecnología que se emplease en el resto de las materias?
6. Con lo que has aprendido sobre la Realidad Aumentada, ¿crees que su utilización en educación será positiva?
7. ¿Crees que su uso es sencillo?
8. ¿Consideras que el uso de la Realidad Aumentada mejora tu rendimiento como alumno/a?
9. ¿Piensas que es buena idea usar esta tecnología durante el proceso de enseñanza?
10. Si otros profesores utilizaran la Realidad Aumentada, ¿consideras que te ayudaría en tu aprendizaje?
11. Para el siguiente curso académico, ¿qué sugerencia harías para mejorar la duración, la metodología y los recursos utilizados?

Dado que se trata de una entrevista semiestructurada no tiene mucho sentido demostrar la validez del instrumento, puesto que, este tipo de entrevistas más flexibles permiten la incorporación o eliminación de alguna cuestión en el momento que se llevan a cabo para conseguir una mejor información. No obstante, este instrumento ha sido

debidamente analizado y valorado por los dos tutores que dirigen esta tesis, D. Daniel Burgos y D. John W. Branch, que han hecho las aportaciones pertinentes.

El análisis de los datos recogidos mediante las entrevistas se realiza en base a la frecuencia y porcentajes de las respuestas de los alumnos, que están debidamente codificados. Además, se complementa la información con las opiniones más importantes. De esta manera, se muestran las frecuencias y porcentajes en función de las categorías y subcategorías, para seguidamente trabajar en cada una de ellas con las respuestas de mayor relevancia. La información se codificada según indica la Tabla 22, donde se detalla con más precisión cada una de las subcategorías con el propósito de realizar un análisis de la información más fiable y preciso.

Tabla 22

Códigos y descripción de las subcategorías

Subcategorías	Códigos	Descripción
Conocimientos previos sobre las TIC	CP_TIC	Conocimientos previos en la utilización de las TIC en el proceso de enseñanza
Conocimientos previos sobre la RA	CP_RA	Conocimientos previos sobre RA en cualquier ámbito
Innovación	IN	Indicaciones a la RA como tecnología innovadora
Diversión	DI	Indicaciones a la RA como tecnología divertida
Aplicación educativa	UE_AE	Indicaciones al uso de RA como tecnología educativa
Facilidad de uso	UE_FU	Facilidad de uso de la aplicación
Aspectos positivos	OE_AP	Aspectos positivos en la utilización de RA como tecnología educativa
Aspectos negativos	OE_AN	Aspectos negativos en la utilización de RA como tecnología educativa
Duración	PE_DU	Duración de la experiencia
Metodología	PE_ME	Metodología utilizada
Recursos	PE_RE	Recursos necesarios

Fuente: Elaboración Propia

Las distintas entrevistas han sido realizadas cuando finalizó la experiencia educativa a una representación de estudiantes, concretamente 16 alumnos de los distintos cursos teniendo en cuenta el género y la experiencia previa en el uso de las TIC. Los datos han analizados mediante la aplicación Atlas-ti y Excel.

5.5. Diseño instruccional

En este apartado, se describe el diseño instruccional utilizado para el planteamiento, desarrollo y procedimiento de los grupos experimental y grupos control que forman parte de esta investigación. A raíz de la falta de motivación e interés junto con el bajo rendimiento académico observado en los estudiantes, ha hecho necesario plantear este diseño instruccional que busca captar la atención de los estudiantes durante su aprendizaje con el propósito de mejorar su rendimiento académico.

De esta forma, el diseño instruccional seguido en esta investigación es el modelo ARCS de Keller (1987, 2010), considerado un modelo de diseño instruccional que enumera procesos genéricos, los cuales sirven de guía para la construcción de planes formativos (Galicia-Alarcón et al., 2014). Este modelo instruccional consta de 10 pasos que van desde la identificación del problema hasta la revisión de la instrucción (Keller, 2010).

- **Paso 1: Identificar el problema**

En primer lugar, el investigador debe conocer la problemática existente, lo que implica que necesita tener unos conocimientos previos del tema en cuestión para posteriormente emitir una valoración de las circunstancias analizadas. En este sentido, se ha observado que los estudiantes de los últimos cursos de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria, 3º y 4º, y los dos cursos de Bachillerato muestran unos niveles de atención y motivación muy bajos o casi nulos ante la introducción de contenidos teóricos, donde aparecen conceptos abstractos. Asimismo, la metodología tradicional utilizada durante el proceso de enseñanza y la poca o nula introducción de los dispositivos tecnológicos hace que esta situación sea aún peor. Sin duda alguna, este hecho repercute directamente en sus calificaciones, puesto que el aprendizaje resultante no es el adecuado, lo que se traduce en un bajo rendimiento académico de los estudiantes.

- **Paso 2: Determinar las metas**

Tras identificar la problemática observada en los estudiantes de ambos grupos (experimental y control) que forman parte de esta investigación, es necesario determinar las metas que dicho alumnado debe alcanzar. En este aspecto, el alumnado debe distinguir entre varias máquinas u ordenadores en función de sus características y ubicación histórica, así como la relevancia que tuvo en su época. Además, los estudiantes deben ubicar los distintos componentes del ordenador en la caja o torre, de tal manera que sepan diferenciarlos según sus características. Por último, los alumnos deben exponer y aconsejar sobre el ordenador de escritorio que hayan seleccionado en base a las diferencias existentes (característica-precio) entre cada componente.

- **Paso 3: Realizar el análisis instruccional**

En esta fase, se determinan las destrezas necesarias para alcanzar las metas establecidas. Para ello, se identifican todas las habilidades y conocimientos que se deben incluir en la instrucción. En primer lugar, los estudiantes deben conocer las características e influencia histórica de las distintas máquinas y ordenadores, con el propósito de poder diferenciarlas. Por otro lado, el alumnado debe comprender el funcionamiento de un ordenador en base a los distintas componentes que lo forman y conocer el emplazamiento que tienen dichos componentes en la caja o torre. Por último, los alumnos deben entender las diferencias existentes entre las características y el precio de cada componente, de tal forma que estén preparados para valorar sobre la compra de un ordenador con todo tipo de accesorios.

Para alcanzar estos conocimientos, se utilizan materiales y recursos específicos donde se incorporen tareas dinámicas y motivadoras que se conjugan con metodologías activas. Estas actividades se desarrollan mediante aplicaciones como OneNote, PowerPoint, OneDrive, Genially, Canva. Por lo que es necesario que los estudiantes adquieran las habilidades y destrezas para el manejo de estas aplicaciones. Asimismo, el grupo experimental trabaja durante esta experiencia educativa con smartphones y/o tablets donde se incluye una aplicación de Realidad Aumentada y el grupo control con ordenadores portátiles, lo que implica un conocimiento del manejo de estos dispositivos.

- **Paso 4: Establecer el contexto y las características del alumnado**

Es de suma importancia conocer perfectamente el perfil de los estudiantes que van a formar parte de la investigación, desde el contexto social hasta el conocimiento de las TIC que tengan. Una vez analizado el contexto social y actitudinal de los estudiantes, donde no se observan comportamientos motivacionales diferenciadores en los distintos cursos, se les preguntó sobre la posibilidad de trabajar en el aula con su smartphone o tablet, teniendo en cuenta su disponibilidad, el posible control parental y el sistema operativo de los dispositivos. Para ello fue necesario una consulta abierta en clase, donde se anotaron los comentarios de cada uno de los estudiantes del grupo experimental.

Gracias al análisis de la información obtenida por los estudiantes, se determinó que la mayoría de estos disponían de dispositivo móvil con sistema operativo Android y sin control parental. Por este motivo, se optó por una aplicación móvil de Realidad Aumentada única y exclusivamente para este sistema operativo. Además, el centro disponía de tablets que podían utilizarse durante la investigación. Por tanto, los estudiantes del grupo experimental usarían la aplicación móvil desarrollada (ComputAR) y el alumnado del grupo control trabajaría en las respectivas aulas de informática que cuentan con ordenadores portátiles.

Por otro lado, los estudiantes no habían cursado previamente ninguna materia específica donde se incorporasen estos contenidos, por este motivo, los grupos serían heterogéneos en cuanto al nivel de conocimientos y de competencia digital, ya que ninguno de los casos había utilizado la Realidad Aumentada como tecnología educativa.

- **Paso 5: Describir los objetivos**

En esta fase, se especifican las condiciones básicas con las que deben cumplir los objetivos, y es señalar las metas que se deben alcanzar de forma objetiva, determinar las actuaciones o los comportamientos a lograr y establecer el ambiente de aprendizaje. Por tanto, los objetivos deben detallar lo que se espera que los estudiantes sean capaces de hacer al finalizar la instrucción, tomando como referencia aquellas destrezas que se identificaron en el análisis instruccional. Por lo que, los objetivos marcados para este diseño instruccional son:

-Clasificar las máquinas y ordenadores en función de sus características y relevancia histórica.

- Identificar espacialmente los componentes de un ordenador de escritorio
- Comprender las definiciones e ilustraciones de cada uno de los componentes de un ordenador de escritorio.
- Comparar los distintos componentes de un ordenador de escritorio según sus especificaciones técnicas y precio.
- Exponer el ordenador de escritorio seleccionado resaltando la calidad-precio de sus componentes y accesorios

Todos estos objetivos son evaluados con unas pruebas específicas que proporcionan una serie de resultados que son analizados de forma indistinta para el grupo experimental y el grupo control, con el propósito de encontrar similitudes o discrepancias.

- **Paso 6: Diseñar pruebas basadas en criterios**

Para conocer el nivel de conocimientos previos que tenía el alumnado en base a los contenidos que se iban a trabajar, se diseñó un formulario (pre-test) de 10 cuestiones con la aplicación Microsoft Forms, que aglutinaba tres categorías de la Taxonomía de Bloom (recordar, comprender, aplicar) y se distribuyó mediante la aplicación Microsoft Teams. Este formulario lo realizaron tanto el grupo experimental como el grupo control. De igual forma, para analizar los conocimientos adquiridos (post-test) se ha escogido el mismo formulario compuesto de 10 cuestiones que aglutinaban tres categorías de la Taxonomía de Bloom (recordar, comprender, aplicar), pero se ha cambiado el orden de las preguntas. Por supuesto, su distribución ha sido a través de la aplicación Microsoft Teams. Ambos formularios contienen cuestiones de opción múltiple y han sido idénticos para los grupos experimentales y grupos control.

- **Paso 7: Elaborar estrategias instruccionales**

Durante esta fase se diseñan las actividades y se eligen las estrategias metodológicas a utilizar. En cuanto a las actividades o tareas planteadas han sido las mismas en ambos grupos (experimental y control), exceptuando la inclusión de imágenes, que para el grupo experimental ha sido con objetos en 3D y para el grupo de control ha sido con objetos en 2D. De esta forma, se ha realizado una línea del tiempo de las distintas máquinas y ordenadores destacando las características y la repercusión que tuvieron en su época. Por otro lado, se ha creado un artefacto digital donde el fondo era una imagen

de un ordenador de escritorio abierto, que incorporaba las definiciones e imágenes de los distintos componentes de un ordenador de escritorio en su lugar correcto. Por último, se ha diseñado una presentación, donde cada diapositiva debía incluir un componente y accesorio del ordenador de escritorio, junto con sus especificaciones técnicas, precio, dirección web del producto e imagen, y un presupuesto total. Este último trabajo se debía exponer en clase, de tal forma que los estudiantes pasaban a ser comerciales del propio ordenador que habían diseñado.

Por otra parte, las estrategias se escogen buscando cumplir con los objetivos propuestos. En este aspecto, mediante una metodología activa el docente crea condiciones motivantes para que los estudiantes se involucren en el proceso de aprendizaje en base a sus capacidades cognitivas y a su propio ritmo. Algunas de las técnicas instruccionales que se han utilizado han sido la lluvia de ideas para la introducción del contenido, el análisis de casos para las distintas máquinas y ordenadores y la exposición interactiva para la presentación desarrollada. En el apartado de estrategias motivacionales se ha fomentado el uso de ejemplos del mundo real y la investigación para potenciar la atención de los estudiantes. Asimismo, se ha introducido la comunicación de objetivos y requisitos previos y la utilidad futura para mejorar la confianza y relevancia de los estudiantes. Por último, se les ha entregado el control de su aprendizaje con el propósito de buscar resultados positivos para su satisfacción personal.

En referencia a los medios utilizados, tras analizar y desestimar los distintos *softwares* de Realidad Aumentada por no amoldarse al contenido específico de la unidad didáctica a trabajar (equipos informáticos, arquitectura de ordenadores y *hardware*), se optó por diseñar una aplicación móvil con las plataformas de desarrollo Unity y Vuforia Engine. Asimismo, se tomaron objetos 3D de repositorios digitales abiertos para fomentar el uso de los REA (recursos educativos abiertos) y se generaron marcadores gráficos personalizados para su visualización. Esta aplicación móvil denominada ComputAR fue debidamente probada en más de 20 dispositivos distintos de diferentes marcas y modelos con el propósito de garantizar su buen funcionamiento.

Por último, para el grupo control se elaboró una presentación con el programa PowerPoint que incluía los mismos contenidos teóricos de la aplicación móvil ComputAR e imágenes que ayudaban a ilustrar dichos contenidos.

- **Paso 8: Desarrollar la secuencia instruccional**

Antes de mostrar la secuenciación instruccional, es necesario indicar que la presentación elaborada para el grupo control ha sido la guía para los docentes que han participado en esta investigación. Asimismo, al contar los dos grupos con el gestor de aprendizaje Microsoft Teams, se han incorporado a este las distintas tareas y materiales necesarios para desarrollar esta experiencia educativa.

A continuación, en la Tabla 23 se muestra la secuenciación del diseño instruccional de los estudiantes que han integrado los grupos control.

Tabla 23

Secuenciación del diseño instruccional del grupo control

Sesiones	Grupo control
	Realizar la prueba pre-test (máximo 10 minutos) Lluvia de ideas sobre dispositivos electrónicos
Sesión 1	Búsqueda y anotación de información en OneNote sobre algunas máquinas y ordenadores (fecha creación, relevancia histórica, características, imagen)
Sesión 2	Desarrollar una línea del tiempo en Canva con las distintas máquinas y ordenadores destacando las características y la repercusión que tuvieron en su época
Sesión 3	Desarrollar una línea del tiempo en Canva con las distintas máquinas y ordenadores destacando las características y la repercusión que tuvieron en su época
Sesión 4	Explicar cada uno de los componentes de un ordenador de escritorio a través de imágenes
Sesión 5	Crear una infografía horizontal en Genially con elementos interactivos donde se especifican las definiciones e imágenes de los distintos componentes en su lugar correcto
Sesión 6	Crear una infografía horizontal en Genially con elementos interactivos donde se especifican las definiciones e imágenes de los distintos componentes en su lugar correcto

Sesión 7	Diseñar una presentación en PowerPoint, donde cada diapositiva es un componente o accesorio del ordenador de escritorio, que incluía sus especificaciones técnicas, precio, dirección web del producto e imagen
Sesión 8	Diseñar una presentación en PowerPoint, donde cada diapositiva es un componente o accesorio del ordenador de escritorio, que incluía sus especificaciones técnicas, precio, dirección web del producto e imagen
Sesión 9	Exponer la presentación realizada destacando las componentes más interesantes de cada ordenador durante 3-5 minutos
Sesión 10	Realizar la prueba post-test (máximo 10 minutos) Desarrollar la encuesta de motivación IMMS

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la secuenciación del grupo experimental, es idéntica al grupo control exceptuando que fue necesaria una sesión extra, ya que la primera sesión se dedicó a la instalación y explicación de la aplicación móvil de Realidad Aumentada ComputAR, así como a la entrega de los distintos marcadores gráficos. Es importante resaltar que la interacción de los estudiantes con la aplicación ComputAR se basa en la lectura de los contenidos y la visualización del contenido virtual gracias a la superposición de los marcadores gráficos. Asimismo, las imágenes que se incorporaban a las tareas eran capturas de pantalla de los propios dispositivos móviles cuando captaban la Figura en 3D, a excepción de la presentación final que eran imágenes en 2D.

La duración de las sesiones era de 60 minutos, aunque por logística del centro, las sesiones se quedaban entre unos 50-55 minutos, ya que los estudiantes se tenían que desplazar hasta las aulas correspondientes.

- **Paso 9: Realizar la evaluación formativa**

En esta fase se pretende revisar y mejorar tanto los materiales utilizados como el proceso de instrucción. En cuanto a los materiales utilizados, en particular la aplicación móvil ComputAR se realizó una prueba piloto con un grupo de 20 estudiantes que observaron una serie de irregularidades que fueron debidamente subsanadas. Por otro lado, la presentación PowerPoint elaborada para el grupo control y las aplicaciones multimedia utilizadas han contado con el visto bueno de todo el departamento de informática del Colegio Cerrado de Calderón, que está compuesto por 10 docentes expertos en la materia.

En cuanto al proceso de instrucción, es necesario recolectar datos que identifiquen los aspectos a mejorar en el proceso formativo. En este sentido, para determinar el nivel de motivación que mostraban los estudiantes se rellenó el cuestionario de motivación de materiales instruccionales (IMMS) formado por 36 ítems. Este cuestionario fue debidamente adaptado a cada experiencia educativa en función de la tecnología educativa utilizada, por lo que, los estudiantes del grupo experimental y los estudiantes del grupo control realizaron sus respectivos cuestionarios de motivación, con el objetivo de conocer si ambos grupos presentaban diferencias significativas una vez abordada la experimentación. A partir de estos datos, se lleva a cabo un proceso de validación de los instrumentos, obteniéndose niveles altos para el alfa de Cronbach, concretamente 0,863 para el grupo control y 0,901 para el grupo experimental.

Por otro lado, se llevaron a cabo una serie de entrevistas semiestructuras a una representación del grupo experimental para conocer aspectos específicos de la aplicación móvil ComputAR y de la Realidad Aumentada en general.

- **Paso 10: Certificar o revisar la instrucción**

En esta última fase, se evalúa la información adquirida gracias al análisis integral de los distintos pasos del modelo ARCS de Keller, con el propósito de indicar que el diseño instruccional ha recibido la retroalimentación suficiente, garantizando el éxito de la propuesta. Por lo tanto, se debe dilucidar la veracidad de las hipótesis planteadas, la consecución de los objetivos y el impacto que ha tenido en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes en base a los resultados obtenidos en los distintos instrumentos. Estos datos son los que determinan la certificación o la revisión de la propuesta.

5.6. Resumen

En el presente capítulo se ha realizado una exposición de la metodología utilizada para la presente investigación, sus características y fases. De la misma manera, se ha descrito la aplicación educativa desarrollada, la población y muestra seleccionada, así como los instrumentos de recogida de datos y el diseño instruccional diseñado para los distintos grupos control y experimental.

En referencia al marco metodológico, se presenta un tipo mixto o cuantitativo-cualitativo, lo que permite conocer en profundidad la realidad de las intervenciones realizadas, tanto la que utiliza la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje, abordada por el grupo experimental, como la tradicional basada en diapositivas desarrollada por el grupo control. Asimismo, se detallan las cuatro fases de investigación que utiliza el modelo ARCS de Keller (1987): análisis, diseño, desarrollo y piloto. Esta última fase aglutina las etapas de implementación y evaluación.

Desde un punto de vista tecnológico, se ha desarrollado una aplicación móvil de Realidad Aumentada, denominada ComputAR, que utiliza sistema operativo Android y que permite visualizar modelos de 3D gracias al uso de los marcadores gráficos prediseñados. Esta aplicación se instaló en los distintos dispositivos, smartphones y tablets, que utilizaron cada uno de los estudiantes que formaron parte del grupo experimental.

Respecto a la fase experimental, se ha escogido un diseño cuasi-experimental pre-test-post-test con grupo control, que mediante la implementación de una prueba objetiva, elaborada siguiendo la taxonomía de Bloom, y en diferentes escenarios de aplicación, evalúa el potencial de la Realidad Aumentada en contextos de aprendizaje. Asimismo, se ha elaborado un diseño cuasi-experimental post-test con grupo control, que a través del cuestionario de motivación de materiales instruccionales (IMMS) valora la motivación de los estudiantes ante el uso de esta tecnología educativa. Finalmente, se plantea un ámbito cualitativo, que utiliza las entrevistas semi-estructuradas como recurso para analizar aspectos que no son posible de conocer desde una orientación puramente cuantitativa.

Capítulo 6

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Contenido del capítulo

En este capítulo se describe el análisis de datos obtenidos en los diferentes instrumentos utilizados para la presente tesis doctoral. Dado que se ha utilizado un cuestionario pre-test y post-test para el grupo experimental y el grupo de control, una encuesta de motivación de materiales instruccionales (IMMS) también para ambos grupos y unas entrevistas semi-estructuradas para algunos estudiantes del grupo experimental, los datos expuestos hacen referencia a cada uno de dichos instrumentos. En este sentido, se trasladan en primer lugar los resultados de la dimensión rendimiento, que ha sido analizada con los distintos cuestionarios, para posteriormente analizar los datos obtenidos de la administración del IMMS junto con los respectivos contrastes de hipótesis. Por último, se presenta la información recolectada en las entrevistas. El análisis de todos los datos se lleva a cabo con el *software* Excel, el programa SPSS en su versión 26, la aplicación GPower 3.1 y el programa Atlas.ti versión 9.

6.1. Resultados del estudio experimental de tipo cuasi-experimental pre-test-post-test y grupo de control

En este apartado, se desarrollan una serie de comprobaciones en función de la dimensión del rendimiento académico, que se basa en las calificaciones de los estudiantes. En un primer momento, se comprueba el supuesto de normalidad de los datos, tanto para la prueba de pre-test como post-test en ambos grupos. En segundo lugar, se inspecciona la igualdad de varianzas de los datos en las respectivas pruebas. Posteriormente, se comprueban si existe diferencias significativas en el pre-test en relación con los grupos experimentales y control, ya que esto podría suponer la invalidación del estudio. Seguidamente, se verifica si existen diferencias en el post-test, en ambos grupos (experimental y control). Por último, se examina si existe una diferencia significativa en el género en base a las calificaciones de los estudiantes ante el uso de la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje.

6.1.1 Pre-test: Análisis estadístico básico y controles de normalidad

En primer lugar, se reflejan los resultados descriptivos del cuestionario pre-test, para posteriormente plasmar un histograma que permita intuir si la distribución seguida es normal. Finalmente se desarrollan los respectivos controles de normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para el contraste de hipótesis.

6.1.1.1 Análisis estadístico básico

En la Tabla 24 se muestra una síntesis de los resultados estadísticos básicos recopilados del instrumento de pre-test en ambos grupos (experimental y control).

Tabla 24

Estadísticos descriptivos para el rendimiento pre-test (grupo experimental y control)

Control		Experimental	
Media	4,278	Media	4,270
Error típico	,100	Error típico	,100
Mediana	4,5	Mediana	4,5
Moda	5	Moda	4,5

Desviación estándar	1,273	Desviación estándar	1,260
Varianza de la muestra	1,621	Varianza de la muestra	1,588
Curtosis	-,963	Curtosis	-,872
Asimetría	-,111	Asimetría	-,087
Rango	4,5	Rango	4,5
Mínimo	2	Mínimo	2
Máximo	6,5	Máximo	6,5
Suma	693	Suma	679
Cuenta	162	Cuenta	159

Fuente: Elaboración Propia

Destaca los valores casi idénticos de las medias en ambos grupos, concretamente un 4,278 para el grupo de control y un 4,270 para el grupo experimental, por lo que, teóricamente parte desde un mismo nivel de conocimiento previos en base a las calificaciones obtenidas. Sin embargo, los valores de la moda difieren, ya que para el grupo de control la calificación más repetida es un 5 y para el grupo experimental dicha calificación es un 4,5.

A continuación, se pretende conocer si la distribución seguida es normal. Aunque se realiza la correspondiente prueba de Kolmogorov-Smirnov a cada uno de los grupos ya que se cuenta con muestras superiores a 50 usuarios, es conveniente plasmar los respectivos histogramas para tener una idea preconcebida de dicha distribución. Para ello, se calculan las respectivas frecuencias, porcentajes y porcentajes acumulados de cada grupo. En la Tabla 25 se aprecian dichos datos para el grupo de control.

Tabla 25

Frecuencias y porcentajes del rendimiento pre-test (grupo control)

Valores	Frecuencia	Porcentaje	% válido	% acumulado
2	11	6,8	6,8	6,8
2,5	13	8,0	8,0	14,8
3	16	9,9	9,9	24,7
3,5	17	10,5	10,5	35,2

4	20	12,3	12,3	47,5
4,5	20	12,3	12,3	59,9
5	25	15,4	15,4	75,3
5,5	16	9,9	9,9	85,2
6	16	9,9	9,9	95,1
6,5	8	4,9	4,9	100,0
TOTAL	162	100,0	100,0	

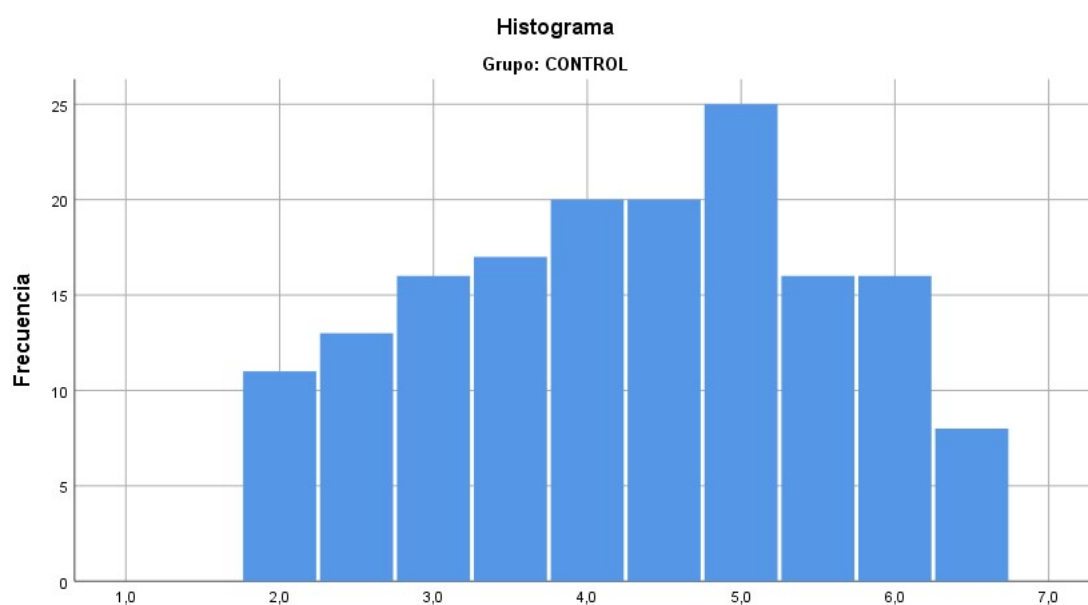
Fuente: Elaboración Propia

A expensas de los resultados se observa que el mayor número de estudiantes ha obtenido un 5, concretamente un 15,4 % del alumnado. Sin embargo, es llamativo que un 60% de los estudiantes han suspendido esta prueba, lo que indica que el nivel de conocimientos previos es bajo. Por último, resaltar que un 4,9% de los estudiantes han obtenido un 6,5 de calificación, que ha sido la máxima calificación del alumnado en el grupo control.

Una vez desarrollada la Tabla de frecuencias, se diseña el histograma que muestra los valores recogidos del instrumento pre-test para el grupo de control en función de la cantidad de estudiantes que ha obtenido dichos valores, como se aprecia en la Figura 41.

Figura 41

Histograma para el rendimiento pre-test (grupo control)



Fuente: Elaboración Propia

El histograma muestra valores con una distribución que parece tender a la curva normal, con una asimetría negativa en su estructura. Asimismo, se observa una distribución relativamente plana, hecho que encaja perfectamente con el valor de curtosis para el grupo de control que es -0,963.

Respecto al grupo experimental, la Tabla 26 muestra el resultado de las frecuencias y porcentajes que se han obtenido en base a las calificaciones de los estudiantes en la prueba pre-test.

Tabla 26

Frecuencias y porcentajes del rendimiento pre-test (grupo experimental)

Valores	Frecuencia	Porcentaje	% válido	% acumulado
2	11	6,9	6,9	6,9
2,5	12	7,5	7,5	14,5
3	15	9,4	9,4	23,9
3,5	16	10,1	10,1	34,0
4	22	13,8	13,8	47,8
4,5	24	15,1	15,1	62,9
5	20	12,6	12,6	75,5
5,5	17	10,7	10,7	86,2
6	13	8,2	8,2	94,3
6,5	9	5,7	5,7	100,0
TOTAL	159	100,0	100,0	

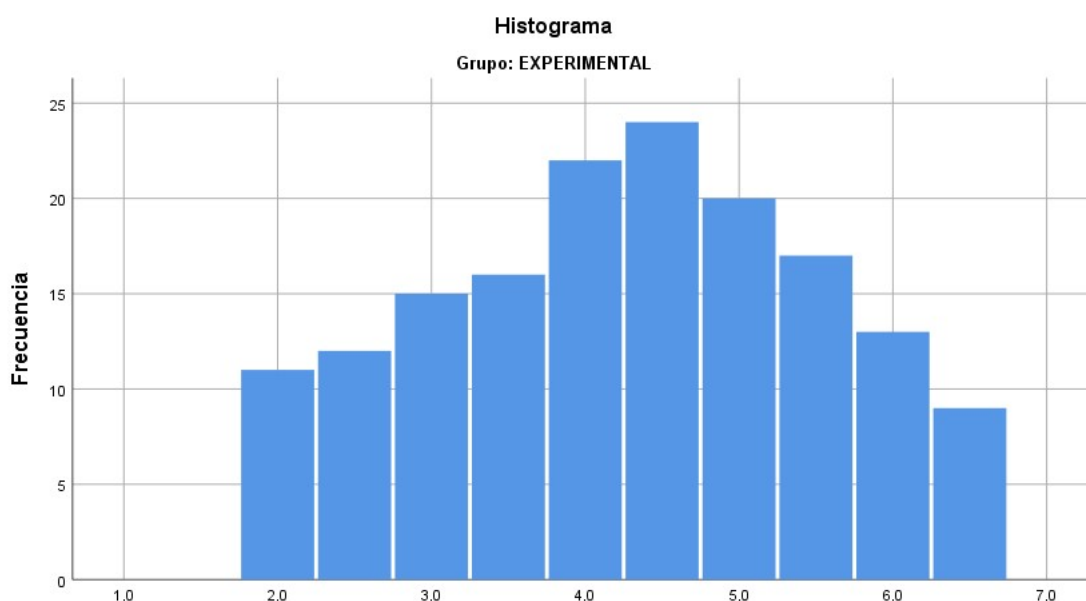
Fuente: Elaboración Propia

En esta ocasión, los estudiantes han obtenido en su mayoría un 4,5 en la calificación de dicha prueba, lo que corresponde a un 15,1% del alumnado. Además, otros valores como por ejemplo 4 y 5 han obtenido 13,8 % y 12,6 % respectivamente. No obstante, es importante recalcar que más de un 60% de los estudiantes han suspendido esta prueba, por lo que, el número de alumnos que ha suspendido es mayor en el grupo experimental que en el grupo control. Por último, hay que indicar que un 5,7% del alumnado ha obtenido un 6,5 de calificación, que ha sido la máxima calificación obtenida por los estudiantes en este grupo experimental.

Al igual que en el caso anterior, se realiza un histograma que refleja los valores recogidos de esta prueba pre-test para el grupo experimental en base a la cantidad de estudiantes que ha obtenido dichos valores, como refleja la Figura 42.

Figura 42

Histograma para el rendimiento pre-test (grupo experimental)



Fuente: Elaboración Propia

Este histograma indica valores con una distribución que parece tender a la curva normal. También presenta una asimetría negativa en su estructura y una distribución relativamente plana, ya que el valor de curtosis para el grupo experimental es de $-0,872$.

En suma, con los datos y representaciones gráficas realizadas no es posible asegurar la distribución normal del cuestionario pre-test para ambos grupos, por lo que, es obligatoria comprobar la normalidad de la distribución.

6.1.1.2 Controles de normalidad

Para llevar a cabo la comprobación del supuesto de normalidad de los datos, es necesario realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov, ya que esta prueba está diseñada para una muestra superior a 50 individuos. Esta prueba permite contrastar la hipótesis que los datos muestrales provienen de una distribución normal, si se toman variables cuantitativas.

En este caso se trata de contrastar la hipótesis nula, donde los datos provienen de una distribución normal. En caso contrario, se toma la hipótesis alternativa que indica la no proveniencia de datos de una distribución normal. A continuación, en la Tabla 27 se muestran los datos obtenidos de la prueba de Kolmogorov-Smirnov para ambos grupos.

Tabla 27

Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para el rendimiento (pre-test) en los grupos experimental y control

Estudio	Estadístico	gl	p
Control	,116	162	,000
Experimental	,094	159	,001

Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos muestran unos niveles de significación inferiores a los establecidos para las puntuaciones de los estudiantes en el caso de la prueba pre-test. De esa forma, se rechaza la hipótesis en la cual se establece que las calificaciones tienen un comportamiento concordante con una distribución normal. Por lo tanto, se toma la hipótesis alternativa que indica que los datos no se comportan bajo el supuesto de normalidad.

6.1.2 Post-test: Análisis estadístico básico y controles de normalidad

En segundo lugar, se muestran los resultados descriptivos del cuestionario post-test, y seguidamente se plasma un histograma que permita intuir si la distribución seguida es normal. Por último, se realizan los respectivos controles de normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para el contraste de hipótesis.

6.1.2.1 Análisis estadístico básico

En la Tabla 28 se refleja una síntesis de los resultados estadísticos básicos recopilados del instrumento de post-test en ambos grupos (experimental y control).

Tabla 28

Estadísticos descriptivos para el rendimiento post-test (grupo experimental y control)

	Control		Experimental
Media	7,654	Media	8,626

Error típico	,102	Error típico	,076
Mediana	8	Mediana	8,5
Moda	8	Moda	9,5
Desviación estándar	1,298	Desviación estándar	0,965
Varianza de la muestra	1,684	Varianza de la muestra	0,930
Curtosis	-,224	Curtosis	,594
Asimetría	-,418	Asimetría	-,754
Rango	6	Rango	5
Mínimo	4	Mínimo	5
Máximo	10	Máximo	10
Suma	1240	Suma	1371,5
Cuenta	162	Cuenta	159

Fuente: Elaboración Propia

Destaca los valores dispares de las medias en ambos grupos, concretamente un 7,654 para el grupo de control y un 8,626 para el grupo experimental, por lo que, teóricamente la aplicación educativa con Realidad Aumentada ha surtido efecto positivo en las calificaciones obtenidos en esta prueba post-test. Asimismo, es necesario resaltar que en el grupo experimental ningún estudiante ha suspendido dicha prueba, ya que la calificación mínima es un 5, sin embargo, en grupo control hay varios estudiantes que han suspendido. Otro dato que señalar es la moda de los distintos grupos, donde se aprecia un aumento significativo en la calificación del grupo experimental, que ha obtenido 9,5 puntos, en relación con el grupo de control, que ha obtenido 8 puntos. Por último, hay que indicar que hay ciertos estudiantes que han obtenido 10 puntos en ambos grupos, lo que significa que han conseguido la máxima calificación en la prueba post-test.

A continuación, se diseñan los respectivos histogramas de ambos grupos (control y experimental) para tener una idea de dicha distribución. Previamente a este proceso, se calculan las respectivas frecuencias y porcentajes de cada grupo. En la Tabla 29 se aprecian dichos datos para el grupo de control.

Tabla 29

Frecuencias y porcentajes del rendimiento post-test (grupo control)

Valores	Frecuencia	Porcentaje	% válido	% acumulado
4	2	1,2	1,2	1,2
5	6	3,7	3,7	4,9
5,5	2	1,2	1,2	6,2
6	21	13,0	13,0	19,1
6,5	7	4,3	4,3	23,5
7	22	13,6	13,6	37,0
7,5	9	5,6	5,6	42,6
8	38	23,5	23,5	66,0
8,5	23	14,2	14,2	80,2
9	19	11,7	11,7	92,0
9,5	5	3,1	3,1	95,1
10	8	4,9	4,9	100,0
TOTAL	162	100,0	100,0	

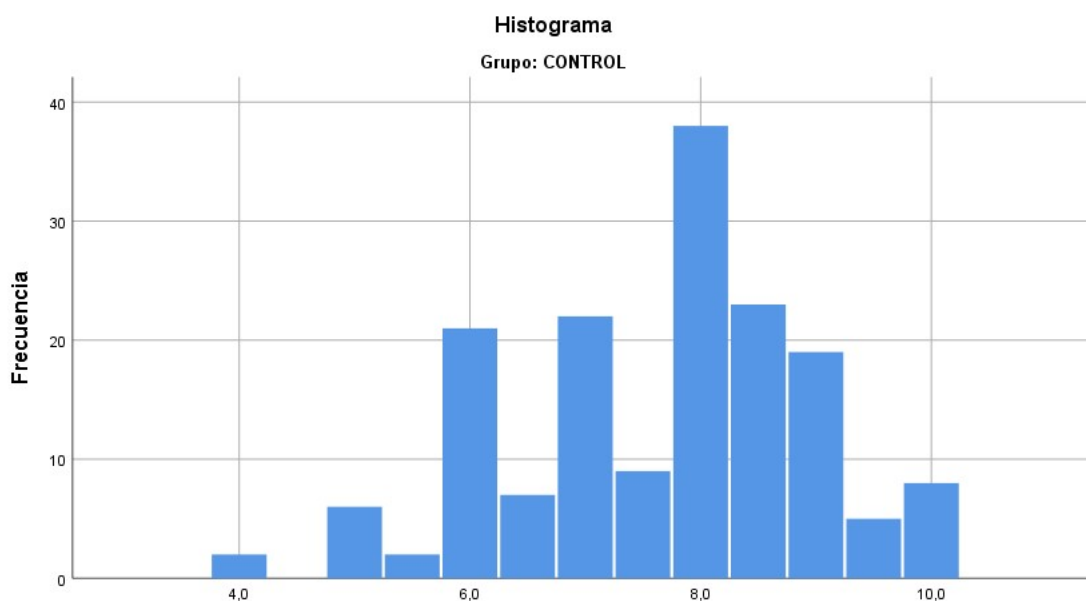
Fuente: Elaboración Propia

A expensas de los resultados se observa que el mayor número de estudiantes ha obtenido 8 puntos, concretamente un 23,5% del alumnado. Por otro lado, únicamente un 1,2% de los estudiantes ha suspendido la prueba post-test, lo que significa que el 98,8% de los estudiantes han aprobado. Sin embargo, es llamativo que un 80,2% de los estudiantes hayan obtenido una calificación inferior a 9 puntos, lo que indica que sólo un 19,8% de los estudiantes han conseguido un sobresaliente, ya que equivale a las puntuaciones comprendidas entre 9 y 10 puntos, ambos inclusive. Por último, resaltar que un 4,9% de los estudiantes han obtenido un 10 de calificación, lo que corresponde con la máxima calificación de dicha prueba.

Una vez desarrollada la Tabla de frecuencias, se realiza el histograma que refleja los valores recogidos del instrumento post-test para el grupo de control en función de la cantidad de estudiantes que ha obtenido dichos valores, como se aprecia en la Figura 43.

Figura 43

Histograma para el rendimiento post-test (grupo experimental)



Fuente: Elaboración Propia

El histograma indica los valores de frecuencia con una distribución que no parece tender a la curva normal, con una asimetría negativa en su estructura y una curtosis negativa.

En cuanto al grupo experimental, la Tabla 30 indica el resultado de las frecuencias y porcentajes que se han obtenido en base a las calificaciones de los estudiantes en la prueba post-test.

Tabla 30

Frecuencias y porcentajes del rendimiento post-test (grupo experimental)

Valores	Frecuencia	Porcentaje	% válido	% acumulado
5	1	0,6	0,6	0,6
6	2	1,3	1,3	1,9
6,5	3	1,9	1,9	3,8
7	6	3,8	3,8	7,5
7,5	19	11,9	11,9	19,5
8	18	11,3	11,3	30,8
8,5	31	19,5	19,5	50,3

9	31	19,5	19,5	69,8
9,5	32	20,1	20,1	89,9
10	16	10,1	10,1	100,0
TOTAL	159	100,0	100,0	

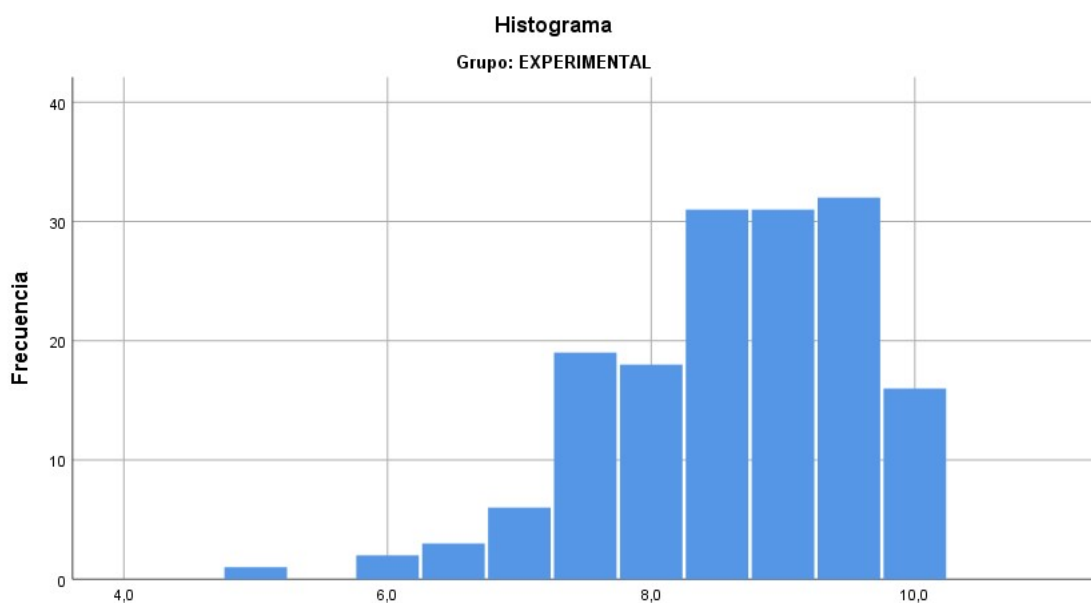
Fuente: Elaboración Propia

En este caso, los estudiantes han obtenido en su mayoría un 9,5 en la calificación de dicha prueba, lo que corresponde a un 20,1% del alumnado. Por otra parte, ningún estudiante ha suspendido la prueba, lo que indica que el 100% del alumnado ha aprobado. Además, es importante resaltar que el 50,3% de los estudiantes han obtenido una calificación inferior o igual a 8,5 puntos, lo que se significa que un 49,7% del alumnado ha sacado un sobresaliente tras utilizar la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje, ya que sus calificaciones han estado comprendidas entre 9 y 10 puntos, ambos inclusive. Para terminar, hay que indicar que un 10,1% de los estudiantes han sacado la máxima calificación en la prueba post-test, lo que se corresponde con 10 puntos.

Siguiendo el procedimiento, se realiza un histograma que refleja los valores recogidos de esta prueba post-test para el grupo experimental en base a la cantidad de estudiantes que ha obtenido dichos valores, como refleja la Figura 44.

Figura 44

Histograma para el rendimiento post-test (grupo experimental)



Fuente: Elaboración Propia

Este histograma indica valores con una distribución que no parece tender a la curva normal. También presenta una asimetría negativa en su estructura y una distribución relativamente elevada, ya que el valor de curtosis para el grupo experimental es de 0,594.

En definitiva, con las representaciones gráficas y valores calculados no es posible verificar la distribución normal del cuestionario post-test para ambos grupos, por lo que, es necesario comprobar la normalidad de la distribución.

6.1.2.2 Controles de normalidad

Para realizar la comprobación del supuesto de normalidad de los datos, se necesita desarrollar la prueba de Kolmogorov-Smirnov, ya que esta prueba está diseñada para una muestra superior a 50 individuos. Dicha prueba posibilita contrastar la hipótesis que los datos muestrales provienen de una distribución normal, si se utilizan variables cuantitativas.

En esta ocasión se trata de contrastar la hipótesis nula, donde los datos provienen de una distribución normal o, por el contrario, se elige la hipótesis alternativa que indica la no proveniencia de valores de una distribución normal. A continuación, en la Tabla 31 se muestran los valores obtenidos de la prueba de Kolmogorov-Smirnov para ambos grupos.

Tabla 31

Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para el rendimiento (post-test) en los grupos experimental y control

Estudio	Estadístico	gl	p
Control	,179	162	,000
Experimental	,148	159	,000

Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos muestran unos niveles de significación idénticos para los dos grupos y son inferiores a los establecidos para las puntuaciones de los estudiantes en el caso de la prueba post-test. De esa forma, se rechaza la hipótesis en la cual se establece que las calificaciones siguen una distribución normal. Por lo tanto, se elige la hipótesis alternativa que señala que los datos no se comportan bajo el supuesto de normalidad.

6.1.3 Pre-test-Post-test: Homogeneidad de la varianza

En tercer lugar, se comprueba el supuesto de homocedasticidad, y para ello, se aplica el test de Levene que permite contrastar la bondad de ajuste respecto a la homogeneidad de la varianza (Martínez-Abad, 2013) en las pruebas pre-test y post-test en ambos grupos.

Este test permite rechazar la hipótesis nula de igualdad de varianzas si el valor p es igual o inferior a 0,05 en las variables analizadas o mantener el supuesto de igualdad de varianzas si el p es superior a 0,05 en dichas variables. A continuación, en la Tabla 32 se muestran los valores obtenidos del test de Levene para ambos grupos en base a las calificaciones.

Tabla 32

Test de homogeneidad de la varianza de Levene para el Rendimiento (pre-test-post-test) entre los grupos experimental y control

Estudio	Levene	p
Pre-test	,135	,714
Post-test	,148	,000

Fuente: Elaboración Propia

A tenor de los resultados de la prueba de homogeneidad de la varianza mediante la prueba de Levene para el rendimiento, se observa en el caso del pre-test un valor de p de ,714, lo que indica que no es significativa, por lo que, presenta homogeneidad en las varianzas. Sin embargo, en el post-test se observa que la dimensión rendimiento es altamente significativa, por tanto, no se asume una homogeneidad en sus varianzas, lo que significa que los grupos experimental y control son diferentes entre ellos.

6.1.4 Diferencias Pre-test-Post-test. Aplicación de los contrastes de hipótesis

En cuarto lugar, se muestran los resultados descriptivos de las diferencias observadas entre los cuestionarios pre-test y post-test, para posteriormente realizar el respectivo control de normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Por último, se realiza una serie de contrastes de hipótesis en base a las medias de ambas pruebas para el grupo experimental y grupo control.

6.1.4.1 Análisis estadístico básico y control de normalidad

En este procedimiento se realiza un contraste de las diferencias registradas entre los valores de pre-test y post-test en base a las calificaciones de los estudiantes según la experimentación implementada. Para ello, se plasma en la Tabla 33 los resultados en función de los estadísticos básicos, concretamente, las medidas de tendencia central para cada grupo.

Tabla 33

Estadísticos descriptivos y diferencias de medias Pre-test y Post-test

	Estudio	Media	Mediana	Desviación típica
Pre-test	Control	4,278	4,5	1,273
	Experimental	4,270	4,5	1,260
	Diferencia	0,008	0	
Post-test	Control	7,654	8	1,298
	Experimental	8,626	8,5	0,965
	Diferencia	0,972	0,5	

Fuente: Elaboración Propia

Los valores de medias y medianas en el pre-test para cada grupo tienen valores similares en las medias e idénticos en las medianas, lo que se significa que los estudiantes presentan un nivel de conocimientos muy parecido, por lo que, antes de la implementación educativa ambos grupos partían del mismo punto. Asimismo, las calificaciones obtenidas en el post-test superan los valores conseguidos en las pruebas pre-test, lo que indica que el alumnado ha tenido un mejor rendimiento académico en las pruebas realizadas posteriormente a la experiencia educativa. Por último, los resultados logrados en función de la experiencia educativa desarrollada reflejan una mayor puntuación en las calificaciones de los estudiantes que han trabajado con la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje.

En cuanto a la comprobación del supuesto de normalidad de los datos, se ha llevado a cabo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba permite contrastar la hipótesis de que los datos muestrales provienen de una distribución normal.

Como en los casos anteriores, se pretende contrastar la hipótesis nula, donde los datos provienen de una distribución normal o, en caso contrario, se escoge la hipótesis alternativa que indica la no proveniencia de valores de una distribución normal. A continuación, en la Tabla 34 se muestran los valores obtenidos de la prueba de Kolmogorov-Smirnov para ambos grupos.

Tabla 34

Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov Diferencia Pre-test-Post-test

Estudio	Estadístico	gl	p
Control	,082	162	,009
Experimental	,094	159	,001

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos reflejan unos niveles de significación para los dos grupos inferiores al nivel de significancia tomado ,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis en la cual se establece que las calificaciones siguen una distribución normal y, por consiguiente, se escoge la hipótesis alternativa que señala que los datos no se comportan bajo el supuesto de normalidad.

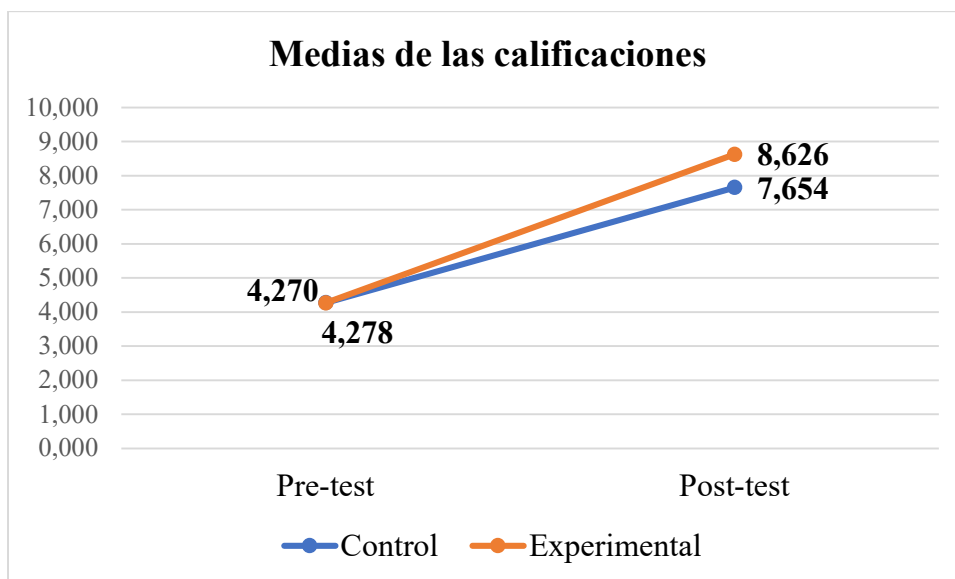
6.1.4.2 Aplicación de los contrastes de hipótesis

A partir de este estudio descriptivo se realiza el análisis de los distintos contrastes de hipótesis planteados en referencia a las pruebas pre-test y post-test en los distintos grupos (experimental y control).

Antes de realizar el análisis estadístico, se muestran en la Figura 45 las diferencias entre las etapas pre-test y post-test para las distintas implementaciones llevadas a cabo en el aula, aplicación Realidad Aumentada y uso de otro tipo de herramientas de aprendizaje.

Figura 45

Diferencias Pre-test/Post-test según implementación



Fuente: Elaboración Propia

En base a los resultados se puede afirmar que las implementaciones aplicadas tienen un efecto positivo sobre los estudiantes que han formado parte de esta investigación. Estos datos son confirmados mediante la realización de una serie de contrastes de hipótesis en base a las medias de ambas pruebas para el grupo experimental y grupo control.

El primer paso es realizar la comprobación del supuesto de igualdad de medias entre ambos grupos. Dado que los datos no siguen una distribución normal, se utilizan pruebas no paramétricas, en este caso, la U de Mann Whitney, ya que se trata de dos grupos independientes (Berlanga-Silvente y Rubio-Hurtado, 2012). Dicha prueba posibilita contrastar la hipótesis nula de que existen diferencias significativas entre las medias del grupo control y experimental si el nivel de significancia obtenido es inferior a ,05. En caso contrario, se toma la hipótesis alternativa que indica que no existen diferencias significativas entre las medias de ambos grupos.

En la Tabla 35 se muestran los datos obtenidos al realizar la prueba de U de Mann-Whitney en base a las calificaciones de los estudiantes en la prueba pre-test.

Tabla 35

Test de U de Mann-Whitney para el rendimiento (pre-test) en ambos grupos

Estudio	Z	U	p	r	Potencia
Pre-test	-,085	12808,5	,932	,0047	5%

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de los datos en los grupos control y experimental antes de la aplicación del tratamiento, indica que dichos grupos no presentan diferencias significativas antes del desarrollo de la experiencia educativa, puesto que el valor de significancia es bastante superior a ,05, concretamente ,932. Por tanto, se acepta la hipótesis nula sobre la igualdad de los valores de medias. Por otro lado, el valor del tamaño del efecto (r de Rosenthal) establece que la magnitud diferencia de calificaciones entre grupo control y experimental es muy pequeña si es inferior a ,1 y en este caso es un ,0047. Por último, el valor de la potencia de la prueba aplicada es del 5%, lo que se considera bajo. En suma, los resultados confirman que ambos grupos empiezan con el mismo nivel de conocimientos.

A continuación, se reflejan en la Tabla 36 los datos obtenidos al realizar la prueba de U de Mann-Whitney en base a las calificaciones de los estudiantes en la prueba post-test.

Tabla 36

Test de U de Mann-Whitney para el rendimiento (post-test) en ambos grupos

Estudio	Z	U	p	r	Potencia
Post-test	-6,975	7131,00	,000	,3893	92,46%

Fuente: Elaboración Propia

A expensas de los datos obtenidos en los grupos control y experimental después de la aplicación de la Realidad Aumentada en el grupo experimental como herramienta de aprendizaje, se puede afirmar que dichos grupos presentan diferencias significativas, puesto que el valor de significancia es inferior a ,05, concretamente ,000. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula sobre la igualdad de los valores de medias, y se toma la hipótesis alternativa que indica la desigualdad de los valores de medias. Por otro lado, el valor del tamaño del efecto (r de Rosenthal) establece que la magnitud diferencia de calificaciones entre grupo control y experimental es moderada, ya que su valor es ,3893 y está entre ,3 y ,5. Por último, el valor de la potencia de la prueba aplicada es del 92,46%, lo que se

considera muy elevada. En definitiva, los resultados confirman que existen diferencias muy significativas entre los estudiantes que han utilizada la Realidad Aumentada como tecnología educativa y los que no.

El segundo paso es realizar la comprobación del supuesto de igualdad de medias entre el pre-test y post-test. Dado que los datos no siguen una distribución normal, se utilizan pruebas no paramétricas, en este caso, la W de Wilcoxon, ya que se trata de una muestra medida en dos momentos diferentes (Joo-Nagata et al., 2015). Dicha prueba posibilita contrastar la hipótesis nula de que existen diferencias significativas entre las medias del pre-test y post-test si el nivel de significancia obtenido es inferior a ,05. En caso contrario, se toma la hipótesis alternativa que indica que no existen diferencias significativas entre las medias de dichas pruebas.

En la Tabla 37 se muestran los datos obtenidos al realizar la prueba de W de Wilcoxon en función de las calificaciones del alumnado de ambas pruebas en el grupo control.

Tabla 37

Test de W de Wilcoxon para el rendimiento (pre-test-post-test) para grupo control

Grupo	Z	p	r	Potencia
Control	-10,733	,000	0,8432	100%

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos en las pruebas pre-test y post-test para el grupo de control, evidencian la existencia de diferencias significativas entre las calificaciones medias de los estudiantes, puesto que el nivel crítico de significancia es menor a ,05, concretamente ,000. Por tanto, se acepta la hipótesis nula que indica que las medias no son estadísticamente iguales, es decir, se aprecian diferencias significativas entre la media del pre-test y la del post-test para el grupo control. En cuanto al tamaño del efecto, los resultados establecen un nivel muy grande, lo que supone la existencia de un mayor nivel de mejora entre el propio alumnado. Asimismo, se destaca el alto valor de la potencia de la prueba con un 100%. En conclusión, los datos afirman que la metodología y herramientas utilizadas en el grupo de control han surtido un efecto muy positivo en los estudiantes, ya que han mejorado sus calificaciones.

Para el grupo experimental, se realiza la prueba de W de Wilcoxon en función de las calificaciones de los estudiantes en ambas pruebas como muestra la Tabla 38.

Tabla 38

Test de W de Wilcoxon para el rendimiento (pre-test-post-test) para grupo experimental

Grupo	Z	p	r	Potencia
Experimental	-10,878	,000	0,8627	100%

Fuente: Elaboración Propia

En base a los datos obtenidos en las pruebas pre-test y post-test para el grupo de experimental, se puede afirmar la existencia de diferencias significativas entre las calificaciones medias de los estudiantes, puesto que el nivel crítico de significancia es menor a ,05, concretamente ,000. Por tanto, se acepta la hipótesis nula que afirma que las medias no son estadísticamente iguales, es decir, se aprecian diferencias significativas entre la media del pre-test y la del post-test para el grupo experimental. En referencia al tamaño del efecto, los resultados indican un nivel muy alto, lo que supone la existencia de un mayor nivel de mejora en los estudiantes de este grupo. Además, resalta el alto valor de la potencia de la prueba con un 100%. En definitiva, los datos afirman que la metodología y herramientas utilizadas, particularmente la Realidad Aumentada en el grupo de experimental han repercutido de forma directa en las altas calificaciones que presentan los estudiantes al final del proceso de aprendizaje.

6.1.5 Género: Análisis estadístico básico y aplicación de los contrastes de hipótesis.

En este apartado, se muestran los estadísticos descriptivos del género en base al rendimiento de los estudiantes del grupo experimental, así como la realización de los controles de normalidad pertinentes para la aplicación de pruebas paramétricas o no, de cara al análisis de los contrastes de hipótesis.

6.1.5.1 Análisis estadístico básico y controles de normalidad

En este procedimiento se realiza un contraste de las diferencias registradas entre los valores de pre-test y post-test en base a las calificaciones de los estudiantes según el género. Para ello, se plasma en la Tabla 39 los resultados en función de los estadísticos básicos, concretamente, las medidas de tendencia central para cada grupo.

Tabla 39

Estadísticos descriptivos y diferencia de medias de las calificaciones según el género de los estudiantes (grupo experimental)

	Género	N	Media	Mediana	Desviación típica
Pre-test	Hombre	106	4,410	4,5	1,2302
	Mujer	53	3,991	4	1,2841
	Diferencia		0,419	0,5	
Post-test	Hombre	106	8,575	8,750	1,0254
	Mujer	53	8,726	8,500	0,8295
	Diferencia		-0,151	0,250	

Fuente: Elaboración Propia

Los valores de medias y medianas en el pre-test de los alumnos son más elevados que las calificaciones de las alumnas, lo que a priori hace indicar que los hombres presentan un nivel de conocimientos superior a las mujeres, por lo que, antes de la implementación de la Realidad Aumentada los estudiantes no partían con las mismas condiciones. Por otro lado, la calificación media obtenida por las alumnas en el post-test es superior al valor de la media de los alumnos, lo que refleja que las alumnas han realizado un mejor aprendizaje de los conocimientos ante el uso de la Realidad Aumentada. Por último, los resultados logrados en la prueba post-test muestran una mayor puntuación tanto en hombres como en mujeres, por lo que el trabajo con la aplicación móvil ComputAR ha sido muy positivo.

En cuanto a la comprobación del supuesto de normalidad de los datos, se ha llevado a cabo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba permite contrastar la hipótesis de que los datos muestrales provienen de una distribución normal.

Como en los casos anteriores, se pretende contrastar la hipótesis nula, donde los datos provienen de una distribución normal o, en caso contrario, se escoge la hipótesis alternativa que indica la no proveniencia de valores de una distribución normal. A continuación, en la Tabla 40 se muestran los valores obtenidos de la prueba de Kolmogorov-Smirnov para ambos grupos.

Tabla 40

Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov Diferencia de calificaciones Pre-test-Post-test (grupo experimental)

	Género	Estadístico	gl	p
Pre-test	Hombre	,095	106	,020
	Mujer	,138	53	,013
Post-test	Hombre	,161	106	,000
	Mujer	,145	53	,007

Fuente: Elaboración Propia

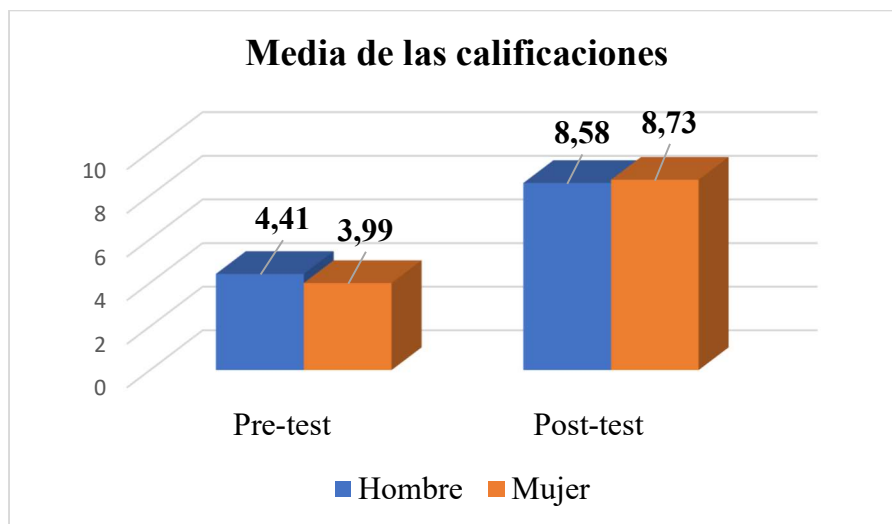
Los resultados obtenidos reflejan unos niveles de significación para hombres y mujeres inferiores al nivel de significancia tomado ,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis en la cual se establece que las calificaciones siguen una distribución normal y, por consiguiente, se escoge la hipótesis alternativa que señala que los datos no se comportan bajo el supuesto de normalidad.

6.1.5.2 Aplicación de los contrastes de hipótesis

Antes de realizar el análisis estadístico, se muestran en la Figura 46 las diferencias entre las etapas pre-test y post-test mostradas por hombres y mujeres en el grupo experimental.

Figura 46

Diferencias Calificaciones Pre-test/Post-test según género (grupo experimental)



Fuente: Elaboración Propia

En base a los resultados se puede afirmar que la Realidad Aumentada tienen un efecto sobre los estudiantes que han formado parte de esta investigación. Estos datos son confirmados mediante la realización de una serie de contrastes de hipótesis en base a las medias de ambas pruebas para hombres y mujeres.

El primer paso es realizar la comprobación del supuesto de igualdad de medias entre ambos grupos. Dado que los datos no siguen una distribución normal, se utilizan pruebas no paramétricas, en este caso, la U de Mann Whitney, ya que se trata de dos grupos independientes (hombres y mujeres). Esta prueba permite contrastar la hipótesis nula de que existen diferencias significativas entre las medias de los alumnos y alumnas si el nivel de significancia obtenido es inferior a ,05. En caso contrario, se toma la hipótesis alternativa que indica que no existen diferencias significativas entre las medias de dichos grupos.

Aunque no es necesario conocer si los alumnos y alumnas presentaban diferencias significativas antes de realizar dicho tratamiento, se evalúa dicha condición para que haya constancia del lugar que partían los estudiantes con relación a sus propios conocimientos. En este sentido, la Tabla 41 se muestran los datos obtenidos al realizar la prueba de U de Mann-Whitney en base a las calificaciones de los hombres y mujeres en la prueba pre-test.

Tabla 41

Test de U de Mann-Whitney para el rendimiento (pre-test) de hombres y mujeres

Estudio	Z	U	p	r	Potencia
Pre-test	-1,859	2303,50	,063	,1474	40,52%

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de los datos de los alumnos y alumnas antes de la aplicación de la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje, indica que dichos grupos no presentan diferencias significativas antes del desarrollo de la experiencia educativa, puesto que el valor de significancia es superior a ,05, concretamente ,063. Por tanto, se acepta la hipótesis nula sobre la igualdad de los valores de medias. Por otro lado, el valor del tamaño del efecto establece que la magnitud diferencia de calificaciones entre alumnos y alumnas es pequeña si es menor a ,2 y en este caso es un ,1474. Por último, el valor de la potencia de la prueba aplicada es del 40,52%, lo que se considera medio. En

suma, los resultados confirman que los estudiantes que forman parte del grupo experimental empiezan con el mismo nivel de conocimientos en relación con su género.

En este caso, se muestran en la Tabla 42 los datos obtenidos al realizar la prueba de U de Mann-Whitney en base a las calificaciones de los estudiantes en la prueba post-test en función de su género.

Tabla 42

Test de U de Mann-Whitney para el rendimiento (post-test) de hombres y mujeres

Estudio	Z	U	p	r	Potencia
Post-test	-,533	2665,00	,594	,0422	5%

Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos en hombres y mujeres después de la aplicación de la Realidad Aumentada en el grupo experimental afirman que estos estudiantes no presentan diferencias significativas entre ellos, puesto que el valor de significancia es superior a ,05, concretamente ,594. Por tanto, se acepta la hipótesis nula sobre la igualdad de los valores de medias, lo que se traduce en que no hay distinción entre hombres y mujeres en base a las calificaciones. Por otro lado, el valor del tamaño del efecto establece que la magnitud diferencia de calificaciones entre hombre y mujeres es muy pequeña si es inferior a ,1 y en este caso vale ,0422. Por último, el valor de la potencia de la prueba aplicada es del 5%, lo que se considera baja. En definitiva, los resultados confirman que no existen diferencias significativas entre los estudiantes que han utilizada la Realidad Aumentada como tecnología educativa en base a su género.

6.2. Resultados del estudio experimental de tipo cuasi-experimental post-test y grupo de control

En este segundo estudio, se analizan los datos recogidos del IMMS, instrumento que consta de 36 ítems que pretenden dar respuesta al nivel de motivación causado en los estudiantes ante el uso de una determinada tecnología, en este caso la Realidad Aumentada para el grupo experimental. Este cuestionario queda dividido en las siguientes dimensiones: confianza, atención, satisfacción y relevancia, de tal forma que los estudiantes respondían a cada pregunta en una escala de valoración del 1 al 5, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

En un primer momento, se analizan los resultados descriptivos (frecuencia y porcentaje de cada uno de los ítems del instrumento. Para ello, ... Posteriormente se plantean las valoraciones medias, desviación estándar y diferencia de medias de cada ítem para señalar aquellos que alcancen una mayor y menor valoración. Por último, se profundiza en las correlaciones de los resultados obtenidos en el cuestionario completo y en cada una de las dimensiones con variables como género y experiencia previa en el uso de las TIC. Este proceso se desarrolla tanto para el grupo control como para el grupo experimental, ya que así se puede conocer si hay una diferencia significativa en la motivación de los estudiantes de un grupo y otro.

6.2.1 Resultados descriptivos del grupo control

En este apartado, se analiza el perfil sociodemográfico que tienen los estudiantes que han utilizado un entorno de aprendizaje basado en diapositivas, así como las frecuencias y porcentajes que se han obtenido en cada uno de los ítems del cuestionario IMMS para dicho grupo control.

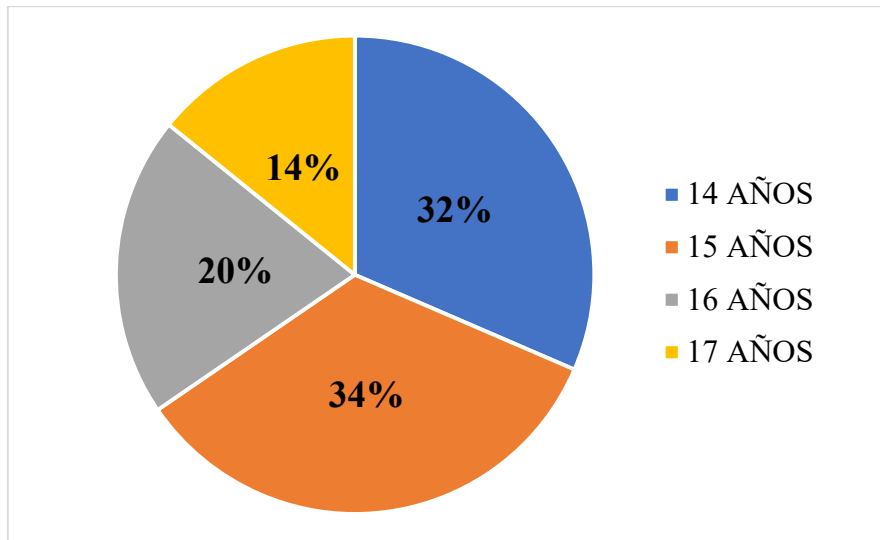
6.2.1.1 Análisis estadístico del perfil sociodemográfico

Para conocer el perfil de los estudiantes que han formado parte del grupo control, se plantean una serie de cuestiones sobre la edad, el curso, si son alumnos repetidores, el género, así como la experiencia previa que tenían sobre el uso de las TIC.

En cuanto a la edad de los estudiantes, la cual oscila entre los 14 y 17 años, se ha observado que el grupo más numeroso es el de los 15 años (33,95%), seguido de aquellos estudiantes de 14 años (31,48%). Por otro parte, los alumnos de 16 (20,37%) y 17 (14,20%) años han tenido una representación menor (Figura 47).

Figura 47

Edades (grupo control)

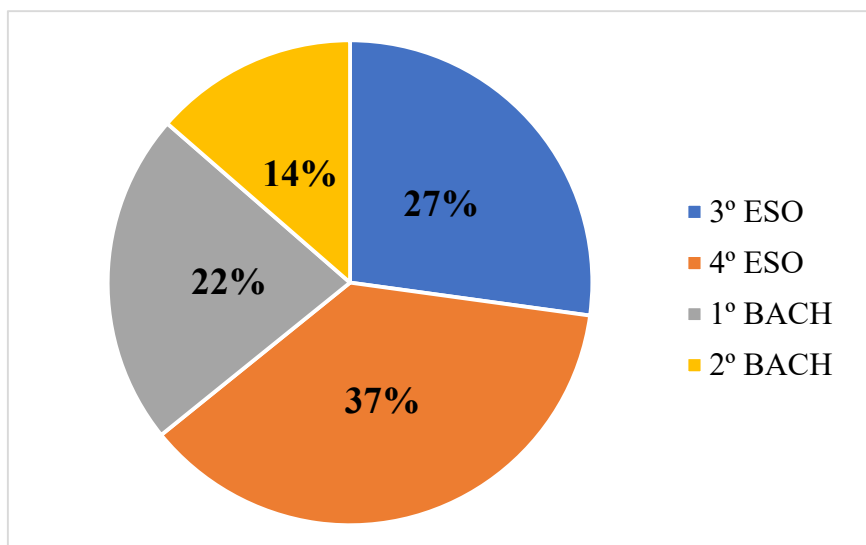


Fuente: Elaboración Propia

En lo que se refiere a los cursos académicos, se puede apreciar en la Figura 48 como el curso de 4º ESO es el grupo más numeroso con una representación del 37,04% (60), seguido de 3º ESO con un 27,16% (44). Los cursos con menos estudiantes han sido 1º Bachillerato con un 22,22% (36) y especialmente 2º de Bachillerato con un 13,58% (22).

Figura 48

Cursos académicos (grupo control)

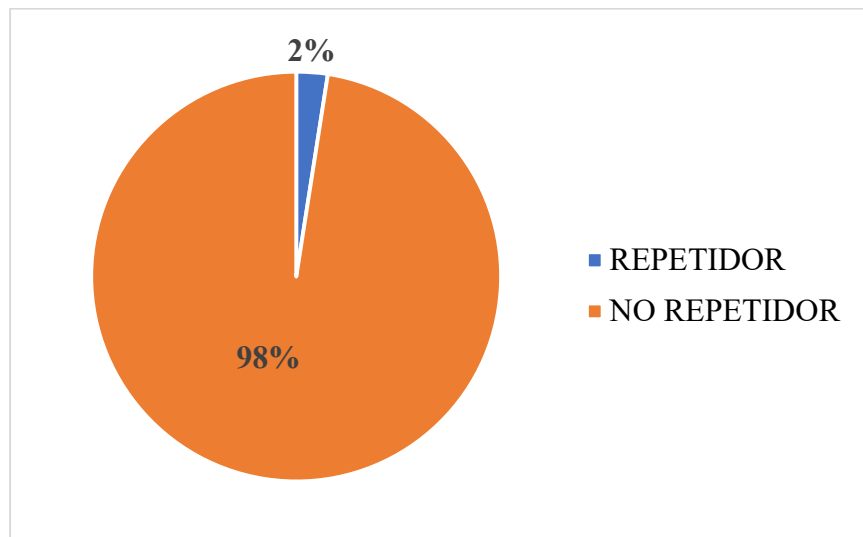


Fuente: Elaboración Propia

Dentro del perfil sociodemográfico, se ha querido conocer si los estudiantes han repetido algún curso académico. En este sentido, 158 alumnos del grupo control no han repetido ningún curso, lo que corresponde a un 97,53% del total, mientras que únicamente 4 estudiantes han repetido, siendo estos un 2,47% del total (Figura 49).

Figura 49

Tipo de alumnado (grupo control)

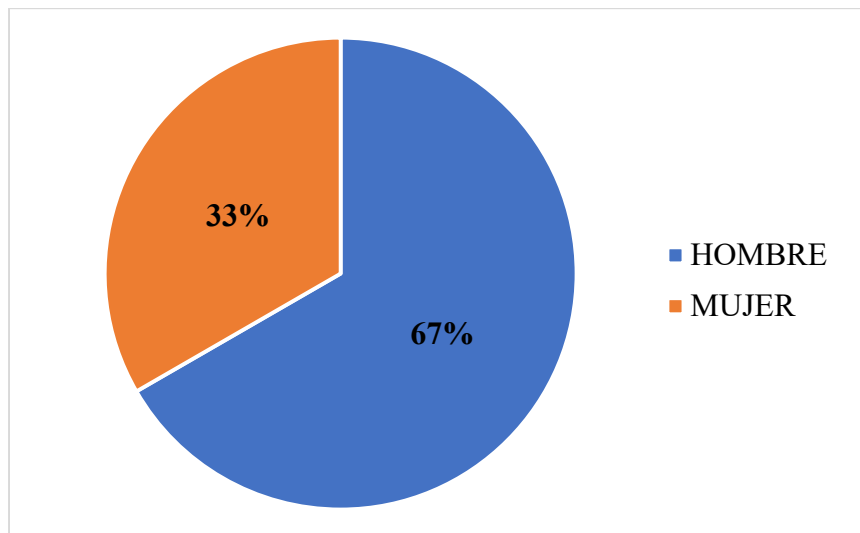


Fuente: Elaboración Propia

Respecto al género, predominan los hombres frente a las mujeres en el grupo control. En la Figura 50 se puede observar cómo han participado un 66,67% (108) de alumnos y un 33,33% (54) de alumnas.

Figura 50

Género (grupo control)

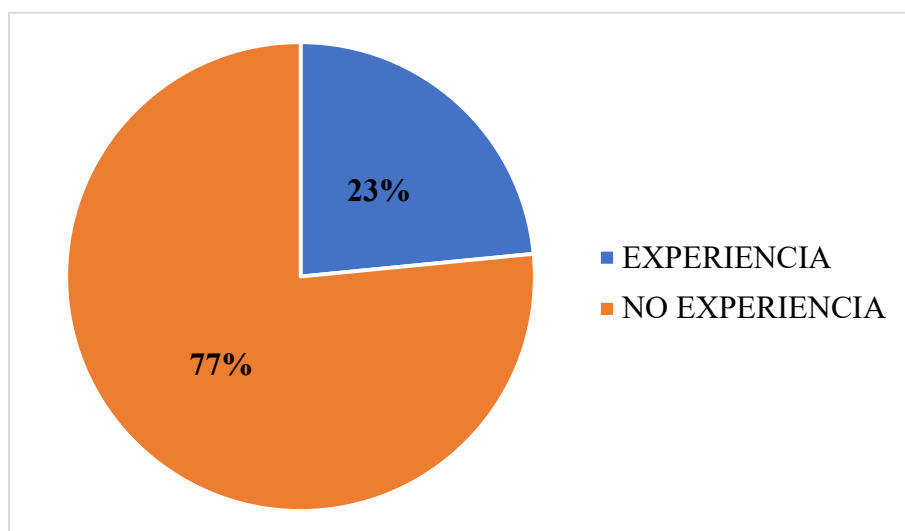


Fuente: Elaboración Propia

Por último, se ha examinado la experiencia previa del uso de las TIC que tenían los estudiantes (Figura 51). De este modo, un 76,54% (124) del total de los estudiantes del grupo control han indicado que no ha tenido experiencia previa en el uso de las TIC, por el contrario, un 23,46% (38) han indicado que si había utilizado las TIC previamente.

Figura 51

Experiencia previa uso TIC (grupo control)



Fuente: Elaboración Propia

En suma, el perfil representativo alcanzado a través de este análisis es el de un estudiante de 15 años, hombre, que cursa 4º de la etapa educativa de Educación

Secundaria Obligatoria, no ha repetido ningún curso y no tiene experiencia previa en el uso de las TIC.

6.2.1.2 Análisis estadístico de la motivación

En este apartado, se reflejan los resultados descriptivos del cuestionario IMMS para el grupo control en base a la motivación. Dado que algunos ítems están formulados de forma negativa, se ha revertido las puntuaciones obtenidas de manera que los resultados sean formulados en positivo. Los ítems invertidos son 3, 6, 7, 12, 15, 19, 22, 26, 29, 31 y 34.

En la Tabla 43 se muestran las frecuencias y porcentajes del ítem 1, que se refiere a “*Cuando vi por primera vez la lección, tuve la impresión de que sería fácil para mí*”.

Tabla 43

Frecuencias y porcentajes del ítem 1 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,2	1,2	1,2
2	24	14,8	14,8	16,0
3	45	27,8	27,8	43,8
4	68	42,0	42,0	85,8
5	23	14,2	14,2	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En relación con la primera pregunta, se pretende conocer la facilidad de uso que los materiales diseñados reflejan en los estudiantes a primera vista. En este sentido, casi la mitad del alumnado concretamente un 42% está de acuerdo con la afirmación. No obstante, un 27,8% de los estudiantes han indicado que no están de acuerdo ni en desacuerdo. Asimismo, un 14,2% de los estudiantes han indicado que están totalmente de acuerdo, pero un 14,8% están en desacuerdo. Únicamente dos alumnos, que representan un 1,2% de los estudiantes están totalmente en desacuerdo.

A continuación, se muestra la Tabla 44 donde aparecen las frecuencias y porcentajes del ítem 2, que corresponde a “*Hubo algo interesante al comienzo de esta lección que me llamó la atención*”.

Tabla 44

Frecuencias y porcentajes del ítem 2 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,2	1,2	1,2
2	27	16,7	16,7	17,9
3	71	43,8	43,8	61,7
4	46	28,4	28,4	90,1
5	16	9,9	9,9	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En referencia a la pregunta si a los estudiantes les llamó la atención el inicio de la lección, casi la mitad del alumnado no está de acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación, puesto que un 43,8% de los estudiantes así lo han corroborado. El resto de las valoraciones se acercan más al acuerdo que al desacuerdo, puesto que un 28,4% está de acuerdo y el 9,9% está totalmente de acuerdo. En el caso contrario, un 16,7% está en desacuerdo y solo un 1,2% afirma que está totalmente en desacuerdo.

Seguidamente, en la Tabla 45 se reflejan las frecuencias y porcentajes del ítem 3, denominado “*El material (imágenes, textos, ...) era más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera*”.

Tabla 45

Frecuencias y porcentajes del ítem 3 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	10	6,2	6,2	6,2
2	34	21,0	21,0	27,2
4	83	51,2	51,2	78,4
5	35	21,6	21,6	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea la dificultad de entender el material diseñado. Dado que se plantea dicha pregunta de forma negativa, se invierten los resultados para una correcta interpretación. De esta forma, se observa que una gran mayoría de estudiantes,

concretamente un 78,4% del total, no considera difícil la comprensión del material. Además, un 21,6% del alumnado está totalmente en desacuerdo con la afirmación y únicamente un 27,2% del total, considera los materiales difíciles. Este último dato se desgrena en un 21% de los estudiantes está de acuerdo y un 6,2% está totalmente de acuerdo. Por tanto, hay mayor percepción de facilidad de entendimiento del material que de dificultad.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 4, referente a “*Después de leer la información de introducción, me sentí seguro de que sabía lo que tenía que aprender de esta lección*”, se muestran en la Tabla 46.

Tabla 46

Frecuencias y porcentajes del ítem 4 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	16	9,9	9,9	9,9
2	22	13,6	13,6	23,5
3	55	34,0	34,0	57,4
4	49	30,2	30,2	87,7
5	20	12,3	12,3	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A tenor de las respuestas a la pregunta si con la información de introducción podían aprender esta lección sin preocupaciones, un 34% de los estudiantes no está de acuerdo ni en desacuerdo. Sin embargo, el 30,2% del alumnado está de acuerdo y el 12,3% está totalmente de acuerdo. Por el contrario, un 23,5% del total está en desacuerdo y un 9,9% no tenían ninguna seguridad que iban aprender esta lección.

En cuanto a las frecuencias y porcentajes del ítem 5, que corresponde a “*Completar los ejercicios de esta lección me dio una sensación de satisfacción de logro*”, aparecen en la Tabla 47.

Tabla 47

Frecuencias y porcentajes del ítem 5 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	18	11,1	11,1	11,1
2	14	8,6	8,6	19,8
3	52	32,1	32,1	51,9
4	49	30,2	30,2	82,1
5	29	17,9	17,9	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En base a la pregunta si la realización de los ejercicios dio satisfacción de logro, el 32,1% indica no estar de acuerdo ni desacuerdo. No obstante, el 30,2% de los estudiantes si están de acuerdo con la afirmación y un 17,9% del total considera estar totalmente de acuerdo. En cuanto a las valoraciones negativas, el 19,8% no está de acuerdo o está totalmente en desacuerdo, lo que declina la balanza hacia el lado positivo.

La Tabla 48 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 6, denominado “*Tengo claro que el contenido de este material (imágenes, textos, ...) está relacionado con cosas que ya conocía*”.

Tabla 48

Frecuencias y porcentajes del ítem 6 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	9	5,6	5,6	5,6
2	20	12,3	12,3	17,9
3	49	30,2	30,2	48,1
4	62	38,3	38,3	86,4
5	22	13,6	13,6	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de esta pregunta han sido invertidos para realizar un análisis más exhaustivo. De esta manera, la cuestión que trata sobre si el contenido está relacionado con cosas que ya conocía, un 38,3% de los estudiantes no está de acuerdo con la

afirmación y un 13,6% está totalmente en desacuerdo. Sin embargo, un 30,2% del total no está de acuerdo ni desacuerdo, y un 17,9% está de acuerdo o totalmente de acuerdo. Por lo tanto, los estudiantes no conocían parte del contenido de esta lección.

Para el ítem 7, se muestra las frecuencias y porcentajes en la Tabla 49. Este ítem se refiere a “*Las páginas de la presentación tenían tanta información que era difícil recordar los puntos importantes*”.

Tabla 49

Frecuencias y porcentajes del ítem 7 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	15	9,3	9,3	9,3
2	32	19,8	19,8	29,0
3	34	21,0	21,0	50,0
4	56	34,6	34,6	84,6
5	25	15,4	15,4	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Al igual que el anterior ítem, este ha sido invertido para hacer una comprensión de los resultados más acorde. Esta cuestión sobre si el exceso de información hacía no recordar los aspectos importantes, un 34,6% del alumnado no está de acuerdo, así como un 15,4% está totalmente en desacuerdo. No obstante, el 19,8% está de acuerdo y un 9,3% del total está bastante de acuerdo. Por último, hay que recalcar que un 21% de los estudiantes afirma que no está de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo. Este hecho indica que la información propuesta no hacía olvidar los puntos importantes.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 8, denominado “*El material (imágenes, textos, ...) era llamativo*”, se reflejan en la Tabla 50.

Tabla 50

Frecuencias y porcentajes del ítem 8 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	34	21,0	21,0	21,6
3	30	18,5	18,5	40,1
4	10	6,2	6,2	46,3
5	87	53,7	53,7	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión sobre el material diseñado y su capacidad para llamar la atención ha conseguido que un 53,7% de los estudiantes afirma que está totalmente de acuerdo con la afirmación, así como un 6,2% que esté de acuerdo. Por el caso contrario un 21% del total ha considerado que no está de acuerdo y concretamente un 0,6% la considera totalmente incierta. Por último, un 18,5% del total del alumnado ha reflejado que ni está de acuerdo ni en desacuerdo. A tenor de los resultados, el material diseñado les ha llamado mayoritariamente la atención.

El ítem 9, referente a “*Hubo historias, imágenes o ejemplos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas*”, muestra las frecuencias y porcentajes obtenidos en la siguiente Tabla 51.

Tabla 51

Frecuencias y porcentajes del ítem 9 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	11	6,8	6,8	6,8
2	19	11,7	11,7	18,5
3	56	34,6	34,6	53,1
4	46	28,4	28,4	81,5
5	30	18,5	18,5	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A expensas de los resultados obtenidos sobre si este material era importante para algunas personas, los estudiantes han afirmado no están de acuerdo ni en desacuerdo, concretamente un 34,6% del total. Mientras el 28,4% del alumnado si ha indicado que está de acuerdo y un 18,5% del total considera totalmente cierto que las historias, imágenes o ejemplos relataban la importancia de este material para algunas personas. No obstante, un 11,7% de los estudiantes no están de acuerdo con esta afirmación y un 6,8% del total la consideran totalmente incierta.

Para el ítem 10, que se refiere a “*Completar esta lección con éxito era importante para mí*”, se plasman las frecuencias y porcentajes en la siguiente Tabla 52.

Tabla 52

Frecuencias y porcentajes del ítem 10 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	10	6,2	6,2	6,2
2	20	12,3	12,3	18,5
3	48	29,6	29,6	48,1
4	48	29,6	29,6	77,8
5	36	22,2	22,2	100,0

Fuente: Elaboración Propia

La cuestión sobre la relevancia que supone completar con éxito la lección, los estudiantes indican que un 29,6% del total está de acuerdo, sin embargo, el mismo porcentaje 29,6% se considera neutro. Además, un 22,22% del alumnado considera esta afirmación totalmente cierta, no como un 18,5% del total que no está de acuerdo o está totalmente en contra, como se puede observar en los datos del 12,3% y del 6,2% respectivamente. Por tanto, se puede afirmar que la gran mayoría de estudiantes mostraban relevancia en conseguir el objetivo.

La Tabla 53 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 11, denominado “*La calidad del material (imágenes, textos, ...) me ayudó a mantener la atención*”.

Tabla 53

Frecuencias y porcentajes del ítem 11 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	12	7,4	7,4	7,4
3	55	34,0	34,0	41,4
4	58	35,8	35,8	77,2
5	37	22,8	22,8	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la pregunta sobre si calidad del material ayudó a los estudiantes a mantener su atención, indican que un 35,8% está de acuerdo con la afirmación, así como un 22,8% está totalmente de acuerdo. Sin embargo, hay un 34% del total que no está de acuerdo ni en desacuerdo y un 7,4% del alumnado que está en desacuerdo. En esta ocasión, la respuesta a dicha cuestión ha sido positiva, lo que se traduce en que la calidad de los materiales utilizados mantuvo la atención de los estudiantes.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 12, denominado “*Esta lección era tan abstracta que era difícil mantener mi atención en ella*”, se reflejan en la Tabla 54.

Tabla 54

Frecuencias y porcentajes del ítem 12 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	12	7,4	7,4	7,4
2	18	11,1	11,1	18,5
3	37	22,8	22,8	41,4
4	57	35,2	35,2	76,5
5	38	23,5	23,5	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea la dificultad de prestar atención en esta lección al ser tan abstracta. Dado que se plantea dicha pregunta de forma negativa, se invierten los resultados para una correcta interpretación. De esta forma, se observa que una gran mayoría de estudiantes, concretamente un 35,2% del total, no considera difícil prestar

atención durante la lección. Además, un 23,5% del alumnado está totalmente en desacuerdo con la afirmación y únicamente un 18,5% del total, considera esta lección abstracta. Este último dato se desgrana en un 11,1% de los estudiantes está de acuerdo y un 7,4% está totalmente de acuerdo. Por último, un 22,8% del alumnado no está de acuerdo ni en desacuerdo con la cuestión. Estos datos corroboran el análisis desarrollado en el ítem anterior.

En la Tabla 55 se muestran las frecuencias y porcentajes del ítem 13, que se refiere a “Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podía aprender el contenido”.

Tabla 55

Frecuencias y porcentajes del ítem 13 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	5	3,1	3,1	3,1
2	24	14,8	14,8	17,9
3	37	22,8	22,8	40,7
4	61	37,7	37,7	78,4
5	35	21,6	21,6	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En relación con esta pregunta, se pretende conocer la confianza que tiene el estudiante en aprender el contenido cuando trabaja esta lección. En este sentido, un 37,7% del total está de acuerdo con la afirmación, así como un 21,6% está totalmente de acuerdo. No obstante, un 22,8% de los estudiantes han indicado que no están de acuerdo ni en desacuerdo. Asimismo, un 14,8% de los estudiantes han indicado estar en desacuerdo, y únicamente un 3,1% del total consideran esta afirmación totalmente incierta. Por lo tanto, esta afirmación se cumple en la mayoría de los casos.

A continuación, se muestra la Tabla 56 donde aparecen las frecuencias y porcentajes del ítem 14, denominado “He disfrutado tanto esta lección que me gustaría saber más sobre este tema”.

Tabla 56

Frecuencias y porcentajes del ítem 14 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	13	8,0	8,0	8,0
2	19	11,7	11,7	19,8
3	44	27,2	27,2	46,9
4	60	37,0	37,0	84,0
5	26	16,0	16,0	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En referencia a la pregunta si a los estudiantes han disfrutado esta lección que les gustaría conocer más sobre este tema, un 37% de estos han indicado que están de acuerdo, incluso un 16% del total están totalmente de acuerdo. No obstante, un 27,2% consideran que esta afirmación es neutra, es decir, ni están de acuerdo ni en desacuerdo. El resto de las valoraciones son inciertas, puesto que un 11,7% de los estudiantes así lo consideran, incluso un 8% está totalmente en desacuerdo. Estas valoraciones indican que la mayoría de los estudiantes quieren saber más sobre esta lección.

Seguidamente, en la Tabla 57 se reflejan las frecuencias y porcentajes del ítem 15, denominado “*Las páginas de la presentación eran poco atractivas*”.

Tabla 57

Frecuencias y porcentajes del ítem 15 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	5	3,1	3,1	3,1
2	23	14,2	14,2	17,3
3	43	26,5	26,5	43,8
4	68	42,0	42,0	85,8
5	23	14,2	14,2	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea la poca atracción que muestran las páginas de la presentación diseñada. Dado que se plantea dicha pregunta de forma negativa, se invierten los

resultados para una correcta interpretación. De esta forma, se observa que una gran mayoría de estudiantes, concretamente un 42% del total, no considera poco atractiva la presentación, incluso un 14,2% del alumnado está totalmente en desacuerdo con la afirmación. No obstante, un 26,5% del total no se posiciona sobre este asunto, ya que no están de acuerdo ni en desacuerdo. Por último, un 17,3% de los estudiantes consideran la presentación poco atractiva. Este último dato se desgrena en un 14,2% de los estudiantes está de acuerdo y un 3,1% del total están totalmente de acuerdo.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 16, denominado “*El contenido de este material (imágenes, textos, ...) era importante para mis intereses*”, se muestran en la Tabla 58.

Tabla 58

Frecuencias y porcentajes del ítem 16 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	7	4,3	4,3	4,3
2	25	15,4	15,4	19,8
3	46	28,4	28,4	48,1
4	52	32,1	32,1	80,2
5	32	19,8	19,8	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A tenor de las respuestas a la pregunta si el contenido del material diseñado era importante para los intereses de los estudiantes, un 32,1% del total está de acuerdo, incluso un 19,8% está totalmente de acuerdo. Por otro lado, el 28,4% del alumnado afirma que no está de acuerdo ni en desacuerdo. No obstante, el 15,4% de los estudiantes indican estar en desacuerdo y un 4,3% del total afirman que el contenido del material no era importante para sus intereses. Por tanto, la mayoría del alumnado considera interesante el contenido de la lección.

En cuanto a las frecuencias y porcentajes del ítem 17, que corresponde a “*La forma de organizar la información en las páginas de la presentación me ayudó a mantener la atención*”, aparecen en la Tabla 59.

Tabla 59

Frecuencias y porcentajes del ítem 17 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	5	3,1	3,1	3,1
2	21	13,0	13,0	16,0
3	55	34,0	34,0	50,0
4	62	38,2	38,2	88,3
5	19	11,7	11,7	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En base a la pregunta si la forma de organizar la información ayudó a los estudiantes a mantener su atención, el 38,2% indica estar de acuerdo con la afirmación, incluso el 11,7% del total considera estar totalmente de acuerdo. No obstante, el 34% de los estudiantes no están de acuerdo ni en desacuerdo. En cuanto a las valoraciones negativas, el 13% no está de acuerdo y el 3,1% del alumnado está totalmente en desacuerdo. Por tanto, la mayoría de los casos ha contestado con una respuesta positiva.

La Tabla 60 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 18, denominado “*Había explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento de esta lección*”.

Tabla 60

Frecuencias y porcentajes del ítem 18 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	18	11,1	11,1	11,1
2	37	22,8	22,8	34,0
3	55	34,0	34,0	67,9
4	38	23,5	23,5	91,4
5	14	8,6	8,6	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados a la cuestión de si había explicaciones de cómo las personas utilizan el conocimiento de esta lección, la mayoría de los estudiantes, concretamente un 34% del total no están de acuerdo ni en desacuerdo. No obstante, un 22,8% del alumnado si

manifiesta no estar de acuerdo con la afirmación y un 11,1% del total están totalmente en desacuerdo. En esta ocasión, los valores positivos quedan reducidos respecto a otros ítem, ya que por ejemplo un 23,5% de los alumnos afirman estar de acuerdo y únicamente un 8,6% del total considera esta afirmación totalmente cierta.

Para el ítem 19, se muestra las frecuencias y porcentajes en la Tabla 61. Este ítem se refiere a “*Los ejercicios de esta lección fueron demasiado difíciles*”.

Tabla 61

Frecuencias y porcentajes del ítem 19 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	14	8,6	8,6	8,6
2	38	23,5	23,5	32,1
3	47	29,0	29,0	61,1
4	44	27,2	27,2	88,3
5	19	11,7	11,7	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Este ítem ha sido invertido para hacer una comprensión de los resultados más acorde. Esta cuestión sobre si los ejercicios de esta lección eran demasiado difíciles, un 29% del alumnado no está de acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación. En este sentido, un 23,5% si considera esta cuestión cierta y un 8,6% afirma estar totalmente de acuerdo. Sin embargo, un 11,7% de los estudiantes no consideran demasiado difíciles los ejercicios de la lección, así como un 27,2% del total considera no estar de acuerdo ante esta pregunta.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 20, denominado “*Esta lección tiene cosas que me provocaron curiosidad*”, se reflejan en la Tabla 62.

Tabla 62

Frecuencias y porcentajes del ítem 20 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	6	3,7	3,7	3,7
2	27	16,7	16,7	20,4
3	57	35,2	35,2	55,6
4	53	32,7	32,7	88,3
5	19	11,7	11,7	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión sobre si la lección presenta cosas que provocan la curiosidad de los estudiantes, el 35,2% del total indica no estar de acuerdo ni en desacuerdo. Aunque, un porcentaje similar, concretamente un 32,7% de los estudiantes si afirman estar de acuerdo, incluso un 11,7% están totalmente de acuerdo. Por el caso contrario un 16,7% del total ha considerado que no está de acuerdo y un 3,7% la considera totalmente incierta. Por tanto, el porcentaje de respuestas positivas es próximo al 50% de los totales, lo que quiere decir que esta lección ha despertado curiosidad en los estudiantes.

El ítem 21, denominado “*Disfruté mucho estudiando esta lección*”, muestra las frecuencias y porcentajes obtenidos en la siguiente Tabla 63.

Tabla 63

Frecuencias y porcentajes del ítem 21 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	8	4,9	4,9	4,9
2	20	12,3	12,3	17,3
3	58	35,8	35,8	53,1
4	55	34,0	34,0	87,0
5	21	13,0	13,0	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A expensas de los resultados obtenidos sobre el disfrute del alumnado mientras estudiaba esta lección, los estudiantes han afirmado no están de acuerdo ni en desacuerdo,

concretamente un 35,8% del total. Mientras el 34% del alumnado si ha indicado que está de acuerdo y un 13% del total considera totalmente cierto que esta lección les ha hecho disfrutar. No obstante, un 12,3% de los estudiantes no están de acuerdo con esta afirmación y un 4,9% del total la consideran totalmente incierta. Por tanto, estas valoraciones positivas confirman el disfrute de esta lección en el alumnado.

Para el ítem 22, que se refiere a “*La cantidad de repeticiones de las actividades en esta lección me aburría a veces*”, se plasman las frecuencias y porcentajes en la siguiente Tabla 64.

Tabla 64

Frecuencias y porcentajes del ítem 22 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	13	8,0	8,0	8,0
2	33	20,4	20,4	28,4
3	56	34,6	34,6	63,1
4	44	27,2	27,2	90,1
5	16	9,9	9,9	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Para tratar la cuestión sobre si la cantidad de repeticiones de las actividades producía aburrimiento en los estudiantes se han invertido los valores para hacer un análisis más preciso. En este sentido, un 34,6% del total no está de acuerdo ni en desacuerdo, sin embargo, un 27,2% del alumnado considera esta afirmación incierta e incluso un 9,9% está totalmente en desacuerdo con la misma. El resto de las valoraciones reflejan que un 20,4% de los estudiantes afirman que están en de acuerdo con la cuestión y un 8% consideran totalmente aburrido la cantidad de repeticiones.

La Tabla 65 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 23, denominado “*Por el contenido y el material (imágenes, textos, ...) da la sensación de que esta lección vale la pena conocerla*”.

Tabla 65

Frecuencias y porcentajes del ítem 23 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	10	6,2	6,2	6,2
2	26	16,0	16,0	22,2
3	45	27,8	27,8	50,0
4	57	35,2	35,2	85,2
5	24	14,8	14,8	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la pregunta si por el contenido y el material da la sensación de que esta lección vale la pena conocerla, un 35,2% está de acuerdo con la afirmación, así como un 14,8% está totalmente de acuerdo. Sin embargo, hay un 27,8% del total que no está de acuerdo ni en desacuerdo, un 16% del alumnado que no está de acuerdo y un 6,2% totalmente en desacuerdo. En esta ocasión, los estudiantes presentan valoraciones donde muestran la importancia de esta lección para ellos gracias al contenido y material diseñado.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 24, denominado “*Aprendí algunas cosas que fueron sorprendentes o inesperadas*”, se reflejan en la Tabla 66.

Tabla 66

Frecuencias y porcentajes del ítem 24 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	4	2,5	2,5	2,5
3	95	58,6	58,6	61,1
4	60	37,0	37,0	98,1
5	3	1,9	1,9	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea si algunas cosas fueron sorprendentes o inesperadas durante el aprendizaje del alumnado. De esta forma, se observa que una gran mayoría de estudiantes, concretamente un 58,6% del total considera no estar de acuerdo ni en

desacuerdo con la afirmación. No obstante, un 37% de los estudiantes si está de acuerdo con la cuestión y un 1,9% del total piensa que aprendió algunas cosas sorprendentes o inesperadas. Aunque es cierto que un 2,5% del alumnado no está de acuerdo con dicha consideración.

En la Tabla 67 se muestran las frecuencias y porcentajes del ítem 25, que se refiere a “Después de trabajar en esta lección por un tiempo, estaba seguro de que podía aprobar el examen”.

Tabla 67

Frecuencias y porcentajes del ítem 25 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	10	6,2	6,2	6,2
2	31	19,1	19,1	25,3
3	48	29,6	29,6	54,9
4	53	32,7	32,7	87,7
5	20	12,3	12,3	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En relación con esta pregunta, se pretende conocer la confianza que los estudiantes tenían en aprobar el examen una vez que habían trabajado la lección. En este sentido, un 32,7% está de acuerdo con la afirmación e incluso un 12,3% está totalmente de acuerdo. No obstante, un 29,6% de los estudiantes han indicado que no están de acuerdo ni en desacuerdo. Asimismo, un 19,1% de los estudiantes han indicado que están en desacuerdo y un 6,2% están totalmente en desacuerdo.

A continuación, se muestra la Tabla 68 donde aparecen las frecuencias y porcentajes del ítem 26, que corresponde a “Esta lección no era relevante para mis necesidades, porque ya sabía la mayor parte del contenido”.

Tabla 68

Frecuencias y porcentajes del ítem 26 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	10	6,2	6,2	6,2
2	28	17,3	17,3	23,5
3	82	50,6	50,6	74,1
4	38	23,5	23,5	97,5
5	4	2,5	2,5	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Para valorar los resultados de los estudiantes se han invertido las valoraciones para seguir la misma estructura de la investigación. En este sentido, más de la mitad del alumnado no está de acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación, puesto que un 50,6% de los estudiantes así lo han corroborado. El resto de las valoraciones se acercan ligeramente más al acuerdo que al desacuerdo, puesto que un 23,5% está de acuerdo y el 2,5% está totalmente de acuerdo. En el caso contrario, un 17,3% está en desacuerdo y solo un 6,2% afirma que está totalmente en desacuerdo.

Seguidamente, en la Tabla 69 se reflejan las frecuencias y porcentajes del ítem 27, denominado “*Las correcciones y comentarios de los ejercicios me ayudaron a sentirme recompensado por mi esfuerzo*”.

Tabla 69

Frecuencias y porcentajes del ítem 27 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	8	4,9	4,9	4,9
2	24	14,8	14,8	19,8
3	59	36,4	36,4	56,2
4	52	32,1	32,1	88,3
5	19	11,7	11,7	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea si la retroalimentación por parte del profesor ayudó a los estudiantes a sentirse recompensados por su esfuerzo. De esta forma, se observa que un 36,4% del alumnado considera neutra esta afirmación, es decir, que no está de acuerdo ni en desacuerdo. Además, un 32,1% de los estudiantes está de acuerdo con la afirmación y un 11,7% está totalmente de acuerdo. Sin embargo, un 14,8% del total considera no estar de acuerdo con la afirmación y un 4,9% indica que el feedback del docente no recompensó a los estudiantes por su esfuerzo.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 28, referente a “*La variedad de imágenes, ejercicios y textos me ayudó a mantener mi atención en la lección*”, se muestran en la Tabla 70.

Tabla 70

Frecuencias y porcentajes del ítem 28 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	3	1,9	1,9	1,9
2	19	11,7	11,7	13,6
3	54	33,3	33,3	46,9
4	58	35,8	35,8	82,7
5	28	17,3	17,3	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A tenor de las respuestas a la pregunta si la variedad de imágenes, ejercicios y textos ayudó a los estudiantes a mantener la atención, un 35,8% del total indica que está de acuerdo y un 17,3% que está totalmente de acuerdo. Sin embargo, el 33,3% del alumnado no está de acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación. Por el contrario, un 11,7% del total está en desacuerdo y únicamente un 1,9% considera totalmente incierta esta cuestión. Estos resultados confirman los datos de los ítems anteriores, donde los materiales diseñados tienen una relación directa con la atención que muestran los estudiantes.

En cuanto a las frecuencias y porcentajes del ítem 29, denominado “*El material (imágenes, textos, ...) de esta lección era aburrido*”, aparecen en la Tabla 71.

Tabla 71

Frecuencias y porcentajes del ítem 29 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	8	4,9	4,9	4,9
2	30	18,5	18,5	23,5
3	42	25,9	25,9	49,4
4	50	30,9	30,9	80,2
5	32	19,8	19,8	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de esta pregunta han sido invertidos para realizar un análisis más exhaustivo. De esta manera, la cuestión que trata sobre si el material era aburrido, un 30,9% de los estudiantes está en desacuerdo con la afirmación y un 19,8% está totalmente en desacuerdo. Sin embargo, el 25,9% del total no está de acuerdo ni desacuerdo, un 18,5% está de acuerdo y un 4,9% del alumnado considera que el material era aburrido.

La Tabla 72 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 30, denominado “*Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o pensado en mi vida*”.

Tabla 72

Frecuencias y porcentajes del ítem 30 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	15	9,3	9,3	9,3
2	34	21,0	21,0	30,2
3	54	33,3	33,3	63,6
4	52	32,1	32,1	95,7
5	7	4,3	4,3	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En base a la pregunta si los estudiantes podían relacionar el contenido con cosas que hayan visto, hecho o pensado anteriormente, un 33,3% indica no estar de acuerdo ni desacuerdo. No obstante, un 32,1% de los estudiantes si están de acuerdo con la

afirmación y un 4,3% del total considera estar totalmente de acuerdo. En cuanto a las valoraciones negativas, un 21% no está de acuerdo y únicamente un 9,3% del total está totalmente en desacuerdo.

Para el ítem 31, se muestra las frecuencias y porcentajes en la Tabla 73. Este ítem se refiere a “*Había tanto contenido que era molesto*”.

Tabla 73

Frecuencias y porcentajes del ítem 31 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	12	7,4	7,4	7,4
2	25	15,4	15,4	22,8
3	47	29,0	29,0	51,9
4	55	34,0	34,0	85,8
5	23	14,2	14,2	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Este ítem ha sido invertido para hacer una comprensión de los resultados más acorde. Esta cuestión sobre si tanto contenido era molesto, un 34% del alumnado no está de acuerdo, así como un 14,2% está totalmente en desacuerdo. No obstante, el 15,4% está de acuerdo y un 7,4% del total considera molesto tanta cantidad de contenido. Por último, hay que recalcar que un 29% de los estudiantes afirma que no está de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo con la cuestión.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 32, denominado “*Me sentí satisfecho cuando acabé con éxito esta lección*”, se reflejan en la Tabla 74.

Tabla 74

Frecuencias y porcentajes del ítem 32 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	5	3,1	3,1	3,1
2	13	8,0	8,0	11,1
3	41	25,3	25,3	36,4
4	67	41,4	41,4	77,8
5	36	22,2	22,2	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión sobre la satisfacción del alumnado cuando finaliza con éxito la lección muestra que un 41,4% de los estudiantes la consideran cierta, así como un 22,2% del total está totalmente de acuerdo. Por el caso contrario un 8% del total ha considerado que no está de acuerdo y únicamente un 3,1% de los estudiantes consideran totalmente incierta esta cuestión. Por último, un 25,3% del total del alumnado ha reflejado que ni está de acuerdo ni en desacuerdo. A tenor de los resultados, la satisfacción de los estudiantes estuvo presente al terminar con éxito la lección.

El ítem 33, referente a “*El contenido de esta lección me será útil*”, muestra las frecuencias y porcentajes obtenidos en la siguiente Tabla 75.

Tabla 75

Frecuencias y porcentajes del ítem 33 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	23	14,2	14,2	14,2
2	33	20,4	20,4	34,6
3	33	20,4	20,4	54,9
4	48	29,6	29,6	86,4
5	25	15,4	15,4	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A expensas de los resultados obtenidos sobre si el contenido será útil para los estudiantes, un 29,6% han afirmado estar de acuerdo con la afirmación y un 15,4% del

total indican estar totalmente de acuerdo. No obstante, un 20,4% del alumnado no estaba de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo. Este mismo porcentaje de estudiantes recalco que no está de acuerdo con la cuestión y un 14,2% del total afirmó que el contenido de la lección no será útil para ellos.

Para el ítem 34, que se refiere a “*Realmente no pude entender mucho del material (imágenes, textos, ...) de esta lección*”, se plasman las frecuencias y porcentajes en la siguiente Tabla 76.

Tabla 76

Frecuencias y porcentajes del ítem 34 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,2	1,2	1,2
2	7	4,3	4,3	5,6
3	38	23,5	23,5	29,0
4	73	45,1	45,1	74,1
5	42	25,9	25,9	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea la dificultad de comprensión del material por parte de los estudiantes. Dado que se plantea dicha pregunta de forma negativa, se invierten los resultados para una correcta interpretación. De esta forma, se observa que una gran mayoría de estudiantes, concretamente un 45,1% del total estar en desacuerdo con la afirmación e incluso un 25,9% del alumnado está totalmente en desacuerdo. Sin embargo, un 23,5% de los estudiantes no está de acuerdo ni en desacuerdo con la cuestión y únicamente un 5,6% del total considera esta afirmación como cierta. Este dato se desgrana en un 4,3% de los estudiantes considera cierta esta cuestión y un 1,2% del total indica que está totalmente de acuerdo. Estos datos corroboran el análisis que más del 70% realiza valoraciones positivas del material.

La Tabla 77 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 35, denominado “*La buena organización del material (imágenes, textos, ...) me ayudó a estar seguro de que aprendería el contenido*”.

Tabla 77

Frecuencias y porcentajes del ítem 35 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
4	24	14,8	14,8	14,8
5	138	85,2	85,2	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la pregunta si la buena organización del material ayudó a los estudiantes a tener la seguridad de que aprenderían el contenido, un 85,2% del total está totalmente de acuerdo con la afirmación, así como un 14,8% está totalmente de acuerdo. En esta ocasión, la respuesta a dicha cuestión ha sido muy positiva, lo que se traduce en que la organización de los materiales les ha dado mucha confianza a los estudiantes.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 36, denominado “*Fue un placer trabajar esta lección tan bien diseñada*”, se reflejan en la Tabla 78.

Tabla 78

Frecuencias y porcentajes del ítem 36 del IMMS (grupo control)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,2	1,2	1,2
2	7	4,3	4,3	5,6
3	12	7,4	7,4	13,0
4	75	46,3	46,3	59,3
5	66	40,7	40,7	100,0

Fuente: Elaboración Propia

La cuestión sobre si fue un placer para los estudiantes trabajar esta lección tan bien diseñada, refleja que un 46,3% del total está de acuerdo e incluso un 40,7% del alumnado la considera totalmente cierto. Sin embargo, un 7,4% afirma que no está de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo, así como un 4,3% del total está en desacuerdo y únicamente un 1,2% está totalmente en desacuerdo. Por tanto, se puede afirmar que la gran mayoría de estudiantes mostraban satisfacción al trabajar esta lección.

En suma, los resultados descriptivos de los distintos ítems muestran una tendencia positiva de las valoraciones, por lo que hace presagiar que esta experiencia ha resultado ser positiva. No obstante, se compara con el grupo experimental para analizar si efectivamente la tecnología de la Realidad Aumentada creó una mayor motivación en los estudiantes.

6.2.2 Resultados descriptivos del grupo experimental

En este apartado, se analiza el perfil sociodemográfico que tienen los estudiantes que han utilizado la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje en el aula, así como las frecuencias y porcentajes que se han obtenido en cada uno de los ítems del cuestionario IMMS para dicho grupo experimental.

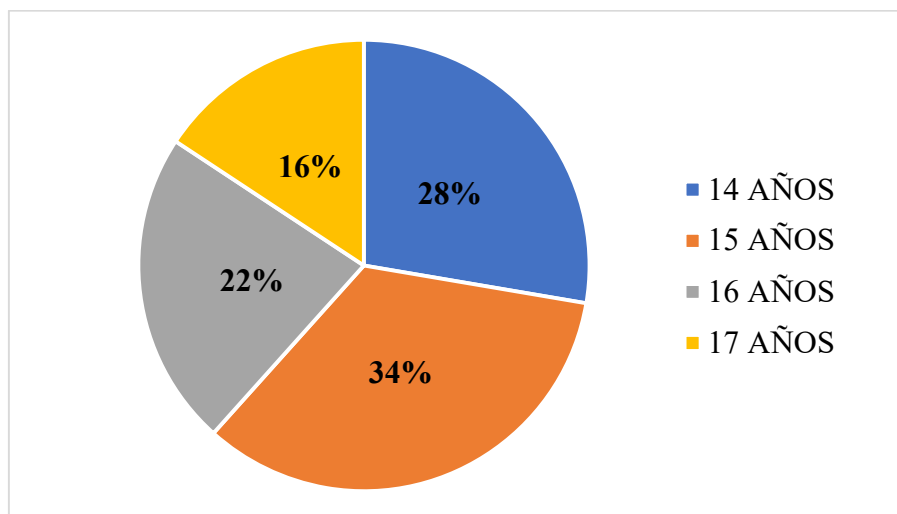
6.2.2.1 Análisis estadístico del perfil sociodemográfico

Para conocer el perfil de los estudiantes que han formado parte del grupo experimental, se plantean una serie de cuestiones sobre la edad, el curso, si son alumnos repetidores, el género, así como la experiencia previa que tenían sobre el uso de las TIC.

En cuanto a la edad de los estudiantes, la cual oscila entre los 14 y 17 años, se ha observado que el grupo más numeroso es el de los 15 años (33,96%), seguido de aquellos estudiantes de 14 años (27,67%). Por otro parte, los alumnos de 16 (22,64%) y 17 (15,72%) años han tenido una representación menor (Figura 52).

Figura 52

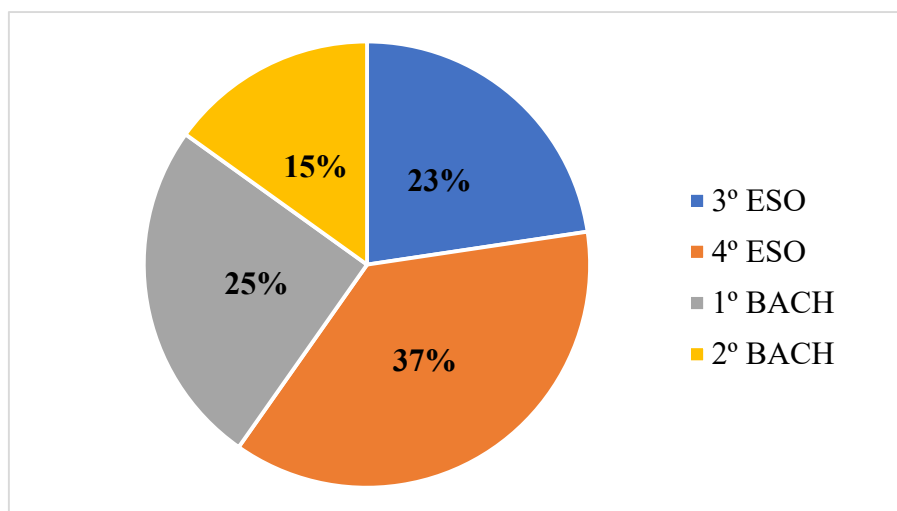
Edades (grupo experimental)



Fuente: Elaboración Propia

En lo que se refiere a los cursos académicos, se puede apreciar en la Figura 53 como el curso de 4º ESO es el grupo más numeroso con una representación del 37,11% (59), seguido de 1º Bachillerato con un 25,16% (40). Los cursos con menos estudiantes han sido 3º Bachillerato con un 22,64% (36) y especialmente 2º de Bachillerato con un 15,09% (24).

Figura 53
Cursos académicos (grupo experimental)

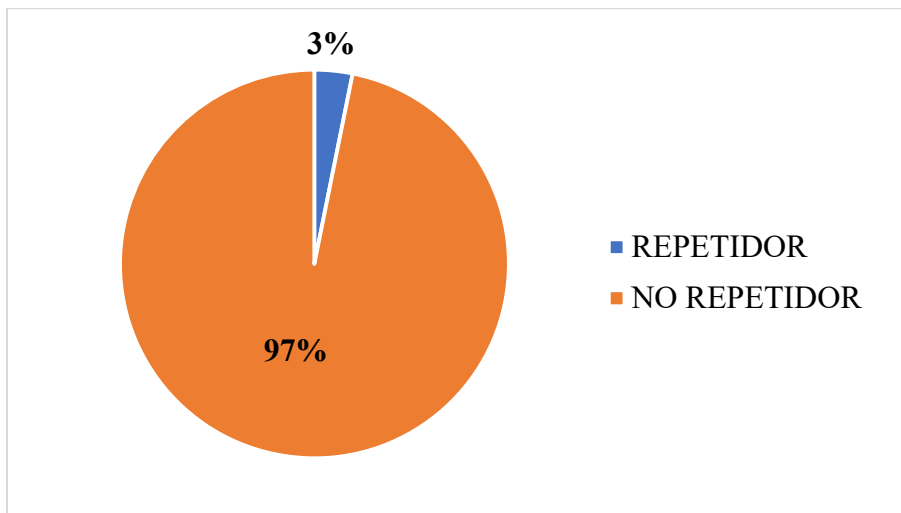


Fuente: Elaboración Propia

Dentro del perfil sociodemográfico, se ha querido conocer si los estudiantes han repetido algún curso académico. En este sentido, 154 alumnos del grupo experimental no han repetido ningún curso, lo que corresponde a un 96,86% del total, mientras que únicamente 5 estudiantes han repetido, siendo estos un 3,14% del total (Figura 54).

Figura 54

Tipo de alumnado (grupo experimental)

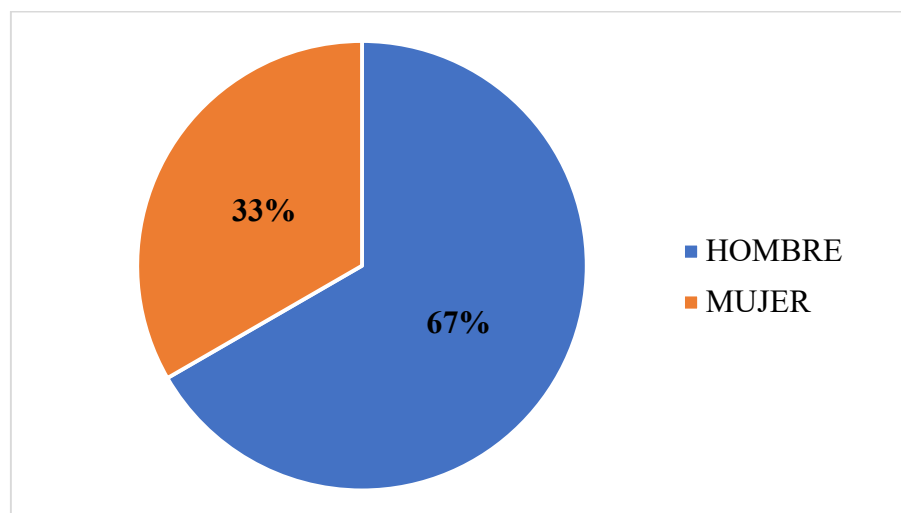


Fuente: Elaboración Propia

Respecto al género, predominan los hombres frente a las mujeres en el grupo experimental. En la Figura 55 se puede observar cómo han participado un 66,67% (106) de alumnos y un 33,33% (53) de alumnas.

Figura 55

Género (grupo experimental)



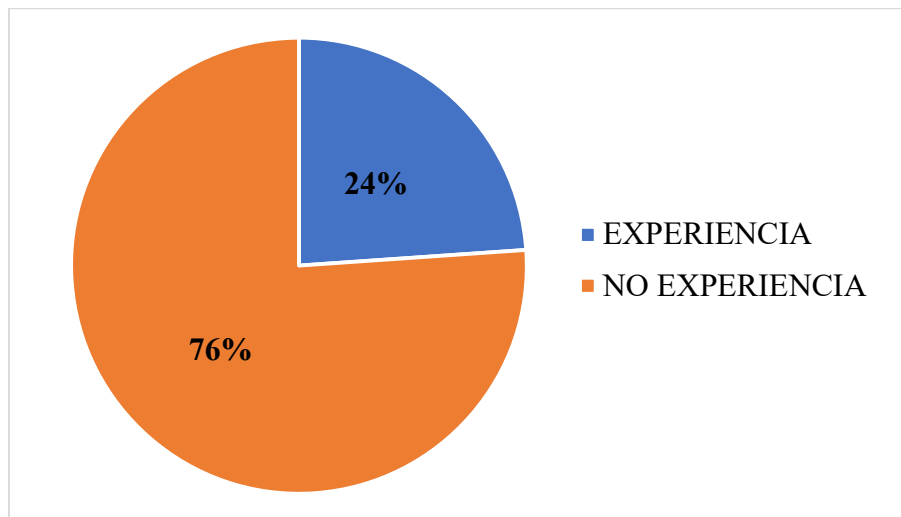
Fuente: Elaboración Propia

Por último, se ha examinado la experiencia previa del uso de las TIC que tenían los estudiantes (Figura 56). De este modo, un 76,10% (121) del total de los estudiantes del grupo experimental han indicado que no ha tenido experiencia previa en el uso de las

TIC, por el contrario, un 23,90% (38) han indicado que si había utilizado las TIC previamente.

Figura 56

Experiencia previa uso TIC (grupo experimental)



Fuente: Elaboración Propia

En resumen, el perfil representativo conseguido mediante de este análisis es el de un estudiante de 15 años, hombre, que cursa 4º de la etapa educativa de Educación Secundaria Obligatoria, no ha repetido ningún curso y no tiene experiencia previa en el uso de las TIC.

6.2.2.1 Análisis estadístico de la motivación

En este subapartado, se reflejan los resultados descriptivos del cuestionario IMMS para el grupo experimental. Dado que algunos ítems están formulados de forma negativa, se ha revertido las puntuaciones obtenidas de manera que los resultados sean formulados en positivo. Los ítems invertidos son 3, 6, 7, 12, 15, 19, 22, 26, 29, 31 y 34.

En la Tabla 79 se muestran las frecuencias y porcentajes del ítem 1, que se refiere a “*Cuando vi por primera vez la lección, tuve la impresión de que sería fácil para mí*”.

Tabla 79

Frecuencias y porcentajes del ítem 1 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	15	9,4	9,4	10,1
3	41	25,8	25,8	35,8
4	71	44,7	44,7	80,5
5	31	19,5	19,5	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En relación con la primera pregunta, se pretende conocer la facilidad que muestran los estudiantes cuando se les presenta la aplicación móvil ComputAR. En este sentido, casi la mitad del alumnado concretamente un 44,7% está de acuerdo con la afirmación. No obstante, un 25,8% de los estudiantes han indicado que no están de acuerdo ni en desacuerdo. Asimismo, un 19,5% de los estudiantes han indicado que están totalmente de acuerdo, pero un 9,4% están en desacuerdo. Únicamente un estudiante, que representa el 0,6% del total está totalmente en desacuerdo. Estos datos reflejan una valoración positiva mayor que el ítem correspondiente en el grupo control.

A continuación, se muestra la Tabla 80 donde aparecen las frecuencias y porcentajes del ítem 2, que corresponde a “*Hubo algo interesante en el material de Realidad Aumentada que me llamó la atención*”.

Tabla 80

Frecuencias y porcentajes del ítem 2 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,3	1,3	1,3
2	3	1,9	1,9	3,1
3	36	22,6	22,6	25,8
4	79	49,7	49,7	75,5
5	39	24,5	24,5	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En referencia a la pregunta si a los estudiantes les llamó la atención el material de Realidad Aumentada desarrollado, casi la mitad del alumnado está de acuerdo con la afirmación, puesto que un 49,7% de los estudiantes así lo han corroborado. Asimismo, un 24,5% del total considera esta afirmación totalmente cierta, sin embargo, un 22,6% del alumnado no está de acuerdo ni en desacuerdo. El resto de las valoraciones son negativas, aunque los porcentajes son realmente bajos, puesto que un 1,9% de los estudiantes no están de acuerdo y únicamente 1,3% del total está totalmente en desacuerdo. Este ítem obtiene mejores valoraciones respecto al ítem correspondiente del grupo de control.

Seguidamente, en la Tabla 81 se reflejan las frecuencias y porcentajes del ítem 3, denominado “*La aplicación móvil ComputAR era más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera*”.

Tabla 81

Frecuencias y porcentajes del ítem 3 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	7	4,4	4,4	5,0
3	39	24,5	24,5	29,6
4	62	39,0	39,0	68,6
5	50	31,4	31,4	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea la dificultad de entender la aplicación móvil ComputAR. Dado que se plantea dicha pregunta de forma negativa, se invierten los resultados para una correcta interpretación. De esta forma, se observa que una gran mayoría de estudiantes, concretamente un 39% del total, no considera difícil la comprensión de ComputAR y un 31,4% del alumnado está totalmente en desacuerdo con la afirmación. Además, un 24,5% del total no está de acuerdo ni en desacuerdo y únicamente un 5% de los estudiantes considera los materiales difíciles. Este último dato se desgana en un 4,4% de los estudiantes está de acuerdo con la afirmación y un 0,6% está totalmente de acuerdo. Por tanto, hay mayor percepción de facilidad de entendimiento de la aplicación móvil ComputAR que de dificultad, y a su vez estas valoraciones son mejores que el ítem correspondiente del grupo control.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 4, referente a “*Después de leer la información de introducción, me sentí seguro de que sabía lo que tenía que aprender de esta lección*”, se muestran en la Tabla 82.

Tabla 82

Frecuencias y porcentajes del ítem 4 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,3	1,3	1,3
2	2	1,3	1,3	2,5
3	50	31,4	31,4	34,0
4	61	38,4	38,4	72,3
5	44	27,7	27,7	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A tenor de las respuestas a la pregunta si con la información de introducción podían aprender esta lección sin preocupaciones, un 38,4% de los estudiantes está de acuerdo y un 27,7% del alumnado totalmente de acuerdo. Sin embargo, el 31,4% del total no está de acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación. En el caso de las valoraciones negativas, un 1,3% de los estudiantes no está de acuerdo y el mismo porcentaje 1,3% del total considera que no tenía ninguna seguridad que iban aprender esta lección. Por lo tanto, esta cuestión tiene mejores valoraciones en el grupo experimental que en el grupo control.

En cuanto a las frecuencias y porcentajes del ítem 5, que corresponde a “*Completar los ejercicios de esta lección utilizando Realidad Aumentada me dio una sensación de satisfacción de logro*”, aparecen en la Tabla 83.

Tabla 83

Frecuencias y porcentajes del ítem 5 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	5	3,1	3,1	3,8
3	43	27,0	27,0	30,8
4	53	33,3	33,3	64,2
5	57	35,8	35,8	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En base a la pregunta si la realización de los ejercicios utilizando Realidad Aumentada dio satisfacción de logro, un 35,8% de los estudiantes indican estar totalmente de acuerdo con la afirmación y un 33,3% del total está de acuerdo. No obstante, un 27% de los estudiantes no está de acuerdo ni en desacuerdo con la cuestión. En cuanto a las valoraciones negativas, un 3,1% no está de acuerdo y únicamente un estudiante, lo que representa un 0,6% del total está totalmente en desacuerdo, lo que declina la balanza claramente hacia el lado positivo. Este ítem sobre la resolución de ejercicios ha sido mucho mejor valorada en el grupo experimental que en el grupo control.

La Tabla 84 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 6, denominado “*Tengo claro que el contenido de la aplicación móvil ComputAR está relacionado con cosas que ya conocía*”.

Tabla 84

Frecuencias y porcentajes del ítem 6 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	1	0,6	0,6	0,6
3	56	35,2	35,2	35,8
4	69	43,4	43,4	79,2
5	33	20,8	20,8	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de esta pregunta han sido invertidos para realizar un análisis más exhaustivo. De esta manera, la cuestión que trata sobre si el contenido está relacionado con cosas que ya conocía, un 43,4% de los estudiantes no está de acuerdo con la afirmación y un 20,8% está totalmente en desacuerdo. Sin embargo, un 35,2% del total no está de acuerdo ni desacuerdo, y solo un alumno, que representa el 0,6% del total está de acuerdo. Por lo tanto, los estudiantes no conocían parte del contenido de esta lección, al igual que ocurría en el grupo control.

Para el ítem 7, se muestra las frecuencias y porcentajes en la Tabla 85. Este ítem se refiere a “*La aplicación móvil ComputAR tenía tanta información que era difícil recordar los puntos importantes*”.

Tabla 85

Frecuencias y porcentajes del ítem 7 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	4	2,5	2,5	2,5
2	26	16,4	16,4	18,9
3	36	22,6	22,6	41,5
4	59	37,1	37,1	78,6
5	34	21,4	21,4	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Al igual que el anterior ítem, este ha sido invertido para hacer una comprensión de los resultados más acorde. Esta cuestión sobre si el exceso de información en la aplicación móvil ComputAR hacía no recordar los aspectos importantes, un 37,1% del alumnado no está de acuerdo, así como un 21,4% está totalmente en desacuerdo. No obstante, el 16,4% está de acuerdo y un 2,5% del total está bastante de acuerdo. Por último, hay que recalcar que un 22,6% de los estudiantes afirma que no está de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo. Este hecho indica que la información propuesta en ComputAR no hacía olvidar los puntos importantes, y aunque estos datos positivos se repiten en el grupo control, la diferencia de porcentaje revela unas mejores valoraciones en el grupo experimental.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 8, denominado “*El contenido de la aplicación ComputAR de la Realidad Aumentada era llamativo*”, se reflejan en la Tabla 86.

Tabla 86

Frecuencias y porcentajes del ítem 8 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	1	0,6	0,6	1,2
3	29	18,2	18,2	19,5
4	63	39,6	39,6	59,1
5	65	40,9	40,9	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión sobre si el contenido de la aplicación móvil ComputAR era llamativo, un 40,9% de los estudiantes afirma que está totalmente de acuerdo con la afirmación, así como un 39,6% que esté de acuerdo. Por el caso contrario, únicamente un 0,6% del total que no está de acuerdo y el mismo porcentaje, un 0,6% la considera totalmente incierta. Por último, un 18,2% del total del alumnado ha reflejado que ni está de acuerdo ni en desacuerdo. A tenor de los resultados, el contenido de la aplicación móvil ComputAR les ha llamado mayoritariamente la atención, y estos datos reflejan mejores valoraciones que el grupo control.

El ítem 9, referente a “*Hubo imágenes y textos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas*”, muestra las frecuencias y porcentajes obtenidos en la siguiente Tabla 87.

Tabla 87

Frecuencias y porcentajes del ítem 9 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	5	3,1	3,1	3,1
2	5	3,1	3,1	6,3
3	57	35,8	35,8	42,1
4	54	34,0	34,0	76,1
5	38	23,9	23,9	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A expensas de los resultados obtenidos sobre si este material era importante para algunas personas, los estudiantes han afirmado no están de acuerdo ni en desacuerdo, concretamente un 35,8% del total. Mientras el 34 % del alumnado si ha indicado que está de acuerdo y un 23,9% del total considera totalmente cierto que las imágenes y textos relataban la importancia de este material para algunas personas. No obstante, un 3,1% de los estudiantes no están de acuerdo con esta afirmación y el mismo porcentaje un 3,1% del total la consideran totalmente incierta. Otra vez, se repiten mejores puntuaciones en el grupo experimental.

Para el ítem 10, que se refiere a “*Completar esta lección con éxito era importante para mí*”, se plasman las frecuencias y porcentajes en la siguiente Tabla 88.

Tabla 88

Frecuencias y porcentajes del ítem 10 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	2	1,3	1,3	1,3
3	37	23,3	23,3	24,5
4	63	39,6	39,6	64,2
5	57	35,8	35,8	100,0

Fuente: Elaboración Propia

La cuestión sobre la relevancia que supone completar con éxito la lección, los estudiantes indican que un 39,6% del total está de acuerdo y un 35,8% del alumnado está

totalmente de acuerdo. Sin embargo, un 23,3% se considera neutro, es decir, reflejan que no están de acuerdo ni tampoco en desacuerdo. Además, únicamente dos estudiantes lo que representan un 1,3% del alumnado considera esta afirmación incierta. Por tanto, se puede afirmar que la gran mayoría de estudiantes mostraban relevancia en conseguir el objetivo, y a su vez estos datos han sido mejores que el ítem correspondiente del grupo control.

La Tabla 89 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 11, denominado “*La calidad del material de Realidad Aumentada me ayudó a mantener la atención*”.

Tabla 89

Frecuencias y porcentajes del ítem 11 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	6	3,8	3,8	3,8
3	22	13,8	13,8	17,6
4	57	35,8	35,8	53,5
5	74	46,5	46,5	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la pregunta sobre si calidad del material de Realidad Aumentada ayudó a los estudiantes a mantener su atención, indican que un 46,5% está totalmente de acuerdo con la afirmación, así como un 35,8% del total está de acuerdo. Sin embargo, hay un 13,8% del total que no está de acuerdo ni en desacuerdo y un 3,8% del alumnado que está en desacuerdo. En esta ocasión, la respuesta a dicha cuestión ha sido positiva, lo que se traduce en que la calidad de los materiales de Realidad Aumentada utilizados mantuvo la atención de los estudiantes, y en comparación con el grupo control este porcentaje ha aumentado de forma considerable.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 12, denominado “*Esta lección era tan abstracta que era difícil mantener mi atención en ella*”, se reflejan en la Tabla 90.

Tabla 90

Frecuencias y porcentajes del ítem 12 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	7	4,4	4,4	4,4
3	36	22,6	22,6	27,0
4	72	45,3	45,3	72,3
5	44	27,7	27,7	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea la dificultad de prestar atención en esta lección al ser tan abstracta. Dado que se plantea dicha pregunta de forma negativa, se invierten los resultados para una correcta interpretación. De esta forma, se observa que una gran mayoría de estudiantes, concretamente un 45,3% del total, no considera difícil prestar atención durante la lección. Además, un 27,7% del alumnado está totalmente en desacuerdo con la afirmación y únicamente un 4,4% del total, considera esta lección abstracta, es decir, indican que está de acuerdo con la afirmación. Por último, un 22,6% del alumnado no está de acuerdo ni en desacuerdo con la cuestión. Estos datos corroboran el análisis desarrollado en el ítem anterior, también para el grupo control.

En la Tabla 91 se muestran las frecuencias y porcentajes del ítem 13, que se refiere a “*Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podía aprender el contenido*”.

Tabla 91

Frecuencias y porcentajes del ítem 13 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	2	1,3	1,3	1,9
3	29	18,2	18,2	20,1
4	74	46,5	46,5	66,7
5	53	33,3	33,3	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Con relación a esta pregunta, se pretende conocer la confianza que tiene el estudiante en aprender el contenido cuando trabaja esta lección. En este sentido, un 46,5% del total está de acuerdo con la afirmación, así como un 33,3% está totalmente de acuerdo. No obstante, un 18,2% de los estudiantes han indicado que no están de acuerdo ni en desacuerdo. Asimismo, un 1,3% de los estudiantes ha indicado estar en desacuerdo, y únicamente un alumno, que corresponde al 0,6% del total considera esta afirmación totalmente incierta. Por lo tanto, estos datos realzan la diferencia entre el grupo experimental y el grupo control.

A continuación, se muestra la Tabla 92 donde aparecen las frecuencias y porcentajes del ítem 14, denominado “*He disfrutado tanto esta lección que me gustaría saber más sobre este tema*”.

Tabla 92

Frecuencias y porcentajes del ítem 14 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	3	1,9	1,9	1,9
2	6	3,8	3,8	5,7
3	38	23,2	23,2	29,6
4	60	37,7	37,7	67,3
5	52	32,7	32,7	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En referencia a la pregunta si a los estudiantes han disfrutado esta lección que les gustaría conocer más sobre este tema, un 37,7% de estos han indicado que están de acuerdo, incluso un 32,7% del total están totalmente de acuerdo. No obstante, un 23,2% consideran que esta afirmación es neutra, es decir, ni están de acuerdo ni en desacuerdo. El resto de las valoraciones son inciertas, puesto que un 3,8% de los estudiantes así lo consideran, incluso un 1,9% está totalmente en desacuerdo. Estas valoraciones indican que la mayoría de los estudiantes quieren saber más sobre esta lección, y este hecho se resalta más en este grupo que en el grupo control.

Seguidamente, en la Tabla 93 se reflejan las frecuencias y porcentajes del ítem 15, denominado “*Las imágenes y textos de la aplicación móvil ComputAR eran poco atractivos*”.

Tabla 93

Frecuencias y porcentajes del ítem 15 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	7	4,4	4,4	4,4
3	41	25,8	25,8	30,2
4	80	50,3	50,3	80,5
5	31	19,5	19,5	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea la poca atracción que muestran las páginas de la presentación diseñada. Dado que se plantea dicha pregunta de forma negativa, se invierten los resultados para una correcta interpretación. De esta forma, se observa que la mitad de los estudiantes, concretamente un 50,3% del total, no considera poco atractiva la aplicación móvil ComputAR, incluso un 19,5% del alumnado está totalmente en desacuerdo con la afirmación. No obstante, un 25,8% del total no se posiciona sobre este asunto, ya que no están de acuerdo ni en desacuerdo. Por último, un 4,4% de los estudiantes consideran la presentación poco atractiva. Otra vez el grupo experimental mejora las valoraciones del grupo control.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 16, denominado “*El contenido de la aplicación móvil ComputAR es importante para mis intereses*”, se muestran en la Tabla 94.

Tabla 94

Frecuencias y porcentajes del ítem 16 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,3	1,3	1,3
2	11	6,9	6,9	8,2
3	39	24,5	24,5	32,7
4	67	42,1	42,1	74,8
5	40	25,2	25,2	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A tenor de las respuestas a la pregunta si el contenido de la aplicación móvil ComputAR era importante para los intereses de los estudiantes, un 42,1% del total está de acuerdo, incluso un 25,2% está totalmente de acuerdo. Por otro lado, el 24,5% del alumnado afirma que no está de acuerdo ni en desacuerdo. No obstante, el 6,9% de los estudiantes indican estar en desacuerdo y un 1,3% del total afirman que el contenido del material no era importante para sus intereses. Por tanto, la mayoría del alumnado considera interesante el contenido de la aplicación móvil ComputAR.

En cuanto a las frecuencias y porcentajes del ítem 17, que corresponde a “*La forma de organizar la información usando la aplicación ComputAR me ayudó a mantener la atención*”, aparecen en la Tabla 95.

Tabla 95

Frecuencias y porcentajes del ítem 17 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,3	1,3	1,3
2	3	1,9	1,9	3,1
3	39	24,5	24,5	27,7
4	76	47,8	47,8	75,5
5	39	24,5	24,5	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En base a la pregunta si la forma de organizar la información usando la aplicación ComputAR ayudó a los estudiantes a mantener su atención, el 47,8% del total indica estar de acuerdo con la afirmación, incluso el 24,5% de los estudiantes consideran estar totalmente de acuerdo. No obstante, el 24,5% del alumnado no está de acuerdo ni en desacuerdo. En cuanto a las valoraciones negativas, el 1,9% no está de acuerdo y el 1,3% del alumnado está totalmente en desacuerdo. Por tanto, la mayoría de los casos ha contestado con una respuesta positiva. Estos datos son mejores que los obtenidos en el grupo control.

La Tabla 96 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 18, denominado “*Había explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento de esta lección*”.

Tabla 96

Frecuencias y porcentajes del ítem 18 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,3	1,3	1,3
2	9	5,7	5,7	6,9
3	52	32,7	32,7	39,6
4	60	37,7	37,7	77,4
5	36	22,6	22,6	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados a la cuestión de si había explicaciones de cómo las personas utilizan el conocimiento de esta lección, la mayoría de los estudiantes concretamente un 37,7% del total están de acuerdo con la afirmación y un 22,6% está totalmente de acuerdo. No obstante, un 5,7% del alumnado si manifiesta no estar de acuerdo con la afirmación y un 1,3% está totalmente en desacuerdo. Por otro lado, un 32,7% de los estudiantes no están de acuerdo ni en desacuerdo. Estos datos muestran unas mejores valoraciones en el grupo experimental que en el grupo control.

Para el ítem 19, se muestra las frecuencias y porcentajes en la Tabla 97. Este ítem se refiere a “*Era difícil descubrir la imagen digital asociada con la imagen real*”.

Tabla 97

Frecuencias y porcentajes del ítem 19 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	16	10,1	10,1	10,1
3	32	20,1	20,1	30,2
4	71	44,7	44,7	74,8
5	40	25,2	25,2	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Este ítem ha sido invertido para hacer una comprensión de los resultados más acorde. Esta cuestión sobre si era difícil descubrir la imagen digital asociada con la imagen real, un 44,7% del alumnado no está de acuerdo y un 25,2% está totalmente desacuerdo. Asimismo, un 20,1% considera no estar de acuerdo ni en desacuerdo con la pregunta. Sin embargo, un 10,1% de los estudiantes consideran difícil descubrir la imagen digital asociada con la imagen real.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 20, denominado “*La información descubierta a través de la Realidad Aumentada estimuló mi curiosidad*”, se reflejan en la Tabla 98.

Tabla 98

Frecuencias y porcentajes del ítem 20 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	6	3,8	3,8	4,4
3	37	23,3	23,3	27,7
4	72	45,3	45,3	73,0
5	43	27,0	27,0	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión sobre si la información descubierta mediante Realidad Aumentada provocó la curiosidad de los estudiantes, el 45,3% del total indica estar de acuerdo y un 27% del total está completamente de acuerdo. Además, un 23,3% de los estudiantes indica

no estar de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo. Por el caso contrario un 3,8% del total ha considerado que no está de acuerdo y únicamente un alumno, que representa el 0,6% del total afirma que está totalmente en desacuerdo. Por tanto, el porcentaje de respuestas positivas es mayor del 70% de los totales, lo que quiere decir que esta lección ha despertado curiosidad en los estudiantes, y que ha superado al grupo control.

El ítem 21, denominado “*Disfruté mucho estudiando esta lección*”, muestra las frecuencias y porcentajes obtenidos en la siguiente Tabla 99.

Tabla 99

Frecuencias y porcentajes del ítem 21 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,3	1,3	1,3
2	2	1,3	1,3	2,5
3	34	21,4	21,4	23,9
4	73	45,9	45,9	69,8
5	48	30,2	30,2	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A expensas de los resultados obtenidos sobre el disfrute del alumnado mientras estudiaba esta lección, los estudiantes han afirmado no están de acuerdo, concretamente un 45,9% del total. En este sentido, un 30,2% indican que están complemente de acuerdo con la afirmación. No obstante, un porcentaje idéntico de los estudiantes un 1,3% afirman que no están de acuerdo y que están totalmente en contra. Por tanto, estas valoraciones positivas confirman el disfrute de esta lección en el alumnado, que a priori es mayor que en el grupo control.

Para el ítem 22, que se refiere a “*La cantidad de repeticiones en la aplicación móvil ComputAR me aburría a veces*”, se plasman las frecuencias y porcentajes en la siguiente Tabla 100.

Tabla 100

Frecuencias y porcentajes del ítem 22 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,3	1,3	1,3
2	12	7,5	7,5	8,8
3	50	31,4	31,4	40,3
4	62	39,0	39,0	79,2
5	33	20,8	20,8	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Para tratar la cuestión sobre si la cantidad de repeticiones de la aplicación móvil ComputAR producía aburrimiento en los estudiantes se han invertido los valores para hacer un análisis más preciso. En este sentido, un 39% del total no está de acuerdo y un 20,8% del alumnado está completamente en desacuerdo. Sin embargo, un 7,5% de los estudiantes considera esta afirmación cierta e incluso un 1,3% está totalmente de acuerdo con la misma. El resto de las valoraciones reflejan que un 31,4% de los estudiantes afirman que no están de acuerdo ni en desacuerdo con la cuestión.

La Tabla 101 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 23, denominado “*Por el contenido de la aplicación móvil ComputAR da la sensación de que esta lección vale la pena conocerla*”.

Tabla 101

Frecuencias y porcentajes del ítem 23 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	2	1,3	1,3	1,3
3	21	13,2	13,2	14,5
4	77	48,4	48,4	62,9
5	59	37,1	37,1	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la pregunta si por el contenido de la aplicación móvil ComputAR da la sensación de que esta lección vale la pena conocerla, un 48,4% está de

acuerdo con la afirmación, así como un 37,1% está totalmente de acuerdo. Sin embargo, hay un 13,2% del total que no está de acuerdo ni en desacuerdo y un 1,3% del alumnado está totalmente en desacuerdo. En esta ocasión, los estudiantes presentan valoraciones muy positivas, lo que hace incluso mejor al grupo experimental en favor del grupo control.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 24, denominado “*Aprendí algunas cosas de la Realidad Aumentada que fueron sorprendentes o inesperadas*”, se reflejan en la Tabla 102.

Tabla 102

Frecuencias y porcentajes del ítem 24 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	3	1,9	1,9	1,9
3	28	17,6	17,6	19,5
4	59	37,1	37,1	56,6
5	69	43,4	43,4	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea si algunas cosas de la Realidad Aumentada fueron sorprendentes o inesperadas durante el aprendizaje del alumnado. De esta forma, se observa que una gran mayoría de estudiantes, concretamente un 43,4% del total considera estar completamente de acuerdo, y un 37,1% está simplemente de acuerdo. No obstante, un 17,6% de los estudiantes no está de acuerdo ni en desacuerdo con la cuestión y un 1,9% del total piensa que no aprendió algunas cosas sorprendentes o inesperadas. Este ítem muestra una gran diferencia de valoraciones positivas en favor del grupo experimental ante el grupo control.

En la Tabla 103 se muestran las frecuencias y porcentajes del ítem 25, que se refiere a “*Después de trabajar en esta lección por un tiempo, estaba seguro de que podía aprobar el examen*”.

Tabla 103

Frecuencias y porcentajes del ítem 25 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	1	0,6	0,6	0,6
3	20	12,6	12,6	13,2
4	70	44,0	44,0	57,2
5	68	42,8	42,8	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En relación con esta pregunta, se pretende conocer la confianza que los estudiantes tenían en aprobar el examen una vez que habían trabajado la lección. En este sentido, un 44% está de acuerdo con la afirmación e incluso un 42,8% está totalmente de acuerdo. No obstante, un 12,6% de los estudiantes han indicado que no están de acuerdo ni en desacuerdo. Asimismo, un 0,6% de los estudiantes han indicado que están completamente en desacuerdo. Esta cuestión vuelve a ratificar los datos obtenidos anteriormente en la comparativa con el grupo control.

A continuación, se muestra la Tabla 104 donde aparecen las frecuencias y porcentajes del ítem 26, que corresponde a “*Esta lección no era relevante para mis necesidades, porque ya sabía la mayor parte del contenido*”.

Tabla 104

Frecuencias y porcentajes del ítem 26 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	7	4,4	4,4	4,4
3	21	13,2	13,2	17,6
4	60	37,7	37,7	55,3
5	71	44,7	44,7	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Para valorar los resultados de los estudiantes se han invertido las valoraciones para seguir la misma estructura de la investigación. En este sentido, casi la mitad del alumnado un 44,7% está completamente de acuerdo con la afirmación y un 37,7% del total considera

incierto. No obstante, un 13,2% del alumnado indica que no está de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo. Por último, un 4,4% de los estudiantes afirma estar de acuerdo con la cuestión. Estos resultados confirman las mejores valoraciones del grupo experimental respecto al grupo control.

Seguidamente, en la Tabla 105 se reflejan las frecuencias y porcentajes del ítem 27, denominado “*Las correcciones y comentarios de los ejercicios me ayudaron a sentirme recompensado por mi esfuerzo*”.

Tabla 105

Frecuencias y porcentajes del ítem 27 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	2	1,3	1,3	1,3
3	28	17,6	17,6	18,9
4	57	35,8	35,8	54,7
5	72	45,3	45,3	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea si la retroalimentación por parte del profesor ayudó a los estudiantes a sentirse recompensados por su esfuerzo. De esta forma, se observa que un 45,3% del alumnado considera completamente cierta esta afirmación e incluso un 35,8% del total afirma estar de acuerdo. Sin embargo, un 17,6% de los estudiantes consideran esta cuestión neutra, es decir, que no están de acuerdo ni en desacuerdo. Por otro lado, dos estudiantes, que representan el 1,3% del total, afirman que están en desacuerdo. Otra vez, este ítem refleja la diferencia entre ambos grupos, en favor del grupo experimental.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 28, referente a “*La aplicación móvil ComputAR basada en Realidad Aumentada ayudó a mantener mi atención en esta lección*”, se muestran en la Tabla 106.

Tabla 106

Frecuencias y porcentajes del ítem 28 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	5	3,1	3,1	3,8
3	19	11,9	11,9	15,7
4	60	37,7	37,7	53,5
5	74	46,5	46,5	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A tenor de las respuestas a la pregunta si la aplicación móvil ComputAR basada en Realidad Aumentada ayudó a los estudiantes a mantener la atención, un 46,5% del total indica que está totalmente de acuerdo y un 37,7% que está de acuerdo. Sin embargo, el 11,9% del alumnado no está de acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación. Por el contrario, un 3,1% del total está en desacuerdo y únicamente un 0,6% considera totalmente incierta esta cuestión. Estos resultados confirman los datos de los ítems anteriores, donde la aplicación móvil ComputAR tiene relación directa con la atención que muestran los estudiantes.

En cuanto a las frecuencias y porcentajes del ítem 29, denominado “*El contenido de la aplicación móvil ComputAR es aburrido*”, aparecen en la Tabla 107.

Tabla 107

Frecuencias y porcentajes del ítem 29 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	2	1,3	1,3	1,9
3	16	10,1	10,1	11,9
4	43	27,0	27,0	39,0
5	97	61,0	61,0	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de esta pregunta han sido invertidos para realizar un análisis más exhaustivo. De esta manera, la cuestión que trata sobre si el contenido de ComputAR era aburrido, un 61% de los estudiantes está totalmente en desacuerdo con la afirmación y un 27% está en desacuerdo. Sin embargo, el 10,1% del total no está de acuerdo ni en desacuerdo, un 1,3% está de acuerdo y un 0,6% del alumnado considera que el material era aburrido. Este ítem indica una clara diferencia de las valoraciones positivas de los estudiantes del grupo experimental en comparación del grupo control.

La Tabla 108 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 30, denominado “Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o pensado en mi vida”.

Tabla 108

Frecuencias y porcentajes del ítem 30 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	1,3	1,3	1,3
2	3	2,5	2,5	3,8
3	33	20,8	20,8	24,5
4	49	30,8	30,8	55,3
5	71	44,7	44,7	100,0

Fuente: Elaboración Propia

En base a la pregunta si los estudiantes podían relacionar el contenido con cosas que hayan visto, hecho o pensado anteriormente, un 44,7% indica estar completamente de acuerdo y un 30,8% del total refleja estar simplemente de acuerdo. No obstante, un 2,5% de los estudiantes no están de acuerdo con la afirmación y un 1,3% del total considera estar totalmente en desacuerdo. En cuanto a las valoraciones neutras, un 20,8% del alumnado efectivamente no está de acuerdo ni en desacuerdo. Este ítem vuelve a mostrar la diferencia de valoraciones entre ambos grupos, y realza las valoraciones positivas del grupo experimental.

Para el ítem 31, se muestra las frecuencias y porcentajes en la Tabla 109. Este ítem se refiere a “Había tanto contenido que era molesto”.

Tabla 109

Frecuencias y porcentajes del ítem 31 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	8	5,0	5,0	5,7
3	17	10,7	10,7	16,4
4	66	41,5	41,5	57,9
5	67	42,1	42,1	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Este ítem ha sido invertido para hacer una comprensión de los resultados más acorde. Esta cuestión sobre si tanto contenido era molesto, un 42,1% del alumnado está completamente en desacuerdo y un 41,5% del total indica que no está de acuerdo. No obstante, el 5% está de acuerdo y un 0,6% del total considera molesto tanta cantidad de contenido. Por último, hay que recalcar que un 10,7% de los estudiantes afirma que no está de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo con la cuestión.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 32, denominado “*Me sentí satisfecho cuando acabé con éxito esta lección*”, se reflejan en la Tabla 110.

Tabla 110

Frecuencias y porcentajes del ítem 32 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	1	0,6	0,6	1,2
3	21	13,2	13,2	14,5
4	62	39,0	39,0	53,5
5	74	46,5	46,5	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión sobre la satisfacción del alumnado cuando finaliza con éxito la lección muestra que un 46,5% de los estudiantes la consideran completamente cierta, así como un 39% del total está de acuerdo. Por el caso contrario un 0,6% del total ha

considerado que no está de acuerdo y el mismo porcentaje un 0,6% está totalmente en desacuerdo con la cuestión. Por último, un 13,2% del total del alumnado ha reflejado que ni está de acuerdo ni en desacuerdo. A tenor de los resultados, la satisfacción de los estudiantes estuvo presente al terminar con éxito la lección, y a unos niveles más elevados en el grupo experimental que en el grupo control.

El ítem 33, referente a *“El contenido de la aplicación móvil ComputAR será útil para mí”*, muestra las frecuencias y porcentajes obtenidos en la siguiente Tabla 111.

Tabla 111

Frecuencias y porcentajes del ítem 33 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	0,6	0,6	0,6
2	1	0,6	0,6	1,2
3	25	15,7	15,7	17,0
4	65	40,9	40,9	57,9
5	67	42,1	42,1	100,0

Fuente: Elaboración Propia

A expensas de los resultados obtenidos sobre si el contenido de la aplicación móvil ComputAR será útil para los estudiantes, un 42,1% han afirmado estar totalmente de acuerdo con la afirmación y un 40,9% del total indican estar de acuerdo. No obstante, un 15,7% del alumnado no estaba de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo. Por último, un mismo porcentaje del 0,6% de los estudiantes afirman que no están de acuerdo y que es totalmente en desacuerdo con la cuestión.

Para el ítem 34, que se refiere a *“Realmente no pude entender mucho del contenido de la aplicación móvil ComputAR en esta lección”*, se plasman las frecuencias y porcentajes en la siguiente Tabla 112.

Tabla 112

Frecuencias y porcentajes del ítem 34 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
3	19	11,9	11,9	11,9
4	44	27,7	27,7	39,6
5	96	60,4	60,4	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Esta cuestión plantea la dificultad de comprensión del contenido de la aplicación móvil ComputAR por parte de los estudiantes. Dado que se plantea dicha pregunta de forma negativa, se invierten los resultados para una correcta interpretación. De esta forma, se observa que una gran mayoría de estudiantes, concretamente un 60,4% del total está completamente en desacuerdo con la afirmación e incluso un 27,7% del alumnado está en desacuerdo. Sin embargo, un 11,9% de los estudiantes no está de acuerdo ni en desacuerdo con la cuestión. Estos datos corroboran el análisis que más del 85% realiza valoraciones positivas del material, lo que aumenta el porcentaje obtenido en el grupo control.

La Tabla 113 refleja las frecuencias y porcentajes del ítem 35, denominado “*La buena organización del contenido de la aplicación ComputAR me ayudó a estar seguro de que iba a aprendería esta lección*”.

Tabla 113

Frecuencias y porcentajes del ítem 35 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	3	1,9	1,9	1,9
3	28	17,6	17,6	19,5
4	24	37,1	37,1	56,6
5	138	43,4	43,4	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la pregunta si la buena organización de la aplicación móvil ComputAR ayudó a los estudiantes a tener la seguridad de que aprenderían la lección, un

43,4% del total está totalmente de acuerdo con la afirmación, así como un 37,1% está de acuerdo. Asimismo, un 17,6% del alumnado afirma que no está de acuerdo ni tampoco en desacuerdo. Por último, tres estudiantes que representan el 1,9% del alumnado afirman estar en desacuerdo. En esta ocasión, la respuesta a dicha cuestión ha sido muy positiva, lo que se traduce en que la organización de la aplicación móvil ComputAR les ha dado mucha confianza a los estudiantes.

Las frecuencias y porcentajes del ítem 36, denominado “*Fue un placer trabajar esta lección tan bien diseñada*”, se reflejan en la Tabla 114.

Tabla 114

Frecuencias y porcentajes del ítem 36 del IMMS (grupo experimental)

Puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	1	0,6	0,6	0,6
3	14	8,8	8,8	9,4
4	80	50,3	50,3	59,7
5	64	40,3	40,3	100,0

Fuente: Elaboración Propia

La cuestión sobre si fue un placer para los estudiantes trabajar esta lección tan bien diseñada, refleja que un 50,3% del total está de acuerdo e incluso un 40,3% del alumnado la considera totalmente cierto. Sin embargo, un 8,8% afirma que no está de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo, así como un 0,6% del total está en desacuerdo. Por tanto, se puede afirmar que la gran mayoría de estudiantes mostraban satisfacción al trabajar esta lección.

En definitiva, los resultados descriptivos de los distintos ítems muestran una tendencia positiva de las valoraciones, por lo que hace presagiar que esta experiencia ha resultado ser positiva. Es más, al comparar los datos obtenidos con el grupo control se ha podido observar que las valoraciones positivas son mejores en el grupo experimental, lo que indica que la tecnología de la Realidad Aumentada crea una mayor motivación en los estudiantes.

6.2.3 Diferencias Grupo control-experimental. Aplicación de los contrastes de hipótesis

En este apartado, se muestran los resultados descriptivos de las diferencias observadas entre los cuestionarios IMMS del grupo control y del grupo experimental, para posteriormente realizar el respectivo control de normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Por último, se realiza una serie de contrastes de hipótesis en base a las medias de ambos cuestionarios para el grupo experimental y grupo control.

6.2.3.1 Análisis estadístico básico y control de normalidad del cuestionario IMMS

En este procedimiento se realiza una comparación de las diferencias registradas entre las dimensiones confianza, atención, satisfacción y relevancia de los cuestionarios IMMS según la experimentación implementada. Para ello, se plasma en la Tabla 115 los resultados de las dimensiones en función de las medias y desviación estándar para cada grupo.

Tabla 115

Medias y desviaciones típicas del instrumento IMMS (grupo control-experimental)

	Estudio	Media	Desviación estándar	Diferencia de medias
IMMS	Control	3,457	1,1051	0,597
	Experimental	4,054	0,8660	
Confianza	Control	3,593	1,1521	0,421
	Experimental	4,014	0,8959	
Atención	Control	3,461	1,0428	0,616
	Experimental	4,077	0,8522	
Satisfacción	Control	3,563	1,0888	0,578
	Experimental	4,1405	0,8304	
Relevancia	Control	3,248	1,1181	0,760
	Experimental	4,008	0,8726	

Fuente: Elaboración Propia

Las puntuaciones obtenidas para el cuestionario IMMS completo reflejan que el grupo experimental está de acuerdo con los distintos ítems planteados, sin embargo, el

grupo control está más cerca de la posición neutral, ni está de acuerdo ni en desacuerdo. Esto se debe, a que la media obtenida en el cuestionario que cumplimentaron los estudiantes que desarrollaron su aprendizaje con la tecnología educativa de la Realidad Aumentada, que corresponde con un valor de 4,054 es superior a la media del grupo control, que tiene un valor de 3,457. Esta diferencia entre ambos grupos se refleja de forma cuantitativa es un valor de 0,597. No obstante, es importante recalcar que ambos grupos han experimentado la motivación durante el proceso de enseñanza pues los resultados de sus medias son altas.

A tenor de los resultados obtenidos, se aprecian diferencias entre las medias de las distintas dimensiones del cuestionario IMMS en relación con el grupo experimental y grupo control. En este sentido, la dimensión confianza ha obtenido un valor de la media para el grupo experimental de 4,014, lo que indica que los estudiantes están de acuerdo con los ítems que conforman esta dimensión. En el caso del grupo de control el valor de la media de esta dimensión es de 3,593, lo que se traduce en que el alumnado está ligeramente de acuerdo. La diferencia entre la confianza mostrada por los estudiantes que han trabajado la aplicación móvil ComputAR basada en Realidad Aumentada y el alumnado que ha desarrollado el aprendizaje con diapositivas ha sido de 0,421.

En cuanto a la dimensión de atención, la diferencia entre las medias de los grupos experimental y control ha supuesto un valor de 0,616. En este sentido, los estudiantes que han desarrollado su aprendizaje a través de la Realidad Aumentada han indicado estar de acuerdo con las cuestiones planteadas para este ítem, puesto que el valor de la media ha sido de 4,077 y los alumnos que han basado su entorno de aprendizaje en diapositivas están por encima de la neutralidad, es decir, no están de acuerdo ni en desacuerdo, pero tirando más al acuerdo, ya que el valor de la media corresponde a 3,461.

Por último, las dimensiones satisfacción y relevancia han obtenido una diferencia de medias de 0,578 y 0,760 respectivamente. En el caso de la satisfacción, los estudiantes del grupo experimental afirman estar de acuerdo con los ítems de esta dimensión, puesto que el valor de la media es de 4,1405. No obstante, el alumnado que ha formado parte del grupo control está ligeramente de acuerdo, puesto que el valor de la media es de 3,563. Por otro lado, la dimensión relevancia refleja el mayor distanciamiento motivacional entre ambos grupos, puesto que los estudiantes que han trabajado la Realidad Aumentada indican estar de acuerdo con las cuestiones planteadas, ya que el valor de la media es de

4,008, sin embargo, el alumnado del grupo control afirma que está muy levemente de acuerdo, pero también algo en desacuerdo, puesto que su media ha sido de 3,248.

En conclusión, todas las dimensiones del cuestionario IMMS del grupo experimental han obtenido un valor de la media por encima de 4, destacando la dimensión satisfacción que ha logrado el valor más elevado, concretamente un 4,1405. Dentro de este mismo grupo, la dimensión que ha alcanzado un valor de la media menor es la relevancia. Estos resultados indican que los estudiantes que han trabajado la Realidad Aumentada destacan estar de acuerdo con las cuestiones planteadas. Respecto al grupo de control, la dimensión confianza ha adquirido el valor de la media más elevado, que corresponde a 3,593. Al igual que ocurría en el grupo experimental, la dimensión relevancia ha obtenido el valor de media más bajo para el grupo control. Estos datos muestran que el alumnado que ha basado su aprendizaje en diapositivas está ligeramente de acuerdo. Por otro lado, la desviación estándar de los distintos cuestionarios completo como en sus respectivas dimensiones muestran una leve variabilidad en las respuestas del alumnado en los respectivos grupos experimental y control.

Respecto a la comprobación del supuesto de normalidad de los datos, se ha realizado la prueba de Kolmogorov-Smirnov. De nuevo, se pretende contrastar la hipótesis nula, donde los datos provienen de una distribución normal o, en caso contrario, se escoge la hipótesis alternativa que indica la no proveniencia de valores de una distribución normal. En la Tabla 116 se muestran los valores obtenidos de la prueba de Kolmogorov-Smirnov para ambos grupos.

Tabla 116

Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov Diferencia medias cuestionario IMMS

	Estudio	Estadístico	gl	p
IMMS	Control	,064	162	,099
	Experimental	,157	159	,000
Confianza	Control	,116	162	,000
	Experimental	,091	159	,000
Atención	Control	,061	162	,200
	Experimental	,145	159	,000
Satisfacción	Control	,091	162	,002
	Experimental	,142	159	,000
Relevancia	Control	,092	162	,002
	Experimental	,130	159	,000

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos reflejan unos niveles de significación generalmente para inferiores al nivel de significancia tomado ,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis en la cual se establece que las calificaciones siguen una distribución normal y, por consiguiente, se escoge la hipótesis alternativa que señala que los datos no se comportan bajo el supuesto de normalidad. Sin embargo, el cuestionario IMMS para el grupo control ha obtenido un valor de significancia de ,099 por lo que aceptamos la hipótesis nula. De esta manera, los datos de este grupo control siguen una distribución normal. Asimismo, la dimensión atención para este cuestionario es la única que obtiene un valor de significancia superior a ,05, concretamente un ,200. Por tanto, los datos de esta dimensión que corresponde al cuestionario IMMS del grupo control, siguen una distribución normal. Estas consideraciones son muy importantes tenerlas en cuenta cuando se haga el correspondiente contraste de hipótesis.

Para agudizar más el análisis de los datos obtenidos respecto a los cuestionarios IMMS de ambos grupos, se plasma en la Tabla 117 las valoraciones medias y desviaciones estándar para cada uno de los ítems de dichos instrumentos. De esa forma, se puede hacer una comparativa más exhaustiva entre ambos grupos, observando quien ha alcanzado una mayor o menor valoración.

Tabla 117

Medias y desviaciones típicas de los ítems n el instrumento IMMS (grupo control-experimental)

Ítem	Estudio	Media	Desviación estándar	Diferencia de medias
1	Control	3,531	0,9534	0,199
	Experimental	3,730	0,9049	
2	Control	3,290	0,9033	0,653
	Experimental	3,943	0,8132	
3	Control	3,611	1,2120	0,351
	Experimental	3,962	0,8922	
4	Control	3,216	1,1351	0,683
	Experimental	3,899	0,8656	
5	Control	3,352	1,1977	0,654
	Experimental	4,006	0,9036	
6	Control	3,420	1,0499	0,423
	Experimental	3,843	0,7508	
7	Control	3,272	1,2108	0,313
	Experimental	3,585	1,0750	
8	Control	3,914	1,2727	0,281
	Experimental	4,195	0,7994	
9	Control	3,401	1,1227	0,322
	Experimental	3,723	0,9673	
10	Control	3,494	1,1488	0,607
	Experimental	4,101	0,7971	
11	Control	3,741	0,8955	0,511
	Experimental	4,252	0,8341	
12	Control	3,562	1,1792	0,401
	Experimental	3,962	0,8259	
13	Control	3,599	1,0775	0,508
	Experimental	4,107	0,7843	
14	Control	3,414	1,1347	0,542

	Experimental	3,956	0,9436	
15	Control	3,500	1,0046	0,349
	Experimental	3,849	0,7810	
16	Control	3,475	1,1045	0,355
	Experimental	3,830	0,9292	
17	Control	3,426	0,9640	0,499
	Experimental	3,925	0,8233	
18	Control	2,957	1,1220	0,792
	Experimental	3,748	0,9138	
19	Control	3,099	1,1486	0,750
	Experimental	3,849	0,9153	
20	Control	3,321	1,0071	0,622
	Experimental	3,943	0,8438	
21	Control	3,377	1,0216	0,649
	Experimental	4,025	0,8264	
22	Control	3,105	1,0898	0,599
	Experimental	3,704	0,9247	
23	Control	3,364	1,1076	0,850
	Experimental	4,214	0,7148	
24	Control	3,383	0,5698	0,837
	Experimental	4,220	0,8007	
25	Control	3,259	1,0952	1,030
	Experimental	4,289	0,7057	
26	Control	2,988	0,8704	1,239
	Experimental	4,226	0,8414	
27	Control	3,309	1,0232	0,943
	Experimental	4,252	0,7873	
28	Control	3,549	0,9720	0,715
	Experimental	4,264	0,8378	
29	Control	3,420	1,1460	1,046
	Experimental	4,465	0,7777	
30	Control	3,012	1,0395	1,139
	Experimental	4,151	0,9222	

31	Control	3,321	1,1237	0,874
	Experimental	4,195	0,8677	
32	Control	3,716	0,9998	0,586
	Experimental	4,302	0,7693	
33	Control	3,117	1,2968	1,115
	Experimental	4,233	0,7811	
34	Control	3,901	0,8791	0,583
	Experimental	4,484	0,7013	
35	Control	4,852	0,3563	-0,632
	Experimental	4,220	0,8007	
36	Control	4,210	0,8520	0,092
	Experimental	4,302	0,6537	

Fuente: Elaboración Propia

En general para el grupo control se muestran unas valoraciones que indican que los estudiantes están ligeramente de acuerdo, puesto que todos los valores de las medias están por encima de 3. No obstante destacan varios ítems que sus medias no han alcanzado este valor. En este sentido, el ítem 18, denominado “Había explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento de esta lección” y el ítem 26, que corresponde a “Esta lección no era relevante para mis necesidades porque ya sabía la mayor parte del contenido”, han obtenido unos valores de media de 2,957 y de 2,988 respectivamente, por lo que los estudiantes afirman no estar de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo. Sin embargo, hay varios ítems que sus medias han alcanzado valores superiores a 4. En este caso, el ítem 35, referente a “La buena organización del material (imágenes, textos, ...) me ayudó a estar seguro de que aprendería el contenido” y el ítem 36, que corresponde a “Fue un placer trabajar esta lección tan bien diseñada”, han obtenidos unos valores de media de 4,852 y de 4,210 respectivamente, por lo tanto, los estudiantes están casi totalmente de acuerdo con estas afirmaciones.

Para el grupo experimental en general se aprecian unas valoraciones que hacen afirmar a los estudiantes estar de acuerdo con los ítems, puesto que la mayoría de los valores de las medias son muy cercanos o superiores a 4. No obstante, es necesario resaltar casi la mitad de los ítems, sus medias no han alcanzado este valor, aunque es cierto que están muy próximos. En este caso, se destacan los ítems que han obtenidos unos valores

de media inferiores a 3,8. Así los ítems 1, 7, 9, 18 y 22, que corresponden a “Cuando vi por primera vez la lección, tuve la impresión de que sería fácil para mí”, “La aplicación móvil ComputAR tenía tanta información que era difícil recordar los puntos importantes”, “Hubo imágenes y textos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas”, “Había explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento de esta lección” y “La cantidad de repeticiones en la aplicación móvil ComputAR me aburría a veces” respectivamente, han sido valorados como ligeramente de acuerdo por los estudiantes de este grupo. Además, el ítem 7, referente a “La aplicación móvil ComputAR tenía tanta información que era difícil recordar los puntos importantes” ha obtenido el valor de media más bajo, concretamente un 3,585. Sin embargo, hay varios ítems que han destacado por obtener el valor de sus medias más elevadas, estos ítems son el 29 y 34, referentes a “El contenido de la aplicación móvil ComputAR es aburrido” y “Realmente no pude entender mucho del contenido de la aplicación móvil ComputAR en esta lección”. El valor de las medias de estos ítems ha sido de 4,465 y 4,484, siendo este último el valor de media más elevado de todo el cuestionario. Por lo tanto, el alumnado ha recalcado que está casi totalmente de acuerdo con estas afirmaciones.

6.2.3.2 Análisis de la homogeneidad de la varianza

A continuación, se comprueba el supuesto de homocedasticidad, y para ello, se aplica el test de Levene que permite contrastar la bondad de ajuste respecto a la homogeneidad de la varianza en los cuestionarios IMMS en ambos grupos.

Este test permite rechazar la hipótesis nula de igualdad de varianzas si el valor p es igual o inferior a ,05 en las variables analizadas o mantener el supuesto de igualdad de varianzas si el p es superior a ,05 en dichas variables. A continuación, en la Tabla 118 se muestran los valores obtenidos del test de Levene para ambos grupos en las respuestas obtenidas de los cuestionarios IMMS.

Tabla 118

Test de homogeneidad de la varianza de Levene para la motivación (IMMS) entre los grupos experimental y control

	Levene	p
IMMS	5,677	,018
Confianza	12,368	,001
Atención	3,467	,064
Satisfacción	8,649	,004
Relevancia	15,920	,000

Fuente: Elaboración Propia

A tenor de los resultados de la prueba de homogeneidad de la varianza mediante la prueba de Levene para la motivación, se observa un valor de significancia por debajo de ,05 en todos los casos excepto en la dimensión atención. Esto indica que el cuestionario completo y las dimensiones confianza, satisfacción y relevancia son significativas, lo que indica que los grupos experimental y control son diferentes entre ellos. Sin embargo, la dimensión atención no es significativa, por lo que, presenta homogeneidad en las varianzas.

6.2.3.3 Aplicación de los contrastes de hipótesis

A partir de este estudio descriptivo se realiza el análisis de los distintos contrastes de hipótesis planteados en referencia a los cuestionarios IMMS en los distintos grupos (experimental y control).

El primer paso es realizar la comprobación del supuesto de igualdad de medias entre ambos grupos. Como los datos no siguen una distribución normal salvo en el cuestionario IMMS y dimensión atención para el grupo control, se utilizan pruebas no paramétricas. En el caso de las pruebas no paramétricas, se realiza la U de Mann Whitney, ya que se trata de dos grupos independientes. Dicha prueba posibilita contrastar la hipótesis nula de que existen diferencias significativas entre las medias del grupo control y experimental si el nivel de significancia obtenido es inferior a ,05. En caso contrario, se toma la hipótesis alternativa que indica que no existen diferencias significativas entre las medias de ambos grupos.

No obstante, en la Tabla 119 se muestran los datos obtenidos al realizar la prueba de U de Mann-Whitney en base al cuestionario IMMS completo y las dimensiones confianza, atención, satisfacción y relevancia.

Tabla 119

Test de U de Mann-Whitney para la motivación en ambos grupos

	Z	U	p	r	Potencia
IMMS	-11,075	3674,00	,000	,6181	100%
Confianza	-6,782	7254,50	,000	,3785	99,99%
Atención	-10,272	4349,00	,000	,5733	100%
Satisfacción	-8,157	6121,00	,000	,4553	100%
Relevancia	-10,667	4024,00	,000	,5954	100%

Fuente: Elaboración Propia

A expensas de los datos obtenidos en los grupos control y experimental después de la aplicación de la Realidad Aumentada en el grupo experimental como herramienta de aprendizaje, se puede afirmar que dichos grupos presentan diferencias significativas, puesto que el valor de significancia es inferior a 0,05, concretamente 0,000. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula sobre la igualdad de los valores de medias, y se toma la hipótesis alternativa que indica la desigualdad de los valores de medias. Estas afirmaciones son válidas tanto para el cuestionario al completo como para las dimensiones confianza, atención, satisfacción y relevancia. Por otro lado, el valor del tamaño del efecto establece que la magnitud diferencia de calificaciones entre grupo control y experimental es grande si es superior a ,5 y este caso es un ,6181, por lo que dicho es alto. Algo similar ocurre para las dimensiones atención y relevancia, donde su valor del tamaño del efecto es ,5733 y ,5954 respectivamente. Sin embargo, las dimensiones confianza y satisfacción no llegan al mediano, puesto que son ,3785 y ,4553 respectivamente, lo que se traduce que el tamaño de su efecto es mediano. Por último, el valor de la potencia de la prueba aplicada es muy elevado en todos los casos, ya que son valores cercanos o iguales al 100%. En definitiva, los resultados confirman que existen diferencias muy significativas en la motivación, más concretamente en las dimensiones confianza, atención, satisfacción y relevancia entre los estudiantes que han utilizado la Realidad Aumentada como tecnología educativa y los que no.

Para el cuestionario IMMS global y para la dimensión atención, se realiza la prueba paramétrica T de Student para igualdad de medias, donde se conoce el valor t, el grado de libertad (gl) y el valor p (significancia bilateral), ya que presentan sus datos del grupo control presentan una distribución normal. Esta prueba posibilita contrastar la hipótesis nula de que existen diferencias significativas entre las medias del grupo control y experimental si el nivel de significancia obtenido es inferior a ,05. Por el contrario, se adopta la hipótesis alternativa que indica que no existen diferencias significativas entre las medias de ambos grupos.

A continuación, se refleja en la Tabla 120 los datos obtenidos al realizar la prueba de T de Student para el cuestionario IMMS global y para la dimensión atención en ambos grupos.

Tabla 120

Test de T de Student para la dimensión atención en ambos grupos

	t	gl	p	d	Potencia
IMMS	12,927	319	,000	,6013	100%
Atención	11,468	319	,000	,6469	100%

Fuente: Elaboración Propia

De nuevo se puede afirmar que dichos grupos presentan una diferencia significativa en el cuestionario IMMS global y en la dimensión atención, puesto que el valor de significancia es inferior a 0,05, concretamente 0,000. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula sobre la igualdad de los valores de medias, y se toma la hipótesis alternativa que indica la desigualdad de los valores de medias. Por otro lado, el valor del tamaño del efecto para IMMS y para la dimensión atención establece que la magnitud diferencia de calificaciones entre grupo control y experimental es mediano si vale ,5 y este caso es un ,6013 y un 0,6469 respectivamente, por lo que al superar dicho valor se sitúan entre media y alto. Por último, el valor de la potencia de la prueba aplicada es muy elevado ya es un 100% para ambos casos. En suma, los resultados confirman la existencia de una diferencia significativa en el cuestionario IMMS global y en la dimensión atención entre los estudiantes del grupo experimental y el grupo control.

6.2.4 Género: Análisis estadístico básico del grupo experimental y aplicación de los contrastes de hipótesis.

En este apartado, se muestran los estadísticos descriptivos del género en base a la motivación de los estudiantes del grupo experimental, así como la realización de los controles de normalidad pertinentes para la aplicación de pruebas paramétricas o no, de cara al análisis de los contrastes de hipótesis.

6.2.4.1 Análisis estadístico básico y controles de normalidad

En este procedimiento se realiza un contraste de las diferencias registradas entre el género de los estudiantes en base a la motivación mostrada en el cuestionario IMMS. Para ello, se plasma en la Tabla 121 los resultados en función de los estadísticos básicos, concretamente, las medidas de tendencia central para cada grupo.

Tabla 121

Estadísticos descriptivos de la motivación según el género de los estudiantes (grupo experimental)

	Género	N	Media	Mediana	Desviación típica
IMMS	Hombre	106	4,0312	4,1389	0,4154
	Mujer	53	4,1006	4,1944	0,3555
Confianza	Hombre	106	3,9853	4,0000	0,4572
	Mujer	53	4,0713	4,1111	0,4209
Atención	Hombre	106	4,0480	4,1667	0,4560
	Mujer	53	4,1336	4,2500	0,4766
Satisfacción	Hombre	106	4,1069	4,1667	0,5517
	Mujer	53	4,2075	4,3333	0,4444
Relevancia	Hombre	106	3,9776	4,0000	0,4939
	Mujer	53	3,9835	4,0000	0,4365

Fuente: Elaboración Propia

Los valores de medias y medianas en las alumnas son más elevados que en los alumnos tanto en el cuestionario global como en las distintas dimensiones (confianza, atención, satisfacción, relevancia), lo que a priori hace indicar que las mujeres presentan un nivel de motivación superior a los hombres. De esta manera, las mujeres han

experimentado una mayor motivación por la implementación de la Realidad Aumentada que los hombres. Por otro lado, los resultados obtenidos en el cuestionario de motivación en el grupo experimental muestran unos niveles altos de motivación tanto en hombres como en mujeres ya que han afirmado que están de acuerdo con las cuestiones planteadas, por lo que el trabajo con la aplicación móvil ComputAR ha sido muy positivo.

En cuanto a la comprobación del supuesto de normalidad de los datos, se ha llevado a cabo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba permite contrastar la hipótesis nula, donde los datos provienen de una distribución normal o, en caso contrario, se escoge la hipótesis alternativa que indica la no proveniencia de valores de una distribución normal. A continuación, en la Tabla 122 se muestran los valores obtenidos de la prueba de Kolmogorov-Smirnov para ambos hombres y mujeres.

Tabla 122

Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov Motivación según género (grupo experimental)

	Género	Estadístico	gl	p
IMMS	Hombre	,168	106	,000
	Mujer	,165	53	,001
Confianza	Hombre	,088	106	,041
	Mujer	,123	53	,045
Atención	Hombre	,175	106	,000
	Mujer	,117	53	,068
Satisfacción	Hombre	,150	106	,000
	Mujer	,121	53	,052
Relevancia	Hombre	,125	106	,000
	Mujer	,119	53	,059

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos reflejan unos niveles de significación para hombres y mujeres inferiores al nivel de significancia tomado ,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis en la cual se establece que los datos del cuestionario IMMS y las distintas dimensiones en función del género siguen una distribución normal y, por consiguiente, se escoge la hipótesis alternativa que señala que los datos no se comportan bajo el supuesto de normalidad. Sin embargo, en las dimensiones atención, satisfacción y

relevancia el nivel de significancia para mujeres es superior ,05 siendo aceptada la hipótesis nula y, por lo tanto, estos datos siguen una distribución normal.

6.2.4.2 *Análisis de la homogeneidad de la varianza*

A continuación, se comprueba el supuesto de homocedasticidad, y para ello, se aplica el test de Levene que permite contrastar la bondad de ajuste respecto a la homogeneidad de la varianza en el cuestionario IMMS para el grupo experimental.

Este test permite rechazar la hipótesis nula de igualdad de varianzas si el valor p es igual o inferior a ,05 en las variables analizadas o mantener el supuesto de igualdad de varianzas si el p es superior a ,05 en dichas variables. A continuación, en la Tabla 123 se muestran los valores obtenidos del test de Levene para el grupo experimental en las respuestas obtenidas de los cuestionarios IMMS.

Tabla 123

Test de homogeneidad de la varianza de Levene para la motivación (IMMS) según el género (grupo experimental)

	Levene	p
IMMS	0,538	,464
Confianza	0,124	,725
Atención	0,546	,461
Satisfacción	2,475	,118
Relevancia	0,738	,391

Fuente: Elaboración Propia

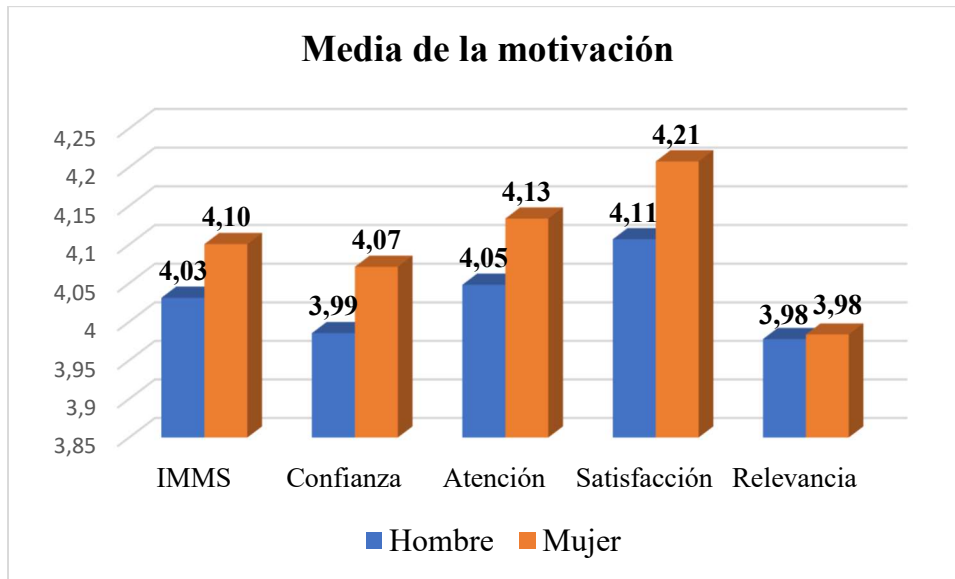
A tenor de los resultados de la prueba de homogeneidad de la varianza mediante la prueba de Levene para la motivación, se observa un valor de significancia por encima de ,05 en todos los casos. Esto indica que el cuestionario completo y las distintas dimensiones son significativas, lo que hace que los hombres y mujeres del grupo experimental muestren diferencias entre ellos. Por tanto, presenta homogeneidad en las varianzas.

6.2.4.3 *Aplicación de los contrastes de hipótesis*

Antes de realizar el análisis estadístico, se muestran en la Figura 57 las diferencias de las medias obtenidos en el cuestionario IMMS y en las distintas dimensiones según el género de los estudiantes del grupo experimental.

Figura 57

Diferencias de medias de la motivación según género (grupo experimental)



Fuente: Elaboración Propia

En base a los resultados se puede afirmar que la Realidad Aumentada tienen un efecto sobre los estudiantes que han formado parte de esta investigación, puesto que en todos los casos se ha afirmado estar de acuerdo con las cuestiones planteadas. Estos datos son confirmados mediante la realización de una serie de contrastes de hipótesis en base a las medias para hombres y mujeres del grupo experimental.

El primer paso es realizar la comprobación del supuesto de igualdad de medias entre ambos grupos. Dado que algunos datos de las dimensiones atención, satisfacción y relevancia para mujeres presentan una distribución normal, se usarán pruebas paramétricas, concretamente, la T de Student para muestras independientes. Por el contrario, los datos del cuestionario IMMS global y de la dimensión confianza no siguen una distribución normal, se utilizan pruebas no paramétricas, en este caso, la U de Mann Whitney, ya que se trata de dos grupos independientes (hombres y mujeres). Estas pruebas permiten contrastar las hipótesis nulas de que existen diferencias significativas entre las medias de los alumnos y alumnas si el nivel de significancia obtenido es inferior a ,05. En caso contrario, se toman las hipótesis alternativas que indican la no existencia de diferencias significativas entre las medias de hombres y mujeres.

En la Tabla 124 se muestran los datos obtenidos al realizar la prueba de U de Mann-Whitney en base al cuestionario IMMS completo y las dimensiones confianza,

atención, satisfacción y relevancia según el género de los estudiantes del grupo experimental.

Tabla 124

Test de U de Mann-Whitney para la motivación según el género (grupo experimental)

	Z	U	p	r	Potencia
IMMS	-0,869	2571,50	,385	,0689	17,25%
Confianza	-1,001	2536,00	,317	,0793	19,96%
Atención	-1,347	2441,50	,178	,1068	18,71%
Satisfacción	-0,780	2597,00	,436	,0618	20,10%
Relevancia	-0,011	2806,00	,991	,0008	5,06%

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de los datos referentes a la motivación que presentan los alumnos y alumnas en el grupo experimental una vez que se ha aplicado la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje, indica que dichos grupos no presentan diferencias significativas según el género, puesto que el valor de significancia es superior a ,05 tanto en el cuestionario IMMS como en las distintas dimensiones. Por tanto, se acepta la hipótesis nula sobre la igualdad de los valores de medias. Por otro lado, el valor del tamaño del efecto establece que la motivación mostrada entre alumnos y alumnas es muy pequeña ya que todos los valores están por debajo de ,1 excepto la dimensión atención. Por último, el valor de la potencia de la prueba tanto en el cuestionario completo como en las dimensiones confianza, atención y relevancia muestra unos niveles muy bajos y en la dimensión satisfacción un nivel bajo al estar por encima del 20%. En suma, los resultados confirman que los hombres y mujeres que forman parte del grupo experimental no muestran diferencias significativas en la motivación desarrollada en base a su género.

Por otro lado, se refleja en la Tabla 125 los datos obtenidos al realizar la prueba de T de Student para las dimensiones atención, satisfacción y relevancia en el grupo experimental.

Tabla 125

Test de T de Student para la motivación según el género (grupo experimental)

	t	gl	p	d	Potencia
Atención	-1,100	157	,273	,1848	18,71%
Satisfacción	-1,153	157	,251	,1938	20,10%
Relevancia	-0,074	157	,941	,0124	5,06%

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados confirman que las dimensiones atención, satisfacción y relevancia no presentan una diferencia significativa según el género de los estudiantes. Esta afirmación realiza los contrastes de hipótesis realizadas con pruebas no paramétricas para estas mismas dimensiones, ya que constatan los datos anteriores. En este sentido, se acepta la hipótesis nula al obtener unos valores de significancia superiores a ,05. Por otro lado, el valor del tamaño del efecto y la potencia de la prueba son similares a los resultados obtenidos con anterioridad, donde se presentan valores bajos. En suma, los resultados confirman la no existencia de una diferencia significativa en las dimensiones analizadas según el género de los estudiantes del grupo experimental.

6.2.5 Experiencia previa uso de TIC: Análisis estadístico básico del grupo experimental y aplicación de los contrastes de hipótesis.

En este apartado, se muestran los estadísticos descriptivos de la experiencia previa en el uso de las TIC en base a la motivación de los estudiantes del grupo experimental, así como la realización de los controles de normalidad pertinentes para la aplicación de pruebas paramétricas o no, de cara al análisis de los contrastes de hipótesis.

6.2.5.1 Análisis estadístico básico y controles de normalidad

En este procedimiento se realiza un contraste de las diferencias registradas entre la experiencia previa en el uso de TIC en los estudiantes en base a la motivación mostrada en el cuestionario IMMS. Para ello, se plasma en la Tabla 126 los resultados en función de los estadísticos básicos, concretamente, las medidas de tendencia central para cada grupo.

Tabla 126

Estadísticos descriptivos de la motivación según la experiencia previa en TIC de los estudiantes (grupo experimental)

	Experiencia previa TIC	N	Media	Mediana	Desviación típica
IMMS	Si	38	3,9744	4,0000	0,3484
	No	121	4,0794	4,1944	0,4088
Confianza	Si	38	3,8480	3,8889	0,3938
	No	121	4,0661	4,1111	0,4501
Atención	Si	38	4,0482	4,1250	0,4596
	No	121	4,0854	4,1667	0,4659
Satisfacción	Si	38	4,1184	4,1667	0,4728
	No	121	4,1474	4,3333	0,5345
Relevancia	Si	38	3,8882	3,9375	0,4046
	No	121	4,0083	4,1250	0,4921

Fuente: Elaboración Propia

Los valores de medias y medianas en los estudiantes que no tenían experiencia previa en el uso de las TIC son más elevados que los estudiantes que sí tenían, tanto en el cuestionario global como en las distintas dimensiones (confianza, atención, satisfacción, relevancia), lo que a priori hace indicar que los estudiantes que no tenían experiencia previa en el uso de TIC presentan un nivel de motivación superior a los que sí. De esta manera, los estudiantes que no habían utilizado las TIC han experimentado una mayor motivación por la implementación de la Realidad Aumentada que los estudiantes que sí había usado las TIC. Por otro lado, los resultados obtenidos en el cuestionario de motivación en el grupo experimental muestran unos niveles altos de motivación en todos los estudiantes, hubiesen usado o no las TIC previamente, ya que han afirmado que están de acuerdo con las cuestiones planteadas, por lo que el trabajo con la aplicación móvil ComputAR ha sido muy positivo.

En cuanto a la comprobación del supuesto de normalidad de los datos, se ha llevado a cabo con la prueba de Shapiro-Wilk para el grupo de estudiantes que tenían experiencia previa en el uso de TIC y la prueba de Kolmogorov-Smirnov para el grupo de estudiantes que no tenían experiencia previa. Esto se debe a que el grupo que tenía

experiencia previa en TIC eran únicamente 38 estudiantes. Estas pruebas permiten contrastar las hipótesis nulas, donde los datos provienen de una distribución normal o, en caso contrario, se escogen las hipótesis alternativas que indican la no proveniencia de valores de una distribución normal. A continuación, en la Tabla 127 se muestran los valores obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov para estudiantes que tenían experiencia previa en las TIC y los alumnos que no.

Tabla 127

Test de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov Motivación según experiencia previa TIC (grupo experimental)

	Experiencia previa TIC	Estadístico	gl	p
IMMS	Si	,886	38	,001
	No	,186	121	,000
Confianza	Si	,972	38	,449
	No	,094	121	,011
Atención	Si	,929	38	,019
	No	,151	121	,000
Satisfacción	Si	,912	38	,006
	No	,148	121	,000
Relevancia	Si	,941	38	,044
	No	,123	121	,001

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos reflejan unos niveles de significación para los estudiantes que tenían o no experiencia previa en el uso de TIC inferiores al nivel de significancia tomado ,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis en la cual se establece que los datos del cuestionario IMMS y las distintas dimensiones en función de la experiencia previa en el uso de TIC siguen una distribución normal y, por consiguiente, se escoge la hipótesis alternativa que señala que los datos no se comportan bajo el supuesto de normalidad. Sin embargo, en la dimensión confianza el nivel de significancia para los estudiantes que si tenían experiencia previa es superior ,05 siendo aceptada la hipótesis nula y, por lo tanto, estos datos siguen una distribución normal.

6.2.5.2 Análisis de la homogeneidad de la varianza

A continuación, se comprueba el supuesto de homocedasticidad, y para ello, se aplica el test de Levene que permite contrastar la bondad de ajuste respecto a la homogeneidad de la varianza en el cuestionario IMMS para el grupo experimental.

Este test permite rechazar la hipótesis nula de igualdad de varianzas si el valor p es igual o inferior a ,05 en las variables analizadas o mantener el supuesto de igualdad de varianzas si el p es superior a ,05 en dichas variables. A continuación, en la Tabla 128 se muestran los valores obtenidos del test de Levene para el grupo experimental en las respuestas obtenidas de los cuestionarios IMMS.

Tabla 128

Test de homogeneidad de la varianza de Levene para la motivación (IMMS) según la experiencia previa en el uso de TIC (grupo experimental)

	Levene	p
IMMS	0,247	,620
Confianza	0,386	,535
Atención	0,026	,872
Satisfacción	1,205	,274
Relevancia	1,494	,223

Fuente: Elaboración Propia

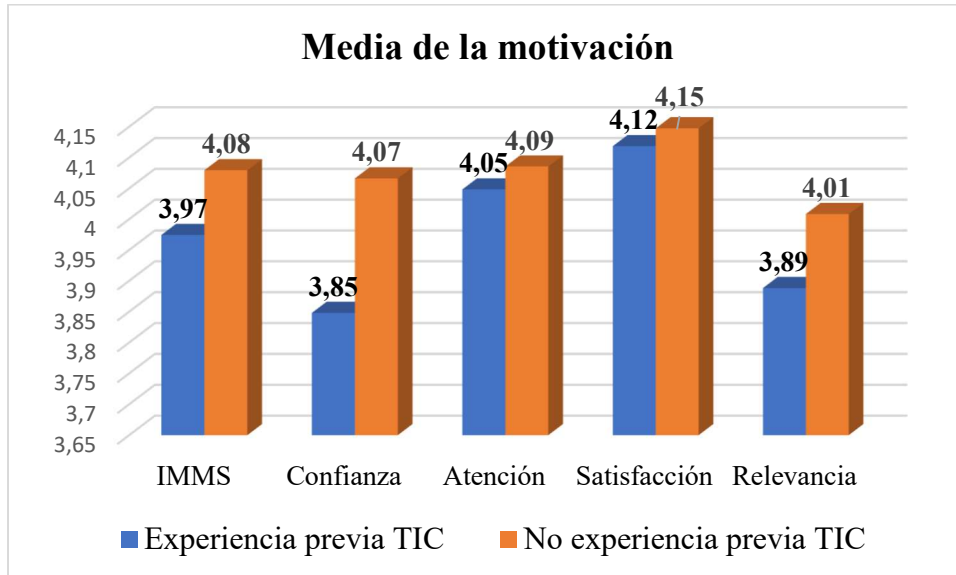
A tenor de los resultados de la prueba de homogeneidad de la varianza mediante la prueba de Levene para la motivación, se observa un valor de significancia por encima de ,05 en todos los casos. Esto indica que el cuestionario completo y las distintas dimensiones son significativas, lo que hace que la experiencia previa en el uso de TIC de los estudiantes del grupo experimental muestre diferencias entre ellos. Por tanto, presenta homogeneidad en las varianzas.

6.2.4.3 Aplicación de los contrastes de hipótesis

Antes de realizar el análisis estadístico, se muestran en la Figura 58 las diferencias de las medias obtenidos en el cuestionario IMMS y en las distintas dimensiones según la experiencia previa en el uso de TIC de los estudiantes del grupo experimental.

Figura 58

Diferencias de medias de la motivación según experiencia previa en TIC (grupo experimental)



Fuente: Elaboración Propia

En base a los resultados se puede afirmar que la Realidad Aumentada tienen un efecto sobre los estudiantes que han formado parte de esta investigación, puesto que en todos los casos se ha afirmado estar de acuerdo con las cuestiones planteadas. Los casos más bajos son para las dimensiones confianza y relevancia, donde los estudiantes que si tenían experiencia previa usando las TIC han afirmado estar ligeramente de acuerdo. Estos datos son confirmados mediante la realización de una serie de contrastes de hipótesis en base a las medias para los estudiantes que si han usado previamente las TIC y los que no en el grupo experimental.

El primer paso es realizar la comprobación del supuesto de igualdad de medias entre ambos grupos. Dado que los datos de los estudiantes que tenían experiencia previa en el uso de las TIC para la dimensión confianza presentan una distribución normal, se usa la prueba paramétrica, concretamente, la T de Student para muestras independientes. Por el contrario, como el resto de los datos del cuestionario IMMS global y de las distintas dimensiones no siguen una distribución normal, se utilizan pruebas no paramétricas, en este caso, la U de Mann Whitney, ya que se trata de dos grupos independientes. Estas pruebas permiten contrastar las hipótesis nulas de que existen diferencias significativas entre los estudiantes que, si han usado previamente las TIC y los que no, si el nivel de significancia obtenido es inferior a ,05. En caso contrario, se toman las hipótesis

alternativas que indican la no existencia de diferencias significativas entre las medias de dichos estudiantes analizados.

En la Tabla 129 se muestran los datos obtenidos al realizar la prueba de U de Mann-Whitney en base al cuestionario IMMS completo y las dimensiones confianza, atención, satisfacción y relevancia según la experiencia previa en el uso de las TIC de los estudiantes del grupo experimental.

Tabla 129

Test de U de Mann-Whitney para la motivación según la experiencia previa en TIC (grupo experimental)

	Z	U	p	r	Potencia
IMMS	-2,086	1783,00	,037	,1654	28,21%
Confianza	-2,916	1579,50	,004	,2313	72,35%
Atención	-1,068	2035,50	,286	,0847	7,50%
Satisfacción	-0,746	2115,50	,456	,0592	6,20%
Relevancia	-1,635	1896,00	,102	,1297	30,95%

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de los datos referentes a la motivación que presentan los estudiantes que han usado previamente las TIC y los que no, en el grupo experimental una vez que se ha aplicado la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje, indican que presentan unas diferencias significativas según la experiencia previa en el uso de las TIC tanto en el cuestionario IMMS global y como en la dimensión confianza. Por lo que, se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que no hay igualdad en los valores de las medias. En este sentido, el valor del tamaño del efecto entre estos grupos de estudiantes es moderado tanto en el cuestionario IMMS como en la dimensión confianza puesto que sus valores están comprendidos entre ,1 y ,3. Además, la potencia de la prueba se considera ligeramente baja en el caso del IMMS completa y alta para la dimensión confianza, puesto que está cercana al 80%, concretamente un 72,35%.

Por otro lado, los datos analizados para las dimensiones atención, satisfacción y relevancia no presentan diferencias significativas en función de los estudiantes que han experimentado previamente con las TIC y los que no, puesto que el valor de significancia es superior a ,05. Por tanto, se acepta la hipótesis nula sobre la igualdad de los valores de

medias. De esta forma, el valor del tamaño del efecto establece que la motivación mostrada entre estos grupos de estudiantes es muy pequeña para las dimensiones atención y satisfacción, ya que todos los valores están por debajo de ,1 y relativamente moderada para la dimensión relevancia. Por último, el valor de la potencia de la prueba para las dimensiones atención y satisfacción son muy bajos, y para la dimensión relevancia muestra un nivel ligeramente bajo.

En suma, los resultados confirman que tanto el cuestionario IMMS global como la dimensión confianza si muestran diferencias significativas relativamente altas entre los estudiantes que tienen experiencia previa en el uso de las TIC y los que no. No obstante, para las dimensiones atención, satisfacción y relevancia estas diferencias no son significativas entre estos grupos como se ha podido comprobar.

Por otro parte, se refleja en la Tabla 130 los datos obtenidos al realizar la prueba de T de Student para la dimensión confianza según la experiencia previa en TIC de los estudiantes del grupo experimental.

Tabla 130

Test de T de Student para la motivación según el género (grupo experimental)

	t	gl	p	d	Potencia
Confianza	-2,682	157	,008	,4890	72,35%

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados confirman que la dimensión confianza presenta una diferencia significativa según la experiencia previa en el uso de las TIC de los estudiantes. Esta afirmación realza los contrastes de hipótesis realizadas con pruebas no paramétricas para esta misma dimensión, ya que constatan los datos anteriores. En este sentido, se rechaza la hipótesis nula al obtener unos valores de significancia inferiores a ,05. Por otro lado, el valor del tamaño del efecto y la potencia de la prueba son similares a los resultados obtenidos con anterioridad, donde se presentan valores relativamente altos. En suma, los resultados confirman la existencia de una diferencia significativa en la dimensión confianza según la experiencia previa en el uso de las TIC de los estudiantes del grupo experimental.

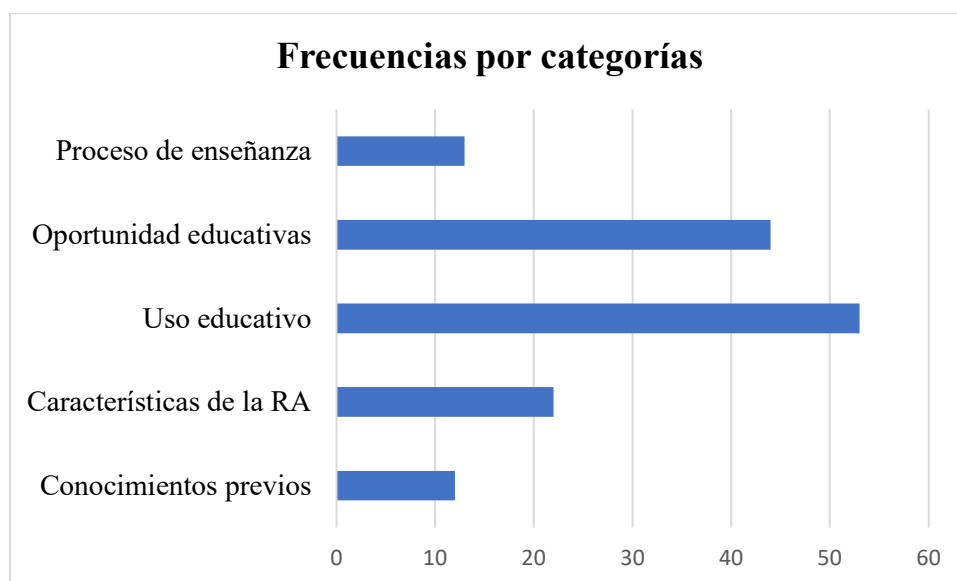
6.3. Resultados del estudio cualitativo de diseño investigación-acción a través de entrevistas semi-estructuradas

En este tercer estudio, se analizan los datos recogidos de las entrevistas semi-estructuradas, instrumento que consta de 11 cuestiones pretenden dar respuesta a las percepciones que presentan los estudiantes ante el uso de la RA como herramienta de enseñanza en el aula. Este instrumento queda dividido en 5 categorías generales: conocimientos previos, características de la Realidad Aumentada, uso educativo, oportunidades educativas y proceso de enseñanza.

En la Figura 59, se observa la frecuencia con la que los entrevistados se han referido a los distintos aspectos relacionados con las correspondientes categorías.

Figura 59

Frecuencias de las categorías obtenidas en las entrevistas



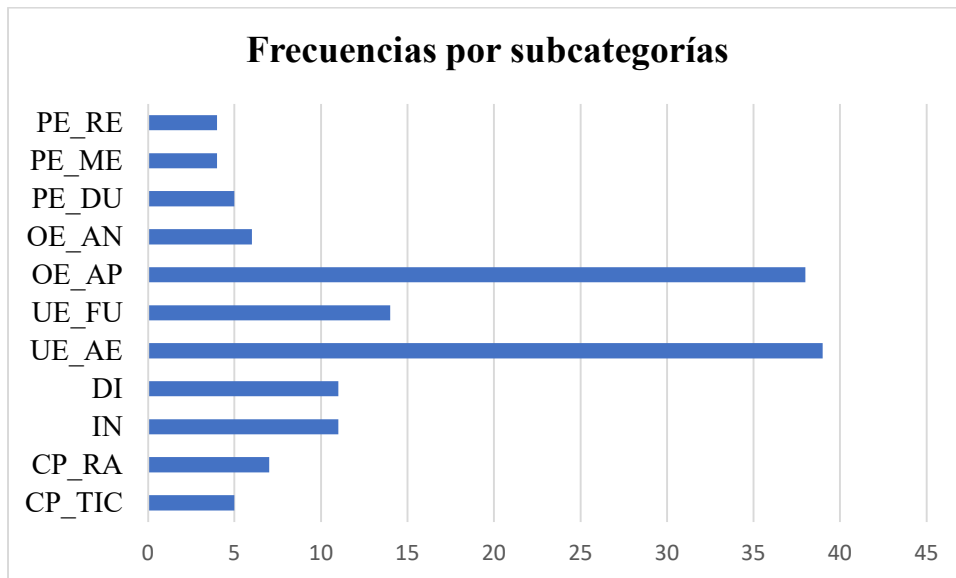
Fuente: Elaboración Propia

A tenor de los resultados, se observa que la categoría con más referencias es “Uso educativo” con un total de 53, seguida muy de cerca de la categoría “Oportunidades educativas” con 44 indicaciones. Con bastantes menos referencias, concretamente 22, aparece la categoría “Características de la Realidad Aumentada” y por último se muestran las categorías “Proceso de enseñanza” y “Conocimientos previos” con 13 y 12 referencias respectivamente.

Las categorías anteriormente citadas se dividen en las correspondientes subcategorías, de tal forma que la frecuencia de sus referencias queda como se muestra en la Figura 60.

Figura 60

Frecuencias de las subcategorías obtenidas en las entrevistas



Fuente: Elaboración Propia

Las subcategorías más citadas por los estudiantes son la de *aplicación educativa* dentro de “Uso educativo” con 39 referencias y los *aspectos positivos* dentro de “Oportunidades educativas” con 38 indicaciones. A gran distancia aparecen las subcategorías *facilidad de uso* ubicada dentro de “Uso educativo” con 14 citaciones, y las subcategorías *innovación* y *diversión* dentro de “Características de la Realidad Aumentada” con 11 referencias ambas. Por otro lado, las subcategorías que obtienen menos referencias son los *aspectos negativos* agrupada en “Oportunidades educativas” con 6 referencias, los *conocimientos previos sobre las TIC* dentro de “Conocimientos previos” con 5 citaciones y las subcategorías *duración, metodología y recursos* ubicadas en “Proceso de enseñanza” con 5 y 4 indicaciones respectivamente.

En la Tabla 131 se aportan los porcentajes para categorías y subcategorías obtenidas mediante las frecuencias anteriormente mencionadas.

Tabla 131

Porcentajes de las categorías y subcategorías obtenidas en las entrevistas

Categorías	Porcentaje categorías	Subcategorías	Porcentaje subcategorías
Conocimientos previos	8,33%	CP_TIC	3,47%
		CP_RA	4,86%
Características de la RA	15,28%	IN	7,64%
		DI	7,64%
Uso educativo	36,81%	UE_AE	27,08%
		UE_FU	9,72%
Oportunidades educativas	30,56%	OE_AP	26,39%
		OE_AN	4,17%
Proceso de enseñanza	9,03%	PE_DU	3,47%
		PE_ME	2,78%
		PE_RE	2,78%

Fuente: Elaboración Propia

Estos datos reflejan como las categorías “Uso educativo” y “Oportunidades educativas” son las más citadas con un 36,81% y 30,56% del total respectivamente. Sin embargo, las categorías menos referenciadas han sido las “Características de la RA” con un 15,28%, seguida de “Proceso de enseñanza” con un 9,03% y en último lugar aparece “Conocimientos previos” con un 8,33% del total.

En cuanto a las subcategorías, los mayores porcentajes aparecen en *aplicación educativa* situada en “Uso educativo” con un 27,08% y en *aspectos positivos* agrupada en “Oportunidades educativas” con un 26,39% del total. En un segundo plano quedan las subcategorías *facilidad de uso* ubicada en “Uso educativo” con un 9,72% y la *innovación y diversión* que corresponden a la categoría “Características de la RA” con un 7,64% del total ambas. Por último, los menores porcentajes de citas aparecen en las subcategorías *conocimientos previos sobre las TIC* agrupada en “Conocimientos previos” y *duración* con un 3,47% cada una. Esta última subcategoría junto con *metodología y recursos* que tienen un 2,78% del total ambas, están ubicadas en la categoría “Proceso de enseñanza”.

A continuación, se realiza un análisis más exhaustivo de cada categoría y subcategoría, donde se aportan los comentarios más relevantes pronunciados por los estudiantes entrevistados.

6.3.1 Análisis de la categoría: Conocimientos previos

El primer aspecto que se pretendía analizar en este estudio se basa en los conocimientos previos que tenían los estudiantes sobre el uso de las TIC en general, y de la Realidad Aumentada en particular. Aunque se han obtenido y analizado datos sobre este aspecto con otros instrumentos, era importante realizar este análisis cualitativo. En este sentido, la frecuencia y porcentaje de referencias relacionadas con la subcategoría *conocimientos previos sobre las TIC* muestran pocas citas, concretamente 5, lo que representa un 3,47% del total. No obstante, los datos sobre la categoría “Conocimientos previos” son superiores, alcanzando un total de 12 referencias, que corresponde al 8,33% del total. A continuación, se muestran algunos ejemplos de citas sobre el uso previo de las TIC:

“He participado en impresión 3D”

“He trabajado durante varios cursos con herramientas y aplicaciones digitales”

“Si, suelo hacer resúmenes de todos los temas de todas las asignaturas cuando hay un examen”

En cuanto a la subcategoría *conocimientos previos sobre la Realidad Aumentada*, el número de comentarios es sensiblemente superior con 7 referencias, lo que se traduce en un 4,86% del total. Algunas de las aportaciones de los estudiantes sobre el conocimiento previo de la RA como tecnología durante las entrevistas han sido:

“Había visto algún vídeo de cómo se utilizaba la Realidad Aumentada para la asignatura de Física”

“Si conocía la realidad aumentada y la he usado para algunos videojuegos”

“Si que la conocía, pero no la he trabajado nunca”

“Conocía la realidad aumentada, pero nunca la había visto antes aplicada como herramienta para la educación”

En definitiva, se puede afirmar que los estudiantes muestran un nivel de conocimientos previos sobre la Realidad Aumentada muy bajo, prácticamente nulo. Este

hecho viene a corroborar los resultados obtenidos con los otros instrumentos de la investigación donde se ha trabajado este aspecto.

6.3.2 Análisis de la categoría: Características de la Realidad Aumentada

La categoría “Características de la RA” aglutina las opiniones de los estudiantes entrevistados en base a la innovación y diversión que genera esta tecnología. En esta ocasión, las referencias a esta categoría han sido 22, lo que corresponde a un 15,28% del total.

En cuanto a la subcategoría *innovación*, el número de comentarios ha sido 11, que representa el 7,64% del total. A continuación, se muestran los ejemplos más relevantes:

“En la sociedad no mucha gente trabaja con la realidad aumentada a excepción de algunas empresas y los videojuegos por lo que pienso que sí es innovadora”

“Me parece que si es una herramienta innovadora que puede ayudar bastante al sistema educativo a la hora de explicar diferentes conceptos en clase de forma más dinámica y entretenida”

“Si, porque cada vez se usan más para la educación y, por ejemplo, mis padres son dentistas y cuando escanean una boca la pueden ver en realidad aumentada”

“Si, ya que me ha parecido muy rompedora porque nos ha permitido usar los dispositivos para ver imágenes en 3D”

Respecto a la subcategoría *diversión*, los datos han sido similares a la subcategoría anterior, por lo que ha tenido 11 referencias, que corresponde a un 7,64% del total. Algunos comentarios recogidos en las entrevistas han sido:

“Si, me ha hecho conocer cosas que inicialmente no me atraían mucho y a las que no le habría prestado atención y me han interesado”

“Si, ya que se sale del estereotipo de libreta y apuntes, es más dinámica y en mi opinión te facilita el hecho de ponerte a estudiar, ya que hace el temario más ameno y fácil de aprender”

“Si, porque ofrece muchas posibilidades que sacian la curiosidad y permiten explorar con libertad”

“Si, propone un modelo de educación diferente que nos hará aprender de una forma divertida”

En suma, la Realidad Aumentada a pesar de ser una tecnología educativa desconocida para los estudiantes, les ha parecido una herramienta innovadora y divertida, idónea para el proceso de enseñanza y aprendizaje a tenor de los comentarios de los entrevistados.

6.3.3 Análisis de la categoría: Uso educativo

El tercer aspecto basado en el “Uso educativo” aglutina las opiniones de los estudiantes respecto a las indicaciones al uso de Realidad Aumentada como tecnología educativa (*aplicación educativa*) y la facilidad de uso de la aplicación trabajada (*facilidad de uso*). En este asunto, las referencias a esta categoría han ascendido a 53, lo que representa un 36,81% del total.

En cuanto a los datos de las citaciones de la subcategoría *aplicación educativa*, el número de comentarios ha sido el más elevado, concretamente 39, que representa un 27,08% del total. En los siguientes comentarios extraídos de las entrevistas, se aprecia la importancia que le otorgan los estudiantes al uso de Realidad Aumentada como aplicación educativa:

“A mi parecer, resultaría una contribución muy beneficiosa para cualquier materia, ya que contribuiría a hacer más amenas las clases y variar la dinámica de enseñanza, así como percibir otros puntos de vista”

“Sí, ya que podemos entender mejor lo que estamos dando como por ejemplo en biología, si nos enseñan un corazón en realidad aumentada pues nos ayudaría a entenderlo mejor”

“Me encantaría, especialmente en asignaturas como física o dibujo técnico en las que es necesaria la visión espacial ya que hay alumnos que no tienen esa facilidad para ver las cosas en tres dimensiones. Esta herramienta sería perfecta para ello”

“Si, esta herramienta ayuda a ver de forma más clara conceptos que se utilizarán posteriormente en actividades de clase”

“Si, ya que me ayudaría a estar más atento en clase y aprender más”

“Si, por aportar nuevos puntos de vista y permitir la profundización en diversas áreas debido a los detalles que se incluyen”

“Además te hace comprender cosas que, solo leídas, contadas o en una foto no entiendes”

“En algunos temas nos puede ser de ayuda para facilitar el entendimiento de conceptos con imágenes en realidad aumentada”

Respecto a la *facilidad de uso* de la aplicación desarrollada especialmente para este trabajo de investigación, los alumnos han realizado 14 referencias, que corresponde con el 9,72% del total. Varias de estas referencias destacan el diseño y la sencillez en el uso de la aplicación ComputAR:

“Si porque la aplicación era muy fácil de manejar”

“Si, porque la aplicación utilizada está bien diseñada”

“Si, es una herramienta bastante intuitiva”

“Sí, únicamente se necesita un teléfono móvil y los marcadores que proporciona el profesor”

En resumen, los estudiantes han afirmado que la tecnología de la Realidad Aumentada les facilita la realización de las actividades de clase y les gustaría que se introdujese en todas las materias ya que consideran que su utilización es positiva. Por otro lado, la aplicación ComputAR ha sido valorada positivamente por su facilidad de uso y diseño sencillo y atractivo.

6.3.4 Análisis de la categoría: Oportunidades educativas

La categoría “Oportunidades educativas” es uno de los temas más interesantes de la presente investigación, por lo que se ha realizado un análisis minucioso de las respuestas realizadas por los estudiantes en función de si la Realidad Aumentada proporciona aspectos positivos o negativos. El total de la categoría aglutinó un número elevado de opiniones de interés, concretamente 44, lo que representa un 30,56% del total.

Al consultar a los estudiantes por la conexión que detectan entre el uso de la Realidad Aumentada por parte de los docentes y el incremento de su rendimiento académico, han indicado la inmensa mayoría del alumnado que la utilización de esta tecnología mejora su aprendizaje:

“Esta tecnología ayuda a entender de manera sencilla un tema, por lo que será más fácil de estudiar para el estudiante, lo que aumentará su rendimiento”

“Sí, ya que hay muchos ámbitos en los que se podría utilizar como informática, dibujo técnico, biología, historia, ...”

“Si, porque las clases son más divertidas y eso hace que esté más concentrado en aprender”

“Si, ya que te ayudaría a formarte de forma más específica y entender los conceptos de forma más rápida”

“Si ya que entendería mejor el temario que están explicando, y podrían resolver algunas dudas”

Respecto a la implementación por parte de los docentes de la Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza, los estudiantes han indicado que es muy positivo, como muestran los siguientes comentarios:

“Permite comprender y aprender sobre conceptos complicados de manera más visual e intuitiva”

“Si porque haría más atractivo la comprensión de conceptos”

“Si, porque hace que prestemos más atención durante las clases”

“Claro porque podría hacer actividades de clase de forma más dinámica”

“Pienso que sí, ya que harían las clases menos pesadas y más entretenidas”

“Si porque mejoraría mi motivación y atención en las clases”

Aunque hay algunos comentarios menos positivos sobre este asunto, estos son muy pocos como, por ejemplo:

“Podría dar lugar a una dependencia tecnológica o consecuencias por el excesivo uso de pantallas durante tiempo prolongado”

“Tampoco se debería abusar de esta herramienta ya que lo básico como una libreta y un bolígrafo te sirve también”

Por lo tanto, se puede afirmar que la percepción de los estudiantes ante el uso de la Realidad Aumentada ha sido muy positiva ya que consideran que esta tecnología educativa mejora su aprendizaje y por consiguiente su rendimiento académico.

6.3.5 Análisis de la categoría: Proceso de enseñanza

En último lugar, aparece la categoría “Proceso de enseñanza” para evaluar el proceso formativo desarrollado en esta investigación. En este sentido, los comentarios de esta categoría han sido 13, lo que corresponde a un 9,03% del total. A su vez, estos comentarios se han codificado en base a tres subcategorías como son la duración de la

experiencia llevada a cabo, la metodología utilizada y los recursos empleados tanto la aplicación ComputAR como los marcadores.

En cuanto a las referencias de la subcategoría *duración*, han sido muy positivas, puesto que los estudiantes recomiendan se debería usar incluso más tiempo, así como incorporarla en otras materias:

“En cuanto a la duración la deberíamos usar más y la podríamos utilizar en otras asignaturas”

“Sugeriría disponer de mayor tiempo para probar con esta innovación”

“Sugiero así dedicar mayor tiempo de la asignatura a experimentar libremente con estas innovadoras herramientas”

Respecto a la metodología utilizada, se observan valoraciones positivas como se aprecia en las siguientes citas, así como alguna mejora de cara a próximas implementaciones:

“Que de vez en cuando para afianzar los conceptos se use, como por ejemplo para aprender teoría y posteriormente usarla en la práctica”

“No únicamente dar clases teóricas sino también prácticas para poder entenderlo todo mejor”

“Creo que habría que implementar mayor uso de esta tecnología y que los conceptos se apliquen de manera más práctica”

Por último, en referencia a los recursos empleados se aprecian aspectos positivos y negativos. Por una parte, se muestran los siguientes comentarios donde se califica como positivos los recursos utilizados:

“Los recursos utilizados eran magníficos ya que la aplicación utilizada era muy sencilla y fácil de utilizar”

“Recomendaría más trabajos con esta herramienta ya que nos podría ayudar en un futuro”

“Posiblemente sea beneficiosa en el futuro, ya que considero bastante entretenida la introducción a la realidad aumentada”

“Usar más esta herramienta estaría bien”

Sin embargo, se aprecian ciertos comentarios negativos en base a los diseños 3D, donde se indica que le gustaría ser realizados por ellos mismos y los dispositivos utilizados que en algunos casos se compartió:

“En cuanto a los recursos pondría aparatos electrónicos para cada alumno en buenas condiciones y pequeñas mejoras que se puedan hacer en el sitio web”

“A lo mejor una mejora en algunos de los objetos 3D, en los que la calidad no es muy buena y no se puede apreciar bien lo que se da”

“Me encantaría aprender a diseñar modelos 3D para después visualizarlos”

En resumen, los datos obtenidos a través de la entrevista reflejan una valoración positiva en el uso de la Realidad Aumentada como tecnología educativa, así como en la experiencia llevada a cabo, destacando la cantidad de aspectos positivos en base a la motivación, el rendimiento académico y los recursos utilizados.

6.4. Discusión de los resultados

Dentro de la discusión de los resultados se ha realizado una división según los instrumentos de recogida de información utilizados. De esta manera, se ha discutido los datos obtenidos gracias a las pruebas pre-test y post-test de ambos grupos, las respuestas extraídas de los cuestionarios de motivación de materiales instruccionales también en ambos grupos y las evidencias en el plano cualitativo gracias a las entrevistas semi-estructuradas, permitiendo una visión particular de cada proceso con sus respectivas características.

6.4.1 Discusión de los resultados obtenidos en las pruebas pre-test y post-test de ambos grupos

En este apartado, se discuten una serie de resultados en función de la dimensión rendimiento académico, que se basa en las calificaciones de los estudiantes. Este proceso engloba los recursos tecnológicos utilizados como la Realidad Aumentada y las diapositivas, sobre los procesos de adquisición de conocimiento en un contexto de metodologías activas.

En un primer momento, se observa que más de la mitad de los estudiantes de ambos grupos han suspendido el pre-test, lo que indica que el nivel de conocimientos

previos es bajo. Asimismo, el análisis de los datos en los grupos control y experimental, indica que dichos grupos no presentan diferencias significativas antes del desarrollo de la experiencia educativa. En este sentido, destacan los valores casi idénticos de las medias en ambos grupos, por lo que, parten desde un mismo nivel de conocimiento previos en base a las calificaciones obtenidas. Estos resultados son similares a los obtenidos en otras investigaciones (Barca-Lozano, 2011; Jerez-Carrillo, 2021; Joo-Nagata et al., 2015).

En cuanto a los resultados del post-test, destacan los valores dispares de las medias en ambos grupos, siendo superiores en el grupo experimental. Otro dato para señalar es la moda de los distintos grupos, donde se aprecia un aumento significativo en la calificación del grupo experimental, en relación con el grupo de control. Por tanto, la aplicación educativa de Realidad Aumentada (ComputAR) ha surtido un efecto positivo en las calificaciones obtenidas en la prueba post-test, confirmando los resultados de otras investigaciones que van por esta línea (Cabero-Almenara et al., 2017; Corredor-García y Bailey-Moreno, 2020; Fernández-Robles, 2017). Asimismo, es necesario resaltar que en el grupo experimental ningún estudiante ha suspendido dicha prueba, sin embargo, no ocurre lo mismo en el grupo control, lo que indica que los estudiantes han adquirido mayores conocimientos gracias al uso de la Realidad Aumentada (Lai et al., 2019; Martín-Gutiérrez y Meneses-Fernández, 2014). En suma, a expensas de los datos obtenidos en los grupos control y experimental después de la aplicación del tratamiento, se puede afirmar que dichos grupos presentan diferencias significativas importante, por lo que, los resultados logrados en función de la experiencia educativa desarrollada reflejan una mayor puntuación en las calificaciones de los estudiantes que han trabajado con la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje (Cen et al., 2020; Cagiltay et al., 2019; Jacobsen et al., 2019).

Por otro lado, los resultados obtenidos en las pruebas pre-test y post-test para el grupo de control, evidencian la existencia de diferencias significativas entre las calificaciones medias de los estudiantes. Por tanto, los datos afirman que la metodología activa que usa herramientas y aplicaciones multimedia produce un efecto muy positivo en los estudiantes (Amores-Valencia, 2020), puesto que han mejorado las calificaciones del alumnado del grupo control de la presente investigación. De igual forma, los datos obtenidos en las pruebas pre-test y post-test para el grupo de experimental, indican la existencia de diferencias significativas entre las calificaciones medias de los estudiantes. Por lo que, el uso de la Realidad Aumentada como herramienta de enseñanza combinada

con una metodología activa repercute de forma directa en las altas calificaciones que presentan los estudiantes al final del proceso de aprendizaje (Bursztyn et al., 2020; (Koç et al., 2021).

En definitiva, gracias a los resultados obtenidos en las pruebas post-test de ambos grupos, se puede afirmar que las implementaciones aplicadas tienen un efecto positivo sobre los estudiantes que han formado parte de esta investigación. Estos datos son confirmados mediante la realización de una serie de contrastes de hipótesis en base a las medias de ambas pruebas para el grupo experimental y grupo control. Esta circunstancia hace constatar que las metodologías activas integradas en el proceso de enseñanza y aprendizaje mejoran las calificaciones del alumnado sea cual sea la tecnología educativa utilizada (Aguilar-Acevedo et al., 2022; Buchner, 2021).

6.4.1.1 Discusión de los resultados en base al género de los estudiantes

Un último aspecto de esta dimensión cuantitativa está referido a la existencia de diferencias significativas en el género de los estudiantes tomando como base las calificaciones de estos. Este factor es únicamente analizado en el grupo experimental, ya que se pretende consolidar el uso de la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje.

Los valores de medias y medianas en el pre-test de los alumnos son más elevados que las calificaciones de las alumnas, lo que a priori hace indicar que los hombres presentan un nivel de conocimientos superior a las mujeres, por lo que, antes de la implementación de la Realidad Aumentada los estudiantes no partían con las mismas condiciones. Sin embargo, el análisis de los datos de los alumnos y alumnas antes de la aplicación de la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje, indica que dichos grupos no presentan diferencias significativas antes del desarrollo de la experiencia educativa, lo que confirma que estudiantes que forman parte del grupo experimental empiezan con el mismo nivel de conocimientos en relación con su género.

Por otro lado, la calificación media obtenida por las alumnas en el post-test es superior al valor de la media de los alumnos, lo que refleja a priori que las alumnas han realizado un mejor aprendizaje de los conocimientos ante el uso de la Realidad Aumentada. No obstante, los datos obtenidos en hombres y mujeres después de la aplicación de la Realidad Aumentada en el grupo experimental afirman que estos estudiantes no presentan diferencias significativas entre ellos.

En definitiva, los resultados confirman que no existen diferencias significativas entre los estudiantes que han utilizada la Realidad Aumentada como tecnología educativa en base a su género. Estos resultados van en línea de otros estudios (Dirin et al., 2019; Hohlfeld et al., 2013; Hsu, 2019; Park et al., 2019), en donde el uso de la Realidad Aumentada mejora las calificaciones tanto de hombre como de mujeres.

6.4.2 Discusión de los resultados obtenidos en los cuestionarios de motivación (IMMS) de ambos grupos

En este segundo estudio, se discuten los datos recogidos del IMMS, instrumento que consta de 36 ítems y da respuesta al nivel de motivación causado en los estudiantes ante el uso de una determinada tecnología. Este cuestionario está dividido en las

siguientes dimensiones: confianza, atención, satisfacción y relevancia, de tal forma que los estudiantes respondían a cada pregunta en una escala de valoración del 1 al 5, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

En un primer momento, se necesita conocer el perfil sociodemográfico de los estudiantes que forman los grupos control y experimentales. En este sentido, el perfil representativo de un estudiante de ambos grupos es el de un alumno de 15 años, hombre, que cursa 4º de la etapa educativa de Educación Secundaria Obligatoria, no ha repetido ningún curso y no tiene experiencia previa en el uso de las TIC.

En cuanto a los resultados descriptivos de los distintos ítems de los cuestionarios de motivación IMMS para ambos grupos muestran una tendencia positiva de las valoraciones, por lo que refleja que las dos experiencias implementadas han resultado ser positivas. No obstante, al comparar los datos obtenidos del grupo control con el grupo experimental se ha podido observar que las valoraciones positivas son mejores en este último. Esto indica que la tecnología de la Realidad Aumentada crea una mayor motivación en los estudiantes, confirmando los resultados de otras investigaciones que van por esta línea (Barroso-Osuna et al., 2018; Buchner, 2021; Gallego-Pérez, 2018).

Particularizando para el grupo control se muestran unas valoraciones que afirman que los estudiantes están ligeramente de acuerdo. No obstante, destacan varios ítems que los alumnos coinciden en su neutralidad. En este sentido, el ítem 18, denominado “Había explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento de esta lección” y el ítem 26, que corresponde a “Esta lección no era relevante para mis necesidades porque ya sabía la mayor parte del contenido”, los estudiantes afirman no estar de acuerdo, pero tampoco en desacuerdo. Sin embargo, hay varios ítems donde los estudiantes están casi totalmente de acuerdo con estas afirmaciones, tales como el ítem 35, referente a “La buena organización del material (imágenes, textos, ...) me ayudó a estar seguro de que aprendería el contenido” y el ítem 36, que corresponde a “Fue un placer trabajar esta lección tan bien diseñada”.

Para el grupo experimental en general se aprecian unas valoraciones que hacen afirmar a los estudiantes estar de acuerdo con los ítems. No obstante, se resaltan varios ítems 1, 7, 9, 18 y 22, que han sido valorados como ligeramente de acuerdo por los estudiantes de este grupo. Además, el ítem 7 referente a “La aplicación móvil ComputAR tenía tanta información que era difícil recordar los puntos importantes” ha sido el peor

valorado por el alumnado. Sin embargo, hay varios ítems que han destacado por obtener el valor de sus medias más elevadas, estos ítems son el 29 y 34, referentes a “El contenido de la aplicación móvil ComputAR es aburrido” y “Realmente no pude entender mucho del contenido de la aplicación móvil ComputAR en esta lección”. Por lo tanto, el alumnado ha recalcado que está casi totalmente de acuerdo con estas afirmaciones.

A modo general, las puntuaciones obtenidas para el cuestionario IMMS completo reflejan que el grupo experimental está de acuerdo con los distintos ítems planteados, sin embargo, el grupo control está más cerca de la posición neutral, ni está de acuerdo ni en desacuerdo. Esto se debe, a que la media obtenida en el cuestionario que cumplimentaron los estudiantes que desarrollaron su aprendizaje con la tecnología educativa de la Realidad Aumentada es superior a la media del grupo control. No obstante, es importante recalcar que ambos grupos han experimentado la motivación durante el proceso de enseñanza pues los resultados de sus medias son altas, coincidiendo con otros estudios donde se analiza grupo control y grupo experimental (Bacca-Acosta, 2017; Di-Serio et al., 2013; Wei et al., 2015).

De cara a la discusión de cada una de las dimensiones que conforman el cuestionario IMMS, se aprecian diferencias entre sus medias en relación con el grupo experimental y grupo control. En este sentido, para dimensión confianza del cuestionario IMMS utilizado en el grupo experimental, los estudiantes están de acuerdo con los ítems que conforman esta dimensión. Para el caso del grupo control, el alumnado está ligeramente de acuerdo. Por lo tanto, se aprecia una diferencia entre la confianza mostrada por los estudiantes que han trabajado la aplicación móvil ComputAR basada en Realidad Aumentada y el alumnado que ha desarrollado el aprendizaje con diapositivas.

En cuanto a la dimensión de atención, los estudiantes que han desarrollado su aprendizaje a través de la Realidad Aumentada han indicado estar de acuerdo con las cuestiones planteadas para este ítem y los alumnos que han basado su entorno de aprendizaje en diapositivas están por encima de la neutralidad, es decir, no están de acuerdo ni en desacuerdo, pero tirando más al acuerdo.

Por último, en el caso de la satisfacción, los estudiantes del grupo experimental afirman estar de acuerdo con los ítems de esta dimensión. No obstante, el alumnado que ha formado parte del grupo control está ligeramente de acuerdo. Por otro lado, la dimensión relevancia refleja el mayor distanciamiento motivacional entre ambos grupos,

puesto que los estudiantes que han trabajado la Realidad Aumentada indican estar de acuerdo con las cuestiones planteadas, sin embargo, el alumnado del grupo control afirma que está muy levemente de acuerdo, pero también algo en desacuerdo.

En conclusión, estos resultados indican que los estudiantes que han trabajado la Realidad Aumentada destacan estar de acuerdo con las cuestiones planteadas. Por el contrario, los datos del grupo control muestran que el alumnado que ha basado su aprendizaje en diapositivas está ligeramente de acuerdo. Por otro lado, la desviación estándar de los distintos cuestionarios completo como en sus respectivas dimensiones muestran una leve variabilidad en las respuestas del alumnado en los respectivos grupos experimental y control. De esta manera, dichos grupos presentan una diferencia significativa importante tanto en el cuestionario IMMS global como para las dimensiones confianza, atención, satisfacción y relevancia. Por lo tanto, Estos resultados existen diferencias muy significativas en la motivación entre los estudiantes que han utilizado la Realidad Aumentada como tecnología educativa y los que no. Estos resultados van en línea de otros estudios donde el uso de la Realidad Aumentada mejora la motivación de los estudiantes (Chen et al., 2020; Hanafi et al., 2017; Kirikkaya y Başgöl, 2019; Lin et al., 2021).

6.4.2.1 Discusión de los resultados en base al género de los estudiantes

En este apartado, se discuten los datos obtenidos en base a la motivación de los alumnos y alumnas del grupo experimental. En este sentido, los valores de medias y medianas en las alumnas son más elevados que en los alumnos tanto en el cuestionario global como en las distintas dimensiones (confianza, atención, satisfacción, relevancia), lo que a priori hace indicar que las mujeres presentan un nivel de motivación superior a los hombres.

Con respecto a los resultados obtenidos en el cuestionario de motivación en el grupo experimental muestran unos niveles altos de motivación tanto en hombres como en mujeres ya que han afirmado que están de acuerdo con las cuestiones planteadas, por lo que el trabajo con la aplicación móvil ComputAR ha sido muy positivo.

Una vez analizados los datos referentes a la motivación que presentan los alumnos y alumnas en el grupo experimental, indican que dichos grupos no presentan diferencias significativas según el género, tanto en el cuestionario IMMS como en las distintas dimensiones. En definitiva, los resultados confirman que los hombres y mujeres que han

utilizado la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje presentan unos niveles de motivación similares en función de las dimensiones confianza, relevancia, atención y satisfacción analizadas. Estos resultados son similares a los obtenidos en otras investigaciones (Bursztyn et al., 2020; Gallego-Pérez, 2018; Wang et al., 2017).

6.4.2.2 *Discusión de los resultados en base a la experiencia previa uso de TIC*

En este apartado, se discuten los datos obtenidos en base a la experiencia previa en el uso de las TIC que poseen los estudiantes del grupo experimental. De esta forma, los valores de medias y medianas en los estudiantes que no tenían experiencia previa en el uso de las TIC son más elevados que los estudiantes que sí tenían, tanto en el cuestionario global como en las distintas dimensiones (confianza, atención, satisfacción, relevancia). Esto a priori hace indicar que los estudiantes que no tenían experiencia previa en el uso de TIC presentan un nivel de motivación superior a los que sí.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el cuestionario de motivación en el grupo experimental muestran unos niveles altos de motivación en todos los estudiantes, hubiesen usado o no las TIC previamente, ya que han afirmado que están de acuerdo con las cuestiones planteadas, por lo que el trabajo con la aplicación móvil ComputAR ha sido muy positivo.

A simple vista se puede afirmar que la Realidad Aumentada tienen un efecto sobre los estudiantes que han formado parte de esta investigación, puesto que en todos los casos se ha afirmado estar de acuerdo con las cuestiones planteadas. Los casos más bajos son para las dimensiones confianza y relevancia, donde los estudiantes que si tenían experiencia previa usando las TIC han afirmado estar ligeramente de acuerdo.

Una vez analizados los datos referentes a la motivación que presentan los estudiantes del grupo experimental que han usado previamente las TIC y los que no, indican que presentan unas diferencias significativas altas, tanto en el cuestionario IMMS global y como en la dimensión confianza (Cubillo-Arribas, 2014). Por otra parte, los datos analizados para las dimensiones atención, satisfacción y relevancia no presentan diferencias significativas en función de los estudiantes que han experimentado previamente con las TIC y los que no, confirmando lo que sucede en otros estudios (Gallego-Pérez, 2018).

En suma, los estudiantes que tienen experiencia previa en el uso de las TIC y los que no, han mostrado niveles de motivación dispares haciendo hincapié en la confianza que les trasmite la Realidad Aumentada como tecnología educativa. Sin embargo, las dimensiones atención, satisfacción y relevancia no se han visto alteradas, lo que viene a indicar que el interés mostrado, el agrado y la importancia del uso de la Realidad Aumentada ha sido similar para todos los estudiantes.

6.4.3 Discusión de los resultados obtenidos en las entrevistas semi-estructuradas

En este tercer estudio, se discuten los datos recogidos de las entrevistas semi-estructuradas, instrumento que consta de 5 categorías generales: conocimientos previos, características de la Realidad Aumentada, uso educativo, oportunidades educativas y proceso de enseñanza.

A tenor de los resultados, se observa que la categoría “Uso educativo” ha sido la más referenciada, lo que indica que los estudiantes han vinculado la utilización de la Realidad Aumentada con una herramienta de aprendizaje. Asimismo, la categoría “Oportunidades educativas” se enmarca entre las más citadas puesto ha sido contemplada por el alumnado como una tecnología capaz de introducirse en multitud de materias, tales como física, biología, dibujo técnico, historia, ... Con bastantes menos referencias aparecen el resto de las categorías, como “Proceso de enseñanza” y “Conocimientos previos” donde los estudiantes afirman la complicada situación de introducir esta tecnología por el poco conocimiento de los profesores.

Particularizando en las subcategorías, los estudiantes destacan la aplicación educativa y los aspectos positivos. Esto quiere decir que visualizan la Realidad Aumentada como una tecnología educativa con multitud de posibilidades. Además, las subcategorías facilidad de uso, innovación y diversión han sido citadas por el alumnado, resaltando el manejo de la aplicación móvil ComputAR y el disfrute que ha conllevado las distintas actividades realizadas. como una. Por el contrario, las subcategorías conocimientos previos sobre las TIC y aspectos negativos, no han recibido mucha citación por parte del alumnado, lo que viene a reflejar que los estudiantes no utilizan las TIC en el aula y, por otro lado, que la Realidad Aumentada ha sido considerada una herramienta muy positiva.

A modo general se puede afirmar que los estudiantes muestran un nivel de conocimientos previos sobre la Realidad Aumentada muy bajo, prácticamente nulo. Este hecho viene a corroborar los resultados obtenidos en otras investigaciones donde se ha trabajado este aspecto (Abad-Segura et al., 2020; Cabero-Almenara y Marín-Díaz, 2018). Asimismo, la Realidad Aumentada a pesar de ser una tecnología educativa desconocida para los estudiantes, les ha parecido una herramienta innovadora y divertida, idónea para el proceso de enseñanza y aprendizaje a tenor de los comentarios de los entrevistados. Esto confirma a la Realidad Aumentada como una herramienta propicia para el ámbito educativo (Aguilar-Acevedo et al., 2022; Cabero-Almenara et al., 2019; Gómez-Tone et al., 2020).

Por otra parte, los estudiantes han afirmado que la tecnología de la Realidad Aumentada les facilita la realización de las actividades de clase y les gustaría que se introdujese en todas las materias ya que consideran que su utilización es positiva. Además, la aplicación ComputAR ha sido valorada positivamente por su facilidad de uso y diseño sencillo y atractivo.

En definitiva, se puede afirmar que la percepción de los estudiantes ante el uso de la Realidad Aumentada ha sido muy positiva, ya que destacan gran cantidad de aspectos positivos que mejoran su motivación y aprendizaje y por consiguiente su rendimiento académico, confirmando lo que sucede en otras investigaciones (Del-Rio-Guerra et al., 2019; Hsieh y Chen, 2019; Ibáñez et al., 2014).

PARTE V.

**CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y
PROSPECTIVAS**

Capítulo 7

CONCLUSIONES

Contenido del capítulo

En este capítulo, se describen los resultados obtenidos para dar respuesta a modo de conclusiones y, por otro lado, especificar algunas perspectivas de futuro que puede seguir el presente trabajo, así como las limitaciones que se han podido observar. Con el objetivo de realizar un adecuado trabajo de investigación, se ha elaborado una ardua labor de análisis sobre los distintos factores que intervienen en el estudio con el fin de llegar a las presentes conclusiones. Gracias a este proyecto, se han dado respuesta a los interrogantes planteados al comienzo de la investigación. Asimismo, se han verificado las hipótesis propuestas, junto con los objetivos marcados en la presente tesis doctoral. Por último, se han descrito las limitaciones, las aportaciones originales, los trabajos derivados y las líneas de trabajo futuras con el propósito de otorgarle mayor profundidad al proyecto.

7.1. Respuesta, verificación y evaluación de los interrogantes, hipótesis y objetivos de la investigación

En este apartado, se responden las preguntas de investigación planteadas para comprobar si se han demostrado las hipótesis de partida y por consiguiente si se han alcanzado los objetivos marcados.

RQ-1. ¿Qué repercusión motivacional presentan los estudiantes de Educación Secundaria ante el uso de Realidad Aumentada?

Los estudiantes de Educación Secundaria que han participado en el grupo experimental y, por lo tanto, han utilizado la aplicación móvil ComputAR basada en objetos de aprendizaje de Realidad Aumentada, han mostrado un nivel de motivación mayor que los estudiantes del grupo control que han trabajado un entorno basado en diapositivas. Estos hallazgos coinciden con los resultados de otras investigaciones (Bacca-Acosta, 2017; Garzón-Álvarez, 2020; Hsieh y Chen, 2019; Wei et al., 2015).

En cuanto a la información reflejada a través de las entrevistas semi-estructuradas, estos datos confirman los obtenidos en el cuestionario de motivación IMMS, ya que las afirmaciones dictaminadas por los estudiantes indican que el grado de motivación es muy alto gracias al uso de la Realidad Aumentada. Esta concordancia de resultados se refleja en otra investigación llevada a cabo por Gallego-Pérez (2018). Por tanto, estos resultados verifican la primera hipótesis propuesta en esta investigación:

H1. La motivación de los estudiantes está influenciada por el uso de objetos de aprendizaje de RA.

El alumnado que ha utilizado la Realidad Aumentada como herramienta de enseñanza ha mostrado un alto grado de motivación, tanto a nivel global como en cada una de las dimensiones que conforman el cuestionario de motivación IMMS. Este instrumento de recogida de información ha posibilitado conocer la repercusión que ha tenido esta tecnología educativa en la confianza, atención, satisfacción y relevancia manifestada por los estudiantes. Estos resultados van en la misma línea que los hallazgos logrados en otros estudios, y que confirman que la Realidad Aumentada es una herramienta muy útil para el proceso de enseñanza y aprendizaje (Barroso-Osuna et al., 2018; Cabero-Almenara et al., 2019a; Di-Serio et al., 2013; Marín-Díaz et al., 2018).

Por otro lado, se aprecia una diferencia significativa alta en la motivación, más concretamente en las dimensiones confianza, atención, satisfacción y relevancia mostrada por los estudiantes que han utilizado esta tecnología educativa y lo que han basado su aprendizaje en diapositivas. La comprobación mediante el contraste de hipótesis de las diferencias de medias obtenidas para la motivación en global y para las distintas dimensiones entre ambos grupos, evidencia una significancia elevada debido al uso de la Realidad Aumentada.

Cumpléndose el primer objetivo específico:

Analizar si el grado de atención, relevancia, confianza y satisfacción evaluado estaba influenciado por la utilización de RA.

RQ-2. ¿Cómo influye la utilización de Realidad Aumentada en el rendimiento académico de los estudiantes en base a sus calificaciones?

El impacto causado por la Realidad Aumentada a lo largo del proceso de enseñanza ha sido constatado por las calificaciones obtenidas al finalizar la experiencia educativa. En este sentido, los estudiantes que han utilizado la aplicación móvil ComputAR han obtenido unas puntuaciones superiores al alumnado que ha trabajado en un entorno de aprendizaje con diapositivas. Estos datos están en concordancia con los resultados logrados en otros estudios (Bursztyn et al., 2020; Cen et al., 2020; Fernández-Robles, 2017; Joo-Nagata, 2016; Martín-Gutiérrez y Meneses-Fernández, 2014).

Asimismo, la media del grupo experimental ha sido más alta que la del grupo control y todos los estudiantes que han utilizado la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje han aprobado el post-test. Por el contrario, en el grupo control varios estudiantes han suspendido dicha prueba. Sin embargo, es reseñable que la mitad del alumnado que ha trabajado esta tecnología educativa ha obtenido una puntuación superior a 8,5, lo que corresponde con un sobresaliente. Estos resultados son una prueba más del potencial de la Realidad Aumentada, los cuales verifican la segunda hipótesis de esta investigación.

H2. Las calificaciones de los estudiantes aumentan tras utilizar la RA como herramienta de aprendizaje.

Por otro lado, se partía en ambos grupos con unos conocimientos previos o capacidades cognitivas similares, puesto que no se han observado diferencias significativas en las calificaciones obtenidas en las correspondientes pruebas pre-test. No obstante, la media del grupo control era sensiblemente superior a la media del grupo experimental, aunque tras los contrastes realizados se ha obtenido que dicha diferencia no era significativa.

Sin embargo, el alumnado que ha utilizado la aplicación móvil ComputAR junto con los marcadores gráficos para visualizar los objetos 3D, ha obtenido una calificación media superior a los estudiantes que han basado su aprendizaje en diapositivas. Esta diferencia acontecida ha presentado una significancia alta, lo que realza la influencia de la Realidad Aumentada en el proceso de aprendizaje si se toma como base las calificaciones de los estudiantes. Este hecho, realza aún más el éxito de esta propuesta de investigación, y tiene correspondencia con otras investigaciones (Cagiltay et al., 2019; Jacobsen et al., 2019; Koç et al., 2021; Lai et al., 2019).

Cumpléndose el segundo objetivo específico:

Valorar si el uso de RA en el proceso de aprendizaje influye en el rendimiento académico de los alumnos con base a una mejora de las calificaciones.

RQ-3. ¿Hay una diferencia significativa en los resultados obtenidos y la motivación mostrada en función del género?

Para poner en valor esta investigación y sus conclusiones, se analizó las calificaciones medias del pre-test con el propósito de conocer si sus valores eran sensiblemente diferentes, y por tanto partían de niveles cognitivos distintos. En este aspecto, los datos confirman que los alumnos y las alumnas no presentan una diferencia significativa respecto a las calificaciones de estos. Esto indica que los conocimientos previos de todos los estudiantes que forman el grupo experimental eran similares en función del género.

A partir de este momento, se tomaron las calificaciones medias en base al género del post-test, y aunque los valores de las medias no eran idénticos, se determinó mediante el correspondiente contraste que la diferencia no era significativa. Por tanto, los estudiantes que han utilizado la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje no presentan diferencias significativas en función del género si se toma como base las

calificaciones del alumnado. Estos hallazgos coinciden con los resultados de otras investigaciones (Hsu, 2019; López-García et al., 2019).

En cuanto a los resultados que presentan los estudiantes del grupo experimental una vez que se ha utilizado la Realidad Aumentada en el aula en referencia al cuestionario de motivación IMMS, indican que hombres y mujeres no presentan diferencias significativas según el género en ninguna de las dimensiones confianza, atención, satisfacción y relevancia. Por lo tanto, el género no presenta una diferencia significativa ni en la motivación ni en el rendimiento académico cuando se utiliza la Realidad Aumentada. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros estudios (Bursztyn et al., 2017; López-Belmonte et al., 2019) y, por lo tanto, verifican la tercera hipótesis de la tesis doctoral.

H3. El género no presenta una diferencia significativa en la motivación y el rendimiento académico en base al uso de RA.

En la presente investigación se buscaba conocer la influencia de la Realidad Aumentada en la motivación y las calificaciones que obtienen los estudiantes de Enseñanza Secundaria. Sin embargo, se pretendía analizar si estos factores mostraban diferencias significativas en base al género del alumnado. Para ello, ha sido necesario incluir esta variable en los cuestionarios analizados. En este sentido, el grupo experimental estaba formado por un 67% de hombres y un 33% de mujeres.

Por otro lado, según Hanafi et al. (2017) y Buchner (2021) el comportamiento que presentan los alumnos es diferente a la que presentan las alumnas y, por tanto, se aprecia una diferencia significativa en la motivación antes del uso de la Realidad Aumentada. No obstante, otros autores indican que la diferencia mostrada es insignificante para ser considerada (Bursztyn et al., 2017; López-Belmonte et al., 2019), lo que viene a corroborar lo acontecido en la presente investigación.

Acerca del rendimiento académico, Del-Rio-Guerra et al. (2019) y Gómez-Tone et al. (2020) afirman que hombres y mujeres obtienen las mismas calificaciones cuando se aplica Realidad Aumentada en las aulas. Esto significa que el rendimiento académico de estudiantes es invariable en función de su género. Estos resultados están en concordancia con los obtenidos en el proyecto, como así refleja los resultados discutidos.

Cumpléndose el tercer objetivo específico:

Descubrir si el género presenta una diferencia significativa en la motivación y el rendimiento académico ante el uso de RA.

RQ-4. ¿La experiencia previa respecto al uso de las TIC tiene influencia en la motivación de los estudiantes?

A priori es inevitable pensar que con la cantidad de dispositivos tecnológicos que manejan los estudiantes en su vida diaria, éstos presentan experiencias educativas respecto al uso de las TIC. No obstante, esta afirmación queda entredicho dado los niveles tan bajos de uso de estas tecnologías en las aulas, donde únicamente un 24% de los estudiantes indican su utilización. Aun así, es relevante conocer qué alteración promueve esta variable en la motivación del alumnado.

En este sentido, el análisis de los datos referentes a la motivación que presentan los estudiantes del grupo experimental que han usado previamente las TIC y los que no, presentan una diferencia significativa según la experiencia previa en el uso de las TIC tanto en el cuestionario IMMS global y como en la dimensión confianza. Sin embargo, para las dimensiones atención, satisfacción y relevancia estas diferencias no son significativas entre estos grupos como se ha podido comprobar. Por tanto, estos resultados verifican parcialmente la tercera hipótesis de la presente investigación, si se tiene en cuenta las dimensiones del cuestionario de motivación IMMS. No obstante, de forma genérica la motivación si presenta una diferencia significativa respecto a la experiencia previa ante el uso de la Realidad Aumentada, lo que verifica la cuarta hipótesis.

H4. La experiencia previa presenta una diferencia significativa en la motivación de los estudiantes ante el uso de la RA.

Por otro lado, los estudiantes que no habían utilizado las TIC han experimentado una mayor motivación por la implementación de la Realidad Aumentada que los estudiantes que sí había usado las TIC. Por otro lado, los resultados obtenidos en el cuestionario de motivación en el grupo experimental muestran unos niveles altos de motivación en todos los estudiantes, hubiesen usado o no las TIC previamente, ya que han afirmado que están de acuerdo con las cuestiones planteadas, por lo que el trabajo con la aplicación móvil ComputAR ha sido muy positivo.

Sobre este punto, los estudiantes que tienen experiencia previa en el uso de las TIC y los que no, han mostrado niveles de motivación distintos, especialmente en la confianza que les produce el uso de la Realidad Aumentada. No obstante, la atención, satisfacción y relevancia mostrada por el alumnado no se ha visto alterada por la experiencia previa. Estos datos reflejan lo acontecido en otras investigaciones (Gallego-Pérez, 2018).

Cumpléndose el cuarto objetivo específico:

Conocer si la experiencia previa en el uso de las TIC repercute en la motivación que presentan los estudiantes ante el uso de RA.

RQ-5. ¿Qué percepciones genera la utilización de Realidad Aumentada a través de marcadores gráficos en los estudiantes?

Gracias al uso de las entrevistas semi-estructuradas se ha podido conocer de primera mano las valoraciones y sensaciones que ha producir el uso de la Realidad Aumentada en los estudiantes de Enseñanza Secundaria. Asimismo, la observación de los participantes a lo largo de la experiencia educativo ha hecho visible algunos aspectos a tener en cuenta de cara a futuras investigaciones, así como las limitaciones acaecidas.

A tener de la discusión de los resultados, se concluye que el uso y las oportunidades que brinda la Realidad Aumentada en educación son elevadas, puesto que tiene un potencial como herramienta de enseñanza brutal. Además, se ha recalado la infinidad de aspectos positivos que promueve y la versatilidad de implementación en distintas materias. Por otro lado, se ha destacada el diseño de la aplicación móvil ComputAR, por su facilidad de uso, dinamismo e innovación. Estas afirmaciones muestran una valoración muy positiva de la experiencia educativa llevada a cabo, lo que verifica la quinta hipótesis de la presente investigación.

H5. La valoración de los estudiantes respecto a la utilización de RA en educación y la propia experiencia desarrollada es muy positiva.

Por otra parte, los estudiantes han referenciado otros aspectos a tener en cuenta a la hora de trabajar con Realidad Aumentada. De esta manera, han reflejado la importancia de tener unos conocimientos previos de cómo se utiliza la Realidad Aumentada, tanto de la aplicación móvil ComputAR como de los marcadores gráficos diseñados para la

experiencia. Asimismo, han destacado varios aspectos negativos como el diseño de algunos modelos 3D, la temporalización de algunas de las tareas realizadas y las consecuencias por el excesivo uso de pantallas por un tiempo prolongado.

Por último, la mayoría de los estudiantes han citado la importancia del uso de la Realidad Aumentada tanto en el ámbito educativo como en otros campos, la motivación que promueve la utilización de estas tecnologías educativas gracias al dinamismo que proporciona y la ayuda que proporciona a la hora de comprender ciertos conceptos abstractos.

Cumpléndose el quinto objetivo específico:

Medir las percepciones que presentan los estudiantes ante el uso de la RA como herramienta de enseñanza en el aula.

En definitiva, la hipótesis de partida de esta tesis doctoral que se muestra a continuación ha sido debidamente verificada y contrastada gracias al análisis, discusión y conclusiones aportadas en las distintas sub-hipótesis que la conforman:

La utilización de Realidad Aumentada en etapas de Educación Secundaria mejora el nivel de motivación y el rendimiento académico tomando como base las calificaciones de los estudiantes.

Dado que esta hipótesis planteó el objetivo principal y que su evaluación pasa por alcanzar los objetivos específicos citados, se puede afirmar que dicho objetivo principal se ha cumplido:

Evaluar el grado de motivación y rendimiento académico de estudiantes de Educación Secundaria mediante el diseño de una aplicación móvil de Realidad Aumentada que presenta contenido a través de marcadores.

Por lo tanto, gracias al cumplimiento del objetivo general y los objetivos específicos, queda demostrado que la hipótesis de la investigación es *positiva*, puesto que se ha verificado que la utilización de Realidad Aumentada en la etapa de Educación Secundaria mejora el nivel de motivación y el rendimiento académico tomando como base las calificaciones de los estudiantes.

7.2. Conclusiones generales

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación y a la discusión sobre estos, se obtienen una serie de conclusiones:

En cuanto al grado de atención, relevancia, confianza y satisfacción que muestran los estudiantes en base a la utilización de la Realidad Aumentada, esta investigación pone de manifiesto que esta tecnología educativa ha tenido una gran influencia en las distintas dimensiones citadas, lo que produce un alto grado de motivación entre los estudiantes. Por lo tanto, la Realidad Aumentada es una herramienta muy recomendable para su introducción en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Asimismo, este estudio demuestra la no existencia de diferencias significativas en la motivación y en las distintas dimensiones confianza, atención, satisfacción y relevancia entre los estudiantes del grupo experimental, donde realizaron la experiencia con la aplicación móvil ComputAR y los marcadores gráficos, y el alumnado del grupo control, que trabajaron en un entorno de aprendizaje basado en diapositivas. Tal como adelantaron otros autores en sus respectivos estudios con Realidad Aumentada (Chen and Chen, 2018; Di-Serio et al., 2013; Lin et al., 2021; Wei et al., 2015).

Por lo tanto, la presente investigación pone en relieve que la utilización de aplicación de Realidad Aumentada mejora la motivación entre los estudiantes de Enseñanza Secundaria. De la misma manera otros estudios donde se ha trabajado con Realidad Aumentada en el aula con estudiantes de la misma franja de edad han obtenido conclusiones similares (Cen et al., 2020; Chen and Liao, 2015; Chen et al., 2020; Lin et al., 2015; Moreno-Guerrero et al., 2020; Paredes-Velastegui et al., 2018; Tarng et al., 2021).

Respecto a las variables predictoras utilizadas en esta investigación, género y experiencia previa en el uso de las TIC, los resultados obtenidos en torno a la motivación de los estudiantes que han implementado la experiencia educativa que utiliza la Realidad Aumentada han mostrado las siguientes conclusiones:

- No hay diferencias significativas en la motivación de los estudiantes del grupo experimental según el género, ni a modo general ni en cada una de las dimensiones confianza, atención, satisfacción y relevancia.

- Hay diferencias significativas en la motivación, particularmente en la dimensión confianza que reflejan los estudiantes del grupo experimental según la experiencia previa en el uso de las TIC.
- No hay diferencias significativas en las dimensiones atención, satisfacción y relevancia que muestran los estudiantes del grupo experimental según la experiencia previa en el uso de las TIC.

Esta información es valiosa ya que otorga a los docentes la posibilidad de implementar esta tecnología educativa sin la necesidad de tener en cuenta estas características. Sin embargo, se entiende que el uso de aplicación de Realidad Aumentada no es nada habitual en el proceso de aprendizaje, por lo que la experiencia previa que pueda tener el alumnado, le puede aportar la seguridad necesaria para participar en este tipo de experiencias donde utilizan una tecnología desconocida. Asimismo, el docente siempre debe ser consciente de la disparidad que existe en cada una de las aulas, ya que a veces se puede encontrar una diferenciación entre los estudiantes (Chen et al., 2021).

Por otro lado, el cuestionario de motivación de materiales instruccionales (IMMS) ha sido un buen instrumento para explicar la motivación, así como las dimensiones que lo componen: confianza, atención, satisfacción y relevancia, por su alta fiabilidad. Esta conclusión obtenida gracias a los resultados de la investigación había sido emitida por otros estudiantes previamente (Gallego-Pérez, 2018; Hauze y Marshall, 2020; Cardoso-Júnior y Delbone-de-Faria, 2021).

Sobre el rendimiento académico, particularizando en las calificaciones que presentan los estudiantes ante el uso de la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje, los resultados alcanzados tras aplicar los respectivos pre-test y post-test indican que esta tecnología educativa influye de manera directa en las puntuaciones.

Por supuesto, se ha comprobado que tanto el grupo experimental como el grupo control partían con los mismos conocimientos previos, puesto que no se aprecia una diferencia significativa en las calificaciones del pre-test. Sin embargo, estas calificaciones obtenidas en el post-test si muestran unas diferencias significativas entre los estudiantes del grupo experimental y los del grupo control. En este sentido, el alumnado que ha implementado la Realidad Aumentada en el aula ha conseguido unas mejores calificaciones que los estudiantes que han trabajado con diapositivas. Estos resultados

están en concordancia con otras investigaciones similares (Cagiltay et al., 2019; Jacobsen et al., 2019; Koç et al., 2021; Lai et al., 2019).

Acerca de la variable predictora género, los estudiantes que han utilizado la Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje no presentan una diferencia significativa en las calificaciones según el género. Estos hallazgos coinciden con los resultados de otras investigaciones (Hsu, 2019; López-García et al., 2019).

Por último, en cuanto a las percepciones que presentan los estudiantes ante el uso de la Realidad Aumentada como herramienta de enseñanza en el aula, los resultados obtenidos muestran un alto nivel de satisfacción por parte del alumnado. Esto se debe al uso y a las oportunidades educativas que proporciona la Realidad Aumentada, junto con la facilidad de uso de la aplicación móvil desarrollada. Por lo tanto, las sensaciones e impresiones de los estudiantes en torno al uso de esta tecnología educativa son muy positivas, destacando la motivación y el rendimiento académico que proporciona en el alumnado su implementación en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

7.3. Limitaciones

A la hora de abordar la presente investigación se han encontrado una serie de limitaciones que han dificultado el alcance de los distintos objetivos marcados. A continuación, se exponen dichas limitaciones:

- La investigación ha estado centrada exclusivamente en una parte del currículo de una materia de la etapa de Educación Secundaria, ya que resulta imposible trasladar la experiencia educativa durante todo el curso escolar.
- El inconveniente de introducir esta investigación en otros centros educativos donde haya otro perfil de estudiante de Educación Secundaria, debido a la premura por cumplir con los plazos establecidos.
- La falta de investigaciones de uso de Realidad Aumentada en estudiantes de la etapa de Educación Secundaria ha supuesto un hándicap a la hora de analizar diferentes modelos de investigación.
- La variedad de dispositivos móviles (smartphones y tablets) que presentaban los estudiantes que han formado parte de la investigación, ha hecho que la

verificación y el control de versiones de la aplicación de Realidad Aumentada ComputAR sea una tarea ardua y tediosa.

- La falta de objetos 3D gratuitos y de calidad ha limitado la inclusión de estos en la aplicación móvil ComputAR.
- La imposibilidad de introducir contenido audiovisual en la aplicación ComputAR debido a que se ha seguido una formación presencial.
- La poca o nula formación del profesorado frente a esta tecnología educativa, ha conllevado un proceso de formación interna complejo.
- La dificultad de llevar a cabo entrevistas en estudiantes menores de edad, ya que supone un impedimento la realización de grabaciones y la ejecución de entrevistas uno a uno.

7.4. Aportaciones originales

En esta tesis doctoral se han incorporado un conjunto de aplicaciones y recursos, inéditos, que permiten aportar y mejorar aspectos de la Realidad Aumentada. Este proyecto aporta los siguientes resultados originales:

- Revisión sistemática de la literatura sobre repercusión de la Realidad Aumentada en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes de la etapa de Educación Secundaria.
- Aplicación de Realidad Aumentada para sistema operativo Android, denominada ComputAR, que contiene información sobre equipos informáticos y sus principales componentes.
- Marcadores gráficos que permiten la visualización de los distintos objetos 3D.

7.5. Trabajos derivados

Durante el desarrollo de la tesis doctoral se ha producido varios trabajos que han sido publicados mediante distintas fuentes que van desde publicaciones científicas hasta la participación en congresos. Cada uno de estos trabajos ha servido como insumo para la realización de la presente investigación.

7.5.1 Artículos en revistas científicas

Amores-Valencia, A., Burgos, D. y Branch-Bedoya, J.W. (2022). Influence of motivation and academic performance in the use of Augmented Reality in education. A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, 1-17. doi: 10.3389/fpsyg.2022.1011409

Amores-Valencia, A., Burgos, D. y Branch-Bedoya, J.W. (2023). The Impact of Augmented Reality (AR) on the Academic Performance of High School Students. *Electronics*, 12, 2173. <https://doi.org/10.3390/electronics12102173>

7.5.2 Contribuciones en congresos

Amores-Valencia, A., Burgos, D. y Branch-Bedoya, J.W. (2021). The influence of gender in the use of Augmented Reality in Education: A Systematic Literature Review. *2021 XI International Conference on Virtual Campus (JICV)*, (pp. 1-4). IEEE. doi: 10.1109/JICV53222.2021

7.6. Líneas de investigación futuras

Las líneas de investigación que se encuentran a consecuencia de esta tesis vienen a colación con la necesidad de implantar el uso de la Realidad Aumentada en el ámbito educativo. A continuación, se enumeran algunas de estas líneas de investigación abiertas que tendrían un impacto significativo y positivo:

- Replicar esta investigación en otros centros educativos, donde haya otros perfiles de estudiantes, de forma que se puedan comparar los resultados y conclusiones obtenidas.
- Investigar sobre el diseño de los objetos de Realidad Aumentada por parte de los estudiantes y su posible impacto en el aprendizaje.
- Diseñar los objetos de Realidad Aumentada por parte de los estudiantes, con el objetivo de analizar la calidad de los objetos producidos.
- Duplicar esta investigación incluyendo el diagnóstico del grado de aceptación de esta tecnología.

- Desarrollar nuevas aplicaciones de Realidad Aumentada para completar el contenido curricular de la materia, para hacer un análisis más exhaustivo y riguroso.
- Incorporar o sustituir por otras las variables predictoras utilizadas en esta investigación.
- Incluir nuevas técnicas de recogida de datos para contrastar la información recopilada y plantear nuevos objetivos. Desde la metodología cualitativa se puede concretar la observación no participante, tanto a estudiantes como a docentes para conocer las distintas problemáticas observadas durante la experiencia educativa.
- Replicar la investigación en un contexto de enseñanza virtual y/o semipresencial, para indagar posibles cambios respecto a la formación presencial.
- Ampliar el funcionamiento de la aplicación ComputAR a sistemas operativos iOS e incorporar material audiovisual a los distintos objetos de Realidad Aumentada.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias

- Abad-Segura, E., González-Zamar, M.D., Luque-De la Rosa, A. y Morales-Cevallos, M.B. (2020). Sustainability of Educational Technologies: An Approach to Augmented Reality Research. *Sustainability*, 12(12), 4091. doi: 10.3390/su12104091
- Abalde-Paz, E., Barca-Lozano, A., Muñoz-Cantero, J.M. y Fernando-Ziemer, M. (2009). Rendimiento académico y enfoques de aprendizaje: una aproximación a la realidad de la enseñanza superior brasileña en la región norte. *Revista de Investigación Educativa*, 27(2), 303-319. ISSN: 0212-4068
- Abásolo, M. J., Manresa Yee, C, Más-Sansó, R. y Vénere, M. (2011). *Realidad virtual y realidad aumentada. Interfaces avanzadas*. Edulp. <https://bit.ly/3GazkW1>
- Adell, M.A. (2006). *Estrategias para mejorar el rendimiento académico de los adolescentes*. Pirámide.
- Agramonte-Pineda, A., Gallur-Santorun, S. y Alcántara-Sosa, I. (2023). Técnicas para generar aprendizajes significativos en Ciencias Sociales desde la enseñanza virtual: estudio de caso en estudiantes de secundaria. *Acción y Reflexión Educativa*, (48), 70-85. <https://bit.ly/3KCOQ1H>
- Aguilar-Acevedo, F., Flores-Cruz, J.A., Hernández-Aguilar, C.A. y Pacheco-Bautista, D. (2022). Diseño e implementación de un simulador basado en realidad aumentada móvil para la enseñanza de la física en la educación superior. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (80), 66-83. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2509>
- Akçayır, M. y Akçayır, G., Pektaş, H. y Ocak, M. (2016). Augmented reality in science laboratories: the effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>

- Akçayır, M. y Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11 doi: 10.1016/j.edurev.2016.11.002
- Alcívar-Cedeño, A.K., Bastidas-Logroño, D.J., Toctaguano-Cruz, S.J. y Mora-Marcillo, A.B. (2023). Interacción Humano-Computador en el Metaverso Educativo. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(2), 94–104. ISSN 2806-5794. <https://bit.ly/3MjZEmu>
- Alexandris, K. (2013). Segmenting recreational tennis players according to their involvement level: a psychographic profile based on constraints and motivation. *Managing Leisure*, 18(3), 179-193. <https://doi.org/10.1080/13606719.2013.796178>
- Alqahtani, E.S. y AlNajdi, S.M. (2023). Potential obstacles to adopting augmented reality (AR) technologies as pedagogical tools to support students learning in higher education. *Interactive Learning Environments*, 1-10. 10.1080/10494820.2023.2167840
- Alonso-García, E., Machargo, I, Méndez, G., Pérez, M.F. y Socorro, M.C. (1996). Predicción del rendimiento académico al inicio del Bachillerato y FP. *Renovación Pedagógica*, 3(297), 1559-1561.
- Alonso-Tapia, J. (1995). *Orientación educativa*. Síntesis
- Alonso-Tapia, J. (2005). Motives, expectancies and value-interests related to learning: the MEVA questionnaire. *Psicothema*, 17(3), 404-411.
- Alonso-Tapia, J. (2007). Evaluación de la motivación en entornos educativos. En M. Álvarez, y R. Bisquerra-Alzina, (Ed.). *Manual de orientación y tutoría* (pp. 210-224). Praxis.
- Alonso-Tapia, J. y Ruiz-Díaz, M. (2007). Learning related motives and the perception of the motivational quality of the learning environment. *Psicothema*, 19(4), 603-609. <https://bit.ly/3JM7t1g>

- Alonso-Tapia, J., Huertas-Martínez, J.A. y Ruiz-Díaz, M.A. (2010). On the nature of motivational orientations: implications of assessed goals and gender differences for motivational goal theory. *The Spanish Journal of Psychology*, 13(1), 231-242.
- Álvarez, L., Núñez, J.C., Hernández, J., González-Pienda, J.A. y Soler, E. (1998). Componentes de la motivación: evaluación e intervención académica. *Aula Abierta*, 71, 91-120. <https://bit.ly/3bJAmhQ>
- Álvarez-Marín, A., Velázquez-Iturbide, J.A. y Castillo-Vergara, M. (2020). *Intention to use an interactive AR app for engineering education*. [Presentación en conferencia]. IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), New York, Estados Unidos. doi: 10.1109/ISMAR-Adjunct51615.2020.00033
- Álvarez Sánchez, S., Delgado Martín, L., Gimeno González, M. Ángel, Martín García, T., Almaraz Menéndez, F. y Ruiz Méndez, C. (2017). El Arenero Educativo: La Realidad Aumentada un nuevo recurso para la enseñanza. *EDMETIC*, 6(1), 105-123. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5810>
- Amores-Valencia, A.J. (2019). Las Nuevas Tecnologías como factor de motivación. Posibilidades y pautas para la Educación Secundaria. *Campus educación Revista Digital Docente*, 4(16), 39-44. <https://bit.ly/3plU46p>
- Amores-Valencia, A.J. y De-Casas-Moreno, P. (2019). El uso de las TIC como herramienta de motivación para alumnos de enseñanza secundaria obligatoria. Estudio de caso Español. *Hamut'ay*, 6(3), 37-49. <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v6i3.1845>
- Amores-Valencia, A.J. (2020). Metodologías activas y TIC. Propuestas didácticas para Educación Secundaria Obligatoria. *Campus educación Revista Digital Docente*, 1(17), 19-24. <https://bit.ly/3bRKWU6>
- Amores-Valencia, A.J., Burgos, D. y Branch, J.W. (2021). The influence of gender in the use of Augmented Reality in Education: A Systematic Literature Review. *2021 XI International Conference on Virtual Campus (JICV)*, (pp. 1-4). IEEE. doi: 10.1109/JICV53222.2021

- Anderman, E. M., Anderman, L. H., Yough, M. S. y Gimbert, B. G. (2010). Value-Added Models of Assessment: Implications for Motivation and Accountability. *Educational Psychologist*, 45(2), 123-137. <https://doi.org/10.1080/00461521003703045>
- Apter, M.J. (1982). *The Experience of Motivation: The Theory of Psychological Reversal*. Academic Press.
- Arana, J. M., Meilán, J. J., Gordillo, F. y Carro, J (2010). Estrategias motivacionales y de aprendizaje para fomentar el consumo responsable desde la Escuela. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 39 (19-39). <http://bit.ly/2DXDhiV>
- Arcia-Fuentes, P.A. y Falconett-Díaz, V.V. (2023). Factores asociados: motivación, hábitos y técnicas de estudio en estudiantes de primer ingreso en tres licenciaturas de la UDELAS, sede Panamá, 2020. *REDES*, 15(1), 8–21. <https://bit.ly/3Kbh8io>
- Area-Moreira, M., Cepeda-Romero, O. y Feliciano-García, L. (2018). Perspectivas de los alumnos de Educación Primaria y Secundaria sobre el uso escolar de las TIC. *Revista Educatio Siglo XXI*, 36(2), 229-253. <https://doi.org/10.6018/j/333071>
- Arias, F.G. (2006). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. (5º. ed.). Episteme.
- Arici, F., y Yilmaz, M. (2022). An examination of the effectiveness of problem-based learning method supported by augmented reality in science education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(2), 446-476. <https://doi.org/10.1111/jcal.12752>
- Arici, F., Yilmaz, R.M. y Yilmaz, M. (2021). Affordances of augmented reality technology for science education: Views of secondary school students and science teachers. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(5), 1153-1171. <https://doi.org/10.1002/hbe2.310>
- Arrivillaga-Hurtado, F., García-Rodríguez, M.L. y Maldonado-Reynoso, N.P. (2023). El autoconcepto académico en matemáticas: ruta hacia una categorización a través del método de análisis conceptual. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 13(26), 1-22. <https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1435>

- Ashqui-Cevallos, A.L. (2023). *Los tipos de aprendizaje y el desempeño académico de los estudiantes de Educación General Básica media de la Unidad Educativa “Madre Gertrudis” del cantón Cevallos*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Digital UTA. <https://bit.ly/3MnOIKf>
- Astleitner, H. y Hufnagl, M. (2003). The Effects of ARCS-Strategies on Self-Regulated Learning with Instructional Texts. *Journal of educational Multimedia and hypermedia*, 12 (4), 361-376.
- Atkinson, J.W. (1953). The Achievement Motive and Recall of Interrupted and Completed Tasks. *Journal of Experimental Psychology*, 46, 381-390.
- Atkinson, J. W. (1958). *Motives in fantasy, action, and society*. Van Nostrand.
- Atkinson, J. W. (1964). *An introduction to motivation*. Van Nostrand.
- Atkinson, J. W. (1974). The mainspring of achievement-oriented activity. En Atkinson, J.W. y Raynor, J.O. (eds.). *Personality, Motivation, and Achievement* (pp. 13-41). Hemisphere
- Atkinson, J.W. y Birch, D. (1970). *The Dynamics of Action*. John Wiley
- Atkinson, J.W. y Birch, D. (1974). The Dynamics of Achievement-oriented Activity. En Atkinson, J.W. y Raynor, J.O. (eds.): *Motivation and Achievement*. V. H. Winston.
- Atkinson, J.W. y Birch, D. (1978). *An Introduction to Motivation*. Van Nostrand.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence*, 6(4), 355–385.
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. y MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47. <http://doi.org/10.1109/38.963459>
- Baabdullah, A. M., Alsulaimani, A. A., Allamnakhrah, A., Alalwan, A. A., Dwivedi, Y. K. y Rana, N. P. (2022). Usage of augmented reality (AR) and development of e-learning outcomes: an empirical evaluation of students’ e-learning experience. *Computers & Education*, 177, 104383. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104383>.

- Bacca-Acosta, J.L. (2017). *Framework for the design and development of motivational augmented reality learning experiences in vocational education and training*. [Tesis Doctoral, Universitat de Girona]. Repositorio digital DUGi. <http://hdl.handle.net/10803/432788>
- Báez y Pérez de Tudela, J. (2007). *Investigación cualitativa*. ESIC
- Bandura, A. (1969). *Principles of Behavior Modification*. Holt, Rinehart and Winston.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 191-215.
- Bane, R., Kölsch, M., Höllerer, T. y Turk, M. (2006). Multimodal interaction with a wearable augmented reality system. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 26(3), 62-71.
- Banza-Estêvão, D.C. (2017). *Las actitudes de los alumnos de Enseñanza Básica (2º y 3º ciclo) del municipio de Beja ante la seguridad en Internet*. [Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura]. Repositorio digital redined. <https://bit.ly/3IDR3pL>
- Barca-Lozano, A., Peralbo-Uzquiano, M., Porto-Rioboo, A.M. y Brenlla-Blanco, J.C. (2008). Contextos multiculturales, enfoques de aprendizaje y rendimiento académico en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46, 193-226. <https://doi.org/10.35362/rie460723>
- Barca-Lozano, A., Peralbo-Uzquiano, M., Porto-Rioboo, A.M. y Brenlla-Blanco, J.C. (2011). Metas académicas del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato con alto y bajo rendimiento escolar. *Revista de Educación*, 354, 341-368. <https://bit.ly/3zRyD2i>
- Barca-Lozano, A., Almeida, L.S., Porto-Rioboo, A. M., Peralbo, M. y Brenlla-Blanco, J.C. (2012). Motivación escolar y rendimiento: impacto de las metas académicas, de estrategias de aprendizaje y autoeficacia. *Anales de Psicología*, 28(3), 848-859. <https://doi.org/10.6018/analesps.28.3.156101>

- Barcia-Delgado, L.M. y Cobeña-Macias, T.E. (2023). La realidad aumentada en el proceso de enseñanza aprendizaje, para mejorar la motivación en los estudiantes. *Revista científica multidisciplinaria arbitrada yachasun* 7(12), 31–44. <https://doi.org/10.46296/yc.v7i12.0272>
- Barroso-Osuna, J. y Cabero-Almenara, J. (2010). *La investigación educativa en TIC. Visiones prácticas*. Síntesis.
- Barroso-Osuna, J. y Cabero-Almenara, J. (2013). La escuela en la sociedad de la información. En J. Barroso y J. Cabero (Ed.), *Nuevos escenarios digitales. Las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la formación y desarrollo curricular* (pp.21-36). Ediciones Pirámide.
- Barroso-Osuna, J., Cabero-Almenara J.J. y Gutiérrez-Castillo, J.J. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por estudiantes universitarios: grado de aceptación de esta tecnología y motivación para su uso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa RMIE*, 23(79), 1261-1283. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.221>
- Barroso-Osuna, J. y Gallego-Pérez, O. (2016). La realidad aumentada y su aplicación en la educación superior. *Revista del Salomé*, 1(2), 111-124. <https://doi.org/10.32541/salome.2016.v1i2.pp111-124>
- Barroso-Osuna, J. y Gallego-Pérez, O. (2017). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad Aumentada por parte de estudiantes de magisterio. *Revista Edmetic*, 6(1), 23-38. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5806>
- Beck, R. C. (2000). *Motivation: Theories and Principles. Fourth Edition*. PrenticeHall.
- Bennasar-García, M.I., Duque-Fernández, L.M. y Martínez-Nadal, H.A. (2023). Las prácticas educativas de la educación física para estudiantes con necesidades educativas especiales durante la pandemia. *MHSalud*, 20(1), 1-23. <https://doi.org/10.15359/mhs.20-1.13>
- Berlanga-Silvente, V. y Rubio-Hurtado, M. J. (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *Reire. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 5(2), 101-113. <http://doi.org/10.1344/reire2012.5.2528>

- Bernabé-Muñoz, I. (2008). *Las Webquest en el espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Desarrollo y evaluación de competencias con Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la universidad*. [Tesis doctoral, Universidad Jaime I, Castellón de la Plana]. Repositorio UJI. <https://www.tdx.cat/handle/10803/10367>
- Bernardo, A. B., Núñez, J. C., González-Pienda, J. A., Rosário, P., Álvarez, L., González-Castro, P., Valle, A., Rodríguez, S., Cerezo, R., Álvarez, D. y Rodríguez, C. (2009). Estilos intelectuales y rendimiento académico: Una perspectiva evolutiva. *Psicothema*, 21(4), 555–561. <https://bit.ly/3doVFpG>
- Berrío-Quispe, M.L., Chávez-Bellido, D.E., Gutiérrez-Avellaneda, M. M. y Gonzales-Sánchez, A.C. (2023). Práctica pedagógica afectiva en el proceso de aprendizaje de estudiantes universitarios. *Encuentros. Revista de Ciencias Humanas, Teoría Social y Pensamiento Crítico*, (17), 217-227. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7527645>
- Beswick, D. G. (2009) Management implications of the interaction between intrinsic motivation and extrinsic rewards. *Intrinsic motivation*. R. Raj.Punagutta, Hyderabad, India, Icfai University Press: 130-159
- Boekaerts, M. (1996). Self-regulated learning at the junction of cognition and motivation. *European Psychologist*, 1(2), 100-112. doi: 10.1027/1016-9040.1.2.100
- Bonk, C. J. y Wiley, D. (2020). Preface: Reflections on the waves of emerging learning technology. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 68(4), 1595-1612. doi: 10.1007/s11423-020-09809-x.
- Borkowski, J.G. y Thorpe, P.K. (1994): Self-regulation and motivation: A life-span perspective on underachievement. In Schunk, D.R. y Zimmerman, B.J. (eds.). *Self-regulation of learning and performance. Issues and educational applications* (pp. 45-74). LEA.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A. y Grover, D. (2014). Augmented Reality in education-cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>

- Bringas-Molleda, C., Rodríguez-Díaz, F.J. y Herrero-Díez, F.J. (2009). Responsabilidad y comportamiento antisocial del adolescente como factores asociados al rendimiento escolar. *Acta colombiana de psicología*, 12(2), 69-76. <https://bit.ly/3zOSnDH>
- Bricklin, B. y Bricklin, M. (1988). *Causas psicológicas del bajo rendimiento escolar*. Pax
- Briones, G. (2002). *Metodología de la investigación cuantitativa en ciencias sociales*. ARFO.
- Buchner, J. (2021). Generative learning strategies do not diminish primary students' attitudes towards augmented reality. *Education and Information Technology*, 26(3), 1-17. doi: 10.1007/s10639-021-10445-y
- Buchner, J., Buntins, K. y Kerres, M. (2022). The impact of augmented reality on cognitive load and performance: a systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 285–303. <https://doi.org/10.1111/jcal.12617>
- Bursztyn, N. Walker, A., Shelton, B. y Pederson, J. (2017). Assessment of student learning using augmented reality Grand Canyon field trips for mobile smart devices. *Geosphere*, 13(2), 260–268. <https://doi.org/10.1130/GES01404.1>
- Bursztyn, N. Walker, A., Shelton, B. y Pederson, J. (2017). Augmented reality instructional tool in enhancing geography learners academic performance and retention in Osun state Nigeria. *Education and Information Technologies*, 25(4), 3021-3033. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10099-2>
- Cabello, P., Saadati, F., Barahona, P., Celis, J. y Felmer, P. (2022). Experiencias y motivación para el aprendizaje en la implementación de formación a distancia durante la emergencia sanitaria de Covid-19 en la educación superior técnico profesional. *Calidad en la educación*, 57, 101-135. doi: 10.31619/caledu.n57.1226
- Cabero-Almenara, J. (2015). Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (1), 19-27. <https://doi.org/10.51302/tce.2015.27>

- Cabero-Almenara, J. y Barroso-Osuna, J. (2016a). Ecosistema de aprendizaje con realidad aumentada: posibilidades educativas. *CEF*, 5, 141-154. <https://doi.org/10.51302/tce.2016.101>
- Cabero-Almenara, J. y Barroso-Osuna, J. (2016b). The educational possibilities of Augmented Reality. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50. <https://doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>
- Cabero-Almenara, J. y García-Jiménez, F. (2015). Conceptos previos. En F. García y J. Cabero (Ed.), *Realidad aumentada. Tecnología para la formación* (pp.13-20). Síntesis.
- Cabero-Almenara, J. y García-Jiménez, F. (coords). (2016). Aplicaciones de la realidad aumentada en contextos universitarios. En F. García y J. Cabero (Ed.), *Realidad aumentada: tecnología para la formación* (pp.127-135). Síntesis.
- Cabero-Almenara, J., Fernández-Robles, B. y Marín-Díaz, V. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 167-185. doi: 10.5944/ried.20.2.17245.
- Cabero-Almenara, J. y Marín-Díaz, V. (2018). Blended learning y realidad aumentada: experiencias de diseño docente. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 57-74. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.1.18719>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, C. y Fernández-Martínez, M. (2019a). Educational Uses of Augmented Reality (AR): Experiences in Educational Science. *Sustainability*, 11(18), 4990. doi: 10.3390/su11184990
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J. y Llorente-Cejudo, C. (2019b). Augmented reality in university education. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 17(1), 105-118. <https://doi.org/10.4995/redu.2019.11256>
- Cabero-Almenara, J., Fernández-Batanero, J.M. y Barroso-Osuna, J. (2019c). Adoption of augmented reality technology by university students. *Heliyon*, 5(5), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01597>

- Cagiltay, N.E., Ozcelik, E., Berker, M. y Menekse-Dalveren, G.G. (2019). The Underlying Reasons of the Navigation Control Effect on Performance in a Virtual Reality Endoscopic Surgery Training Simulator. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(15), 1396- 1403. doi: 10.1080/10447318.2018.1533151
- Canal-Ku, M. G. (2013). *Algoritmo de Reconocimiento de Objetos en Escenas Complejas para Aplicaciones de Realidad Aumentada*. [Tesis doctoral, Universidad en Guanajuato]. Repositorio Centro de Investigación en Matemáticas.
- Cárdenas-Cordero, N.M., Guevara-Vizcaíno, C.F., Moscoso-Bernal, S.-A. y Álvarez-Lozano, M.I. (2023). Metodologías activas y las TICs en los entornos de aprendizaje. *Revista Conrado*, 19(91), 397-405. <https://bit.ly/3U2SgxQ>
- Cárdenas-Huérfino, N.G. (2021). *Incorporación de la Realidad Aumentada como herramienta en procesos de Orientación Vocacional: caso de estudio en los colegios distritales de la localidad de Suba, Bogotá*. [Proyecto Fin de Máster, Universidad EA]. Repositorio digital Minerva. <https://bit.ly/3Zz1qod>
- Cardoso-Júnior, A. y Delbone-de-Faria, R.M. (2021). Psychometric assessment of the Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) instrument in a remote learning environment. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 45(4), 197-211. doi:10.1590/1981-5271v45.4-20210066.ING
- Cardozo, L.A., Peña-Ibagón, J.C., Florez-Escobar, W., Castillo-Daza, C.A., Bonilla, D.A. y Reina-Monroy, J.L. (2023). Autoconcepto físico en estudiantes universitarios: Generación de perfiles por clasificación jerárquica sobre componentes principales. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (48), 167-177. <https://bit.ly/3zDrKBO>
- Carlton, B. (2017). *Virtual Reality & Learning. A Masie report*. Elliot Masie.
- Carmona-Rodríguez, C., Sánchez-Delgado, P. y Bakieva, M. (2011). Actividades extraescolares y rendimiento académico: diferencias en autoconcepto y género. *Revista de Investigación Educativa*, 29(2), 447-465. <https://bit.ly/3zKWjFt>
- Carrillo, M., Padilla, J., Roser, T. y Villagómez, M.S. (2009). La motivación y el aprendizaje. *Alteridad. Revista de Educación*, 4(2),20-32. <https://bit.ly/3dsIXr1>

- Carrión-Vaca, G.E. (2018). *Comparativa de tres herramientas de realidad aumentada utilizando una metodología de medición de software ISO*. [Tesis doctoral, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital UTN. <https://bit.ly/3G2Vt8R>
- Carrizo, D. y Moller, C.M. (2018). Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26, 45-54. doi: 10.4067/S0718-33052018000500045
- Casillas, A., Robbins, S., Allen, J., Kuo, Y., Hanson, M. A. y Schmeiser, C. (2012). Predicting early academic failure in high school from prior academic achievement, psychosocial characteristics, and behavior. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 407-420. <https://doi.org/10.1037/a0027180>
- Caso-Niebla, J. y Hernández-Guzmán, L. (2009). Variables que inciden en el rendimiento académico de adolescentes mexicanos. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 39(3), 487-501. <https://bit.ly/3JMjN11>
- Castaño-Garrido, C., Maiz-Olazabalaga, I. y Garay-Ruiz, U. (2015). Percepción de los participantes sobre el aprendizaje en un MOOC. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 18 (2), 197-221. <https://bit.ly/3vUoY9B>
- Castejón, J.L., Navas, L. y Sampascual, G. (1996). Un modelo estructural sobre los determinantes cognitivo-motivacionales del rendimiento académico. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 49(1), 27-43. <https://bit.ly/3peWfJ0>
- Castellano, A. (2012). *El profesor, principal agente de la motivación*. [Trabajo Fin de Máster, Universidad Internacional de la Rioja]. Re-UNIR Repositorio Digital <http://bit.ly/2WsRsUk>
- Castro-Marcos, O. (2022). *Minecraft educativo: una propuesta de gamificación en educación primaria a través de videojuegos y realidad aumentada*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Oviedo]. Repositorio Institucional RUO. <https://bit.ly/3QFe7sg>
- Cearley, D. (2016). *Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2017*. Consultora Gartner. <https://gtnr.it/3G54Aoz>

- Cebrián Cifuentes, S., Belloch Ortí, C., Bo Bonet, R.M. y Fuster Palacios, I. (2015). La relación de las estrategias de aprendizaje en los estudiantes de ingeniería y su relación con la utilización de las TIC. En AIDIPE (Ed.), *Investigar con y para la sociedad*, 3, (pp. 1431-1444). Bubok. <https://bit.ly/3pj0vrd>
- Cedeño-Salavarría, D.E. y Jama-Zambrano, V.R. (2023). La motivación en la lectura para el desarrollo de la creatividad en niños de básica elemental. *Revista Universidad De Guayaquil*, 136(1), 71–80. <https://doi.org/10.53591/rug.v136i1.1902>
- Cen, L., Ruta, D., Al Qassem, L.M.M.S. y Ng, J. (2020). Augmented Immersive Reality (AIR) for Improved Learning Performance: A Quantitative Evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13 (2), 283-296. doi: 10.1109/TLT.2019.2937525.
- Chang, N.C. y Chen, H.H. (2015). A Motivational Analysis of the ARCS Model for Information Literacy Courses in a Blended Learning Environment. *Libri*, 65(2). doi: 10.1515/libri-2015-0010
- Chang, M. y Lehman, J. (2002). Learning foreign language through an interactive multimedia program: An experimental study on the effects of the relevance component of ARCS model. *Caligoj*, 20(1), 81 – 98.
- Che, Y. (2012). A study of learning effects on e-learning with interactive thematic video. *Journal Educational Computing Research*, 47(3), 279-292. doi: 10.2190/EC.47.3.c
- Chen, Y.C., Chi, H.L., Hung, W.H. y Kang, S.C. (2011). Use of tangible and augmented reality models in engineering graphics courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(4), 267-276. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000078](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000078)
- Chen, M. P. y Liao, B. C. (2015). *Augmented reality laboratory for high school electrochemistry course*. [Presentación en conferencia]. Proceedings - IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies: Advanced Technologies for Supporting Open Access to Formal and Informal Learning, ICALT, Taiwan. doi: 10.1109/ICALT.2015.105

- Chen, G.J. y Chen, R.S. (2018). *A case study of the development of using augmented reality in teaching nature and life technology to a junior high school students in Southern Taiwan*. [Presentación en conferencia]. Proceedings - 1st International Cognitive Cities Conference, Okinawa, Japan. doi: 10.1109/IC3.2018.00-41
- Chen, M.P., Wang, L.C., Zou, D., Lin, S.Y., Xie, H. y Tsai, C.C. (2020). Effects of captions and English proficiency on learning effectiveness, motivation and attitude in augmented-reality-enhanced theme-based contextualized EFL learning. *Computer Assisted Language Learning*. doi: 10.1080/09588221.2019.1704787
- Chen, J.J., Hsu, Y., Wei, W. y Yang, C. (2021). Continuance intention of augmented reality textbooks in basic design course. *Education Sciences*, 11(5), 1-16. <https://doi.org/10.3390/educsci11050208>
- Cheng, Y. y Bololia, L. (2023). The Effects of Augmented Reality on Social Skills in Children with an Autism Diagnosis: A Preliminary Systematic Review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10803-022-05878-4>
- Cheng, K.H. y Tsai, C.C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-432. <https://dx.doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>
- Chimento, L. (2016). *Gamification into Projecto Management*. [Tesis doctoral, Universidad Torcuato di Tella]. Repositorio Digital UTDT. <https://repositorio.utdt.edu>
- Citarella, A., Maldonado-Briegas, J.J., Sánchez-Iglesias, A.I. y Vicente-Castro, F. (2020). A motivación y su relación con la autoeficacia académica y orientación a las metas en una muestra de estudiantes de escuela secundaria en el sur de Italia. *Revista INFAD De Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 479–488. doi: 10.17060/ijodaep.2020.n1.v2.1873
- Cofer, C.N. y Appley, M.H. (1979). *Psicología de la Motivación*. Trillas.

- Coimbra, T., Cardoso, T. y Mateus, A. (2015). Augmented Reality: an Enhancer for Higher Education Students in Math's learning? 6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Infoexclusion (DSAI 2015). *Procedia Computer science*, 67, 332-339. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.277>
- Colás-Bravo, M. P., De-Pablos-Pons, J. y Ballesta-Pagán, J. (2018a). Incidencia de las TIC en la enseñanza en el sistema educativo español: una revisión de la investigación. *Revista Educación a Distancia*, 56(2), 1-23. <http://dx.doi.org/10.6018/red/56/2>
- Colás-Bravo, M. P., Reyes-De-Cózar, S. y Conde-Jiménez, J. (2018b). Los usos de las TIC en las aulas como factor predictivo del estado emocional de los estudiantes. *Revista Currículum*, 31, 9-30. : <http://doi.org/10.25145/j.qurricul.2018.31.001>
- Coll, C., Mauri, T. y Onrubia, J. (2008). Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el análisis de casos y la resolución de problemas. En Coll, C. y Monereo, C. (Eds.). *Psicología de la educación virtual* (pp. 213-232). Morata
- Collins, K.M.T., Onwuegbuzie, A.J. y Sutton, I.L. (2006). A model incorporating the rationale and purpose for conducting mixed methods research in special education and beyond. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 4, 67-100.
- Colombo, M. (2017). Vínculo emocional. Reflexión pedagógica. *Escritos en la Facultad*, 136, 90-91.
- Contreras, F., Espinosa, J.C., Esguerra, G., Haikal, A., Polanía, A. y Rodríguez, A. (2005). Autoeficacia, ansiedad y rendimiento académico en adolescentes. *Diversitas*, 1(2), 183-194. <https://bit.ly/3BXO4Zs>
- Cook, D.A., Beckman, T.J., Thomas, K.G. y Thompson, W.G. (2009). Measuring Motivational Characteristics of Courses: Applying Keller's Instructional Materials Motivation Survey to a Web-Based Course. *Academic Medicine*, 84(11), 1505-1509. doi:10.1097/ACM.0b013e3181baf56d

- Cooper, J. (1999). Unwanted consequences and the self: In search of the motivation for dissonance reduction. En Harmon-Jones, E. y Mills, J. (eds.). *Cognitive Dissonance: Progress on a Pivotal Theory in Social Psychology. Science Conference Series* (pp. 149-173). American Psychological Association.
- Córcoles-Charcos, M., Tirado-Olivares, S., González-Calero Somoza, J. A. y 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>
- Córdoba-Caro, L.G., García-Preciado, V., Luengo-Pérez, L.M., Vizuite-Carrizosa, M. y Feu-Molina, S. (2012). Cómo influyen la trayectoria académica y los hábitos relacionados con el entorno escolar en el rendimiento académico en la asignatura de educación física. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 9(21), 9–13. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i21.34596>
- Corredor-García, M. S. y Bailey-Moreno, J. (2020). Motivación y concepciones a las que alumnos de educación básica atribuyen su rendimiento académico en matemáticas. *Revista Fuentes*, 22(1), 127-141. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2020.v22.i1.10>
- Covington, M.V. (1992). *Making the grade*. Cambridge University Press
- Cozar-Gutiérrez, R. y Sáez-López, J.M. (2017). Realidad aumentada, proyectos en el aula de primaria: experiencias y casos en Ciencias Sociales. *EDMETIC*, 6(1), 165-180. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5813>
- Creswell, J.W. (2009). *Research Design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3.^a ed.). Sage.
- Csikszentmihalyi, M. y Csikszentmihalyi, I.S. (1988). *Optimal Experience. Psychological Studies of Flow in Consciousness*. Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*. HarperCollins Publishers

- Cubillo-Arribas, J. (2014). *ARLE: una herramienta de autor para entornos de aprendizaje de realidad aumentada*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia]. Repositorio de contenidos digitales UNED. <https://bit.ly/3XbraoS>
- Cuéllar-Álvarez, J. y García-Martínez, M. (2023). Caracterización del estilo comunicativo pedagógico para la motivación estudiantil en adolescentes: Characterization of the pedagogic talkative style for the student motivation in adolescents. *Maestro y Sociedad*, 20(1), 108-112. <https://bit.ly/3KuHQE7>
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S. y Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computer & Education*, 68, 557-569. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.015>
- Cuero-Sandoval, E. (2017). *Fortalecimiento de competencias comunicativas en el proceso de lectura, a través de la integración de TIC en la asignatura de Economía y Política*. [Tesis doctoral, Universidad Libre Seccional Cali]. Repositorio Institucional Unilibre. <https://bit.ly/3P5051L>
- Cuesta-Medina, L. (2009). *Diseño, desarrollo e implementación de un modelo instruccional virtual para programas de formación docente*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia]. Repositorio de contenidos digitales UNED. <https://bit.ly/3BBiVuw>
- Cupani, M. y Lorenzo, J. (2010). Evaluación de un modelo social-cognitivo del rendimiento en matemática en una población de preadolescentes argentinos. *Infancia y Aprendizaje*, 33(1), 63-74. <https://doi.org/10.1174/021037010790317216>
- Cury, F., Elliot, A., Fonseca, D. y Moller, A. (2006). The social-cognitive model of achievement motivation and the 2 x 2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90(4), 666-679. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.90.4.666>
- Davis, N. (2016, enero 28). *Augmented Reality SDK Comparison*. SocialCompare Collaborative comparison engine. Recuperado el 3 de enero de 2022 de: <https://bit.ly/3eLcA32>

- Deary, I.J., Strand, S., Smith, P. y Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35(1), 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.02.001>
- Deigmann, P., Schmidt, M., Eynden, S.V. y Basten, D. (2015). *Benefits of Augmented Reality in Educational Environments – A Systematic Literature Review*. [Presentación en conferencia]. 12th International Conference on Wirtschaftsinformatik, 1542-1556.
- De-la-Torre, F. (2000). Relaciones humanas en el ámbito laboral. *Trillas*.
- De-la-Torre-Cantero, J., Martín-Dorta, N., Saorín-Pérez J.L., Carbonell-Carrera, C.C. y Contero-González, M. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *Revista de Educación a Distancia*, (37).
- Del-Rio-Guerra, M.S., Martín-Gutiérrez, J., López-Chao, V.A., Flores-Parra, R. y Ramírez-Sosa, M.A. (2019). AR Graphic Representation of Musical Notes for Self-Learning on Guitar. *Applied Sciences*, 9(21), 4527. doi: 10.3390/APP9214527
- De-Paiva-Guimarães, M. y Farinazzo-Martins, V. (2014). Desafios a serem superados para o uso de Realidade Virtual e Aumentada no cotidiano do ensino. *Revista de Informática Aplicada*, 9(1), 1-10. <https://doi.org/10.13037/ria.vol9n1.2744>
- De-Pedro-Carracedo, J. y Martínez-Méndez, C.L. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *EEE-RITA*, 7(2), 102-108.
- Díaz-Amado, S., Porcar-Gómez, M. y Aguirre, J. (2023). El caso del rendimiento académico y la autorregulación del aprendizaje en estudiantes de secundaria. *MLS Educational Research (MLSER)*, 7(1), 1-20. <https://doi.org/10.29314/mlser.v7i1.947>
- Díaz-Barriga, A. (2005). El profesor de educación superior frente a las demandas de los nuevos debates educativos. *Perfiles Educativos*, 27 (108), 9-30.

- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M. y Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*, 2(7), 162-167. <https://bit.ly/2TBKZEZ>
- Dirin, A., Alamäki, A. y Suomala, J. (2019). Gender differences in perceptions of conventional video, virtual reality and augmented reality. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 13(13), 93–103. <https://doi.org/10.3991/ijim.v13i06.10487>.
- Di-Serio, A., Ibáñez, M.B. y Delgado-Kloos, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computer & education*, 68, 586-596. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Ditrendia: Digital Marketing Trends. (2021). *Informe Mobile en España y en el Mundo*. <https://bit.ly/3z7IP5K>
- Domínguez, A., Cabrero, A., Simões, B., Chiazese, G., Farella, M., Arrigo, M., Seta, L., Chifari, A., Tosto, C., Goei, S.L., Mangina, E. y Masneri, S. (2023). Collaborative Augmented Reality Tools for Behavioral Lessons. In: Auer, M.E., Pachatz, W., Rüttemann, T. (eds). *Learning in the Age of Digital and Green Transition. ICL 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 633. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26876-2_10
- Dörnyei, Z. (1994). Where are we regarding language learning motivation. *Modern Language Journal*, 78 (3), 273-284. doi: 10.1111/j.1540-4781.1994.tb02042.x
- Dörnyei, Z. (2001). *Motivational Strategies in the Language Classroom*. Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511667343
- Dörnyei, Z. y Csizer, K. (2005). Language Learner's Motivational Profiles and their Motivated Learning Behaviour. *Language Learning*, 55 (4), 613-659. doi: 10.1111/j.0023-8333.2005.00319.x
- Duh, H.B.L. y Klopfer, E. (2013). Augmented reality learning: New learning paradigm in co-space. *Computers & Education*, 68, 534-535. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.030>

- Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L. y Adams, S. (2012). *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Eccles, J. y Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values and goals. En Fiske, D. L. y Schacter C. (eds.). *Annual Review of Psychology*, 109–132.
- Eggert, M. A. (2000). *The Motivation Pocketbook*. Management Pocketbooks Ltd
- Elfeky, A.I.M. y Elbyaly, M.Y.H. (2023). The effectiveness of virtual classrooms in developing academic motivation across gender groups. *Annals of Forest Research*, 66(1), 2005-2020. <https://www.e-afr.org/article/view-2023/pdf/2021.pdf>
- Elliot, A. J. (2008). Approach and avoidance motivation. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of approach and avoidance motivation* (pp. 3–14). Psychology Press.
- Elliott, E. S. y Dweck, C. S. (1988). Goals: An approach to motivation and achievement. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(1), 5–12. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.1.5>
- El-Sayed, N., Zayed, H.H. y Sharawy., M. (2011). ARSC: Augmented reality student card. An augmented reality solution for the education field. *Computers & Education*, 56(4), 1045-1061. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.019>
- Elvira-Valdés, M.A. (2011). Motivación y Neurociencia: Algunas implicaciones educativas. *Acción pedagógica*, (20), 104-109.
- Espinoza-Catalán, A.M. y Alborno, N. (2023). Sexismo en Educación Superior: ¿Cómo se Reproduce la Inequidad de Género en el contexto Universitario?. *Psykhé*, 32(1), 1-37. <https://doi.org/10.7764/psykhe.2021.35613>
- Estebanell-Minguell, M., Ferrés-Font, J., Cornellá-Canals, P. y Codina-Regás, D. (2012). Realidad Aumentada y códigos QR en Educación. En J. Hernández, M. Penessi, D. Sobrino y A. Vázquez (Ed.), *Tendencias emergentes en Educación con TIC* (pp.135-156). Espiral.

- Eyring, J. D. (1995). A control theory approach to motivation: Integrating individual difference factors. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering*, 56(2-B): 1138.
- Farias, D. y Pérez, J. (2010). Motivación en la Enseñanza de las Matemáticas y la Administración. *Formación Universitaria*, 3(6), 33-40. doi: 10.4067/S0718-50062010000600005
- Fernández-Paredes, L. (2020). Las tres dimensiones de la Motivación: Valor, afectividad y expectativa. *Campus Educación Revista Digital Docente*, 17, 9-12. <https://www.campuseducacion.com/revista-digitaldocente/numeros/17/>
- Fernández-Robles, B. (2017). *Aplicación del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) al uso de la realidad aumentada en estudios universitarios*. [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba]. Repositorio UCOPress. www.uco.es/publicaciones
- Fernández-Robles, B. y Martínez-Pérez, S. (2023). Experiencia formativa sobre el uso de realidad aumentada con estudiantes del grado de Pedagogía. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 24, 119-140. <https://doi.org/10.51302/tce.2023.2804>
- Ferguson, R., Barzilai, S., Ben-Zvi, D., Chinn, C. A., Herodotou, C., Hod, Y., ... y Rienties, B. (2017). *Innovating Pedagogy 2017: Open University Innovation Report 6*. Milton Keynes: The Open University, UK.
- Festinger, L.A. (1957). *A theory of Cognitive Dissonance*. Stanford University Press.
- Fiestas-Mejía, G.M. y Founes-Mendez, N. F. (2023). Fortalecimiento de la gamificación: estrategia para mejorar el rendimiento académico en escolares de educación básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 5539-5561. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4845
- Fombona-Cadavieco, J., Pascual-Sevillano, M.A. y Madeira-Ferreira, M.F. (2012). Realidad Aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (41),197-210.

- Fonseca-Escudero, D., Redondo-Domínguez, E. y Valls, F. (2016). Motivación y mejora académica utilizando realidad aumentada para el estudio de modelos tridimensionales arquitectónicos. *Education in the Knowledge Society, EKS*, 17(1), 45-64. <https://doi.org/10.14201/eks20161714564>
- Fragoso-Franco, D. (2023). La educación en la afectividad en el aula: Algunas pistas didácticas. *Revista Redipe*, 12(1), 73-100. <https://doi.org/10.36260/rbr.v12i1.1930>
- Francom, G. y Reeves, T. (2010). A significant Contributor to the Field of Educational Technology. *Educational technology*. 50(3), 55-58.
- Freire, P. (2004). *Pedagogía de la autonomía*. Paz e Terra.
- Freund, J., Geiger, C., Grafe, M. y Kleinjohann, B. (2001). The augmented reality personal digital assistant. En *Proceedings of the Second International Symposium on Mixed Reality* (pp. 85-94).
- Fundación Telefónica. (2011). Aplicación de la realidad aumentada. En Fundación Telefónica (Ed.), *Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo* (pp.30-50). Ariel.
- Galanti, A.M (2016). Cómo generar ambientes positivos y motivantes en el aula. *Reflexión Académica de Diseño y Comunicación*, 29(20), 96-99. <https://bit.ly/2OEoXjf>
- Galicia-Alarcón, L., Balderrama-Trápaga, J. y Edel-Navarro, R. (2014). Revisión del modelo atención, relevancia, confianza y satisfacción (ARCS). En Esquivel-Gómez, I. (ed.). *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, 47. Universidad Veracruzana.
- Gallego-Pérez, O. M. (2018). *Estudio y Análisis sobre las posibilidades educativas de la Realidad Aumentada como herramienta de producción de experiencias formativas por parte del alumnado universitario*. [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba]. Repositorio digital UCO. <https://bit.ly/3Iwiguz>
- Gaol, F.L. y Prasolova-Førland, E. (2022). Special section editorial: The frontiers of augmented and mixed reality in all levels of education. *Education and Information Technologies*, 27, 611-623. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10746-2>

- García, T. y Pintrich, P.R. (1994). Regulating motivation and cognition in the classroom: The role of self-schemas and self-regulatory strategies. In Schunk, D.H y Zimmerman, B.J. (eds.). *Self-regulation of learning and performance. Issues and educational applications* (pp. 127-154). LEA.
- García, T. (1995): The role of motivational strategies in self-regulated learning. In Pintrich, P.R. (ed.). *Understanding self-regulated learning* (pp. 29-42). Jossey-Bass Publishers.
- García-Bacete, F.J. y Doménech-Betoret, F. (2002). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista electrónica de motivación y emoción*, 1(6), 24-36.
- García-Bermejo, J. R. (2014, septiembre). *Programación avanzada III: ciclo vital del desarrollo de software*. Academia Press
- García-González, I., Peña-López, I., Johnson, L., Smith, R., Levine, A. y Haywood, K. (2010). *Informe Horizon: Edición Iberoamericana 2010*. The New Media Consortium.
- García-Jiménez, M.V., Alvarado-Izquierdo, J.M. y Jiménez-Blanco, A. (2000). La predicción del rendimiento académico: regresión lineal versus regresión logística. *Psicothema*, 12(2), 248-252. <https://bit.ly/3SA5vVA>
- García-Peralta, A. y Gutiérrez-Priego, R. (2013). *Diseño de una guía de ludificación de contenidos educativos en Entornos Virtuales de Aprendizaje (E.V.A.)*. [Trabajo Fin de Máster, Universidad de Salamanca]. Gredos principal. <https://bit.ly/3Qboww9>
- Garrido, R. y García-Alonso, A. (2008, junio 11). *Técnicas de interacción para sistemas de Realidad Aumentada*. [Presentación en congreso]. II Jornadas sobre Realidad Virtual y Entornos Virtuales (JOREVIR), Albacete, España
- Garrido-Macías, M., Jiménez-Luque, N., Landa-Sánchez, A., Páez-Espinar, E. y Ruíz-Barranco, M. (2013). Factores que influyen en el rendimiento académico: la motivación como papel mediador en las estrategias de aprendizaje y clima escolar. *Revista electrónica de investigación Docencia Creativa*, 2, 17-25. <https://bit.ly/3BZDTTW>

- Garzón-Álvarez, J.F. (2020). *Realidad aumentada como herramienta para enriquecer los entornos educativos*. [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. Biblioteca Complutense. <https://bit.ly/3JIIayH>
- Giarrocco, J. (2017). Motivación y contexto del aula, elementos esenciales en una clase de indumentaria. Reflexión pedagógica. *Escritos en la Facultad*, 136, 90-91.
- Gibson, J., Ivancevich, J. y Donnelly, J. (2001). *Las organizaciones: comportamiento, estructura, procesos (10ª ed.)*. McGraw-Hill Interamericana.
- Goleman, D. (2012). *Inteligencia emocional*. Editorial Kairós SA
- Gómez-García, G., Rodríguez-Jiménez, C. y Marín-Marín, J.A. (2020). La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis. *Alteridad*, 15(1), 36–46. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.03>
- Gómez-Rios, M.D., Paredes-Velasco, M., Hernández-Beleño, R.D. y Fuentes-Pinargote, J. A. (2023). Analysis of emotions in the use of augmented reality technologies in education: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(1), 216-234. <https://doi.org/10.1002/cae.22593>
- Gómez-Tone, H.C., Martín-Gutiérrez, J., Valencia-Anci, L. y Mora-Luis, C.E. (2020). International Comparative Pilot Study of Spatial Skill Development in Engineering Students through Autonomous Augmented Reality-Based Training. *Symmetry*, 12(9), 1401. doi: 10.3390/SYM12091401
- Góngora-Parra, Y. y Martínez-Leyet, O. L. (2012). Del diseño instruccional al diseño de aprendizaje con aplicación de las tecnologías. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(3), 342-360.
- González-Cabanach, R., Valle-Arias, A., Núñez-Pérez, J.C. y González-Pienda, J.A. (1996). Una aproximación teórica al concepto de metas académicas y su relación con la motivación escolar. *Psicothema*, 8 (1), 45-61.
- González-Fernández, A. (2005). *Motivación académica: teoría, aplicación y evaluación*. Ediciones Pirámide.

- González-Pienda, J.A., Núñez-Pérez, J.C., González-Pumariega, S. y García-García, M.S. (1997). Self-concept, self-esteem and school learning. *Psicothema*, 9(2), 271-289. <https://bit.ly/3w0lOkR>
- González-Pienda, J.A. (2003). El rendimiento escolar. Un análisis de las variables que lo condicionan. *Revista Galego-Portuguesa de Psicología e Educación*, 7(8), 247-258. <https://bit.ly/3BXHLEZ>
- González-Segredo, L. y Hernández-Cabrera, J. (2022). *La Realidad Aumentada en las aulas de Educación Infantil*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad de La Laguna]. Repositorio ULL. <https://bit.ly/3bW1pXu>
- González-Valenzuela, M.J. y Martín-Ruiz, I. (2019). Rendimiento académico, lenguaje escrito y motivación en adolescentes españoles. *Universitas Psychologica*, 18(4), 1-13. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy18-4.rale>
- González-Vidal, I.M. (2021). Influencia de las TIC en el rendimiento escolar de estudiantes vulnerables. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 351-365. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27960>
- González-Vides, A.A. (2017). *Aplicación móvil para el aprendizaje y aplicación interactiva de las reglas ortográficas "GtGrafía"*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio digital Usac. <https://bit.ly/3zXh8yJ>
- González-Torres, M.C. (1997). La motivación académica. Sus determinantes y pautas de intervención. EUNSA
- Gonzales-Zurita, O., Rosero, R., Llumiquinga, C. y Rosero, M. (2023). Diseño e implementación de una aplicación de realidad aumentada enfocada a mejorar la educación tecnológica. *I+D Tecnológico*, 19(1), 1-11. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/3778>
- Goundar, M.S. y Kumar, B.A. (2022). The use of mobile learning applications in higher education institutes. *Education and Information Technologies*, 27(1), 1213–1236. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10611-2>

- Greene, B. A., Miller, R.B., Crowson, H.M., Duke, B.L. y Akey, K.L. (2004). Predicting high school students' cognitive engagement and achievement: Contributions of classroom perceptions and motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 29(4), 462-482.
- Grifantini, K. (2009). Faster Maintenance with Augmented Reality. *MIT Technology Review*. <https://bit.ly/3JWWsKf>
- Gutiérrez-Dávila, L.M. (2023). *Estrategias motivacionales del aprendizaje y el desarrollo psicomotor en estudiantes del tercero de primaria de una institución educativa, Camaná 2022*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/108983>
- Gutiérrez-Pinzón, J.C. (2016). *Un mundo virtual para la enseñanza de conceptos de seguridad o informática*. [Trabajo Fin de Máster, Universidad de la Sabana]. Intellectum. <https://bit.ly/3d5wSqi>
- Guzmán-Ortiz, B.E. (2017). *Estudio de viabilidad del uso de la realidad aumentada para la mejora del aprendizaje. Desarrollo de un prototipo para la asignatura de logística*. [Trabajo Fin de Máster, Universidad Politécnica de Valencia]. RiuNet repositorio UPV. <https://bit.ly/2GtDSL5>
- Hadi, S. H., Permanasari, A. E., Hartanto, R., Sakkinah, I. S., Sholihin, M., Sari, R. C. y Haniffa, R. (2022). Developing augmented reality-based learning media and users' intention to use it for teaching accounting ethics. *Education and Information Technologies*, 27(1), 643–670. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10531-1>.
- Hanafi, H.F., Said, C.S., Wahab, M.H. y Samsuddin, K. (2017). Improving Students' Motivation in Learning ICT Course With the Use of A Mobile Augmented Reality Learning Environment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 226(1), 1-10. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/226/1/012114>.
- Hardré, P.L. (2008). Designing Effective Learning Environments for Continuing Education. *Performance Improvement Quarterly*, 14 (3), 43-74. doi: 10.1111/j.1937-8327.2001.tb00218.x

- Harmon-Jones, E. (1999). Toward an understanding of the motivation underlying dissonance effects: Is the production of aversive consequences necessary?. En Harmon-Jones, E. y Mills, J. (eds.). *Cognitive Dissonance: Progress on a Pivotal Theory in Social Psychology. Science Conference Series* (pp. 71-99). American Psychological Association.
- Hauze, S. W. y Marshall, J. M. (2020). Validation of the Instructional Materials Motivation Survey: Measuring Student Motivation to Learn via Mixed Reality Nursing Education Simulation. *International Journal on E-learning*, 19(1), 49-64
- Heider, F. (1946). Attitudes and cognitive organization. *Journal of Psychology*, 21, 107-112.
- Heider, F. (1958). *The Psychology of Interpersonal Relations*. Wiley.
- Hellriegel, D. y Slocum, J. (2004). *Comportamiento organizacional (10ª ed)*. Thomson Learning Editores.
- Helmke, A. y van Aken, M.A.G. (1995). The causal ordering of academic achievement and self-concept of ability during elementary school: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 87(4), 624-637. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.87.4.624>
- Hernández-Rojas, G. (2013). *Paradigmas en psicología de la educación*. Paidós.
- Hernández, R.M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325-347. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- Hernández-Pina, F. y Maquilón-Sánchez, J.J. (2012). Introducción a los diseños de investigación educativa. En S. Nieto (Ed.), *Principios, métodos y técnicas esenciales para la investigación educativa* (pp.109-126). Dykinson.
- Hernández-Rubio, J.A., García-Martínez, S., Olaya-Cuartero, J. y Ferriz-Valero, A. (2023). Acropoly: una propuesta de aprendizaje basado en juegos en educación física para una mayor motivación y rendimiento académico. *Journal of Sport and Health Research*, 15(1), 151-166. <https://doi.org/10.58727/jshr.88813>

- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, M.P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, M.P. (2006). Similitudes y diferencias entre los enfoques cuantitativos y cualitativos. En R. Hernández, C. Fernández-Collado, y P. Baptista (Ed.), *Metodología de la investigación* (pp.3-29). McGraw-Hill.
- Hernando-Gómez, A., Oliva-Delgado, A. y Pertegal-Vega, M. (2012). Variables familiares y rendimiento académico en la adolescencia. *Estudios de Psicología*, 33(1), 51-65. doi: 10.1174/021093912799803791
- Herndon, J.N. (1987). Learner interests, achievement, and continuing motivation in instruction. *Journal of Instructional Development*, 10 (3), 11-14.
- Ho, L.H., Hung, C.L. y Chen, H.C. (2013). Using Theoretical models to examine the acceptance behavior of mobile phone messaging to enhance parent-teacher interaction. *Computers & education*, 61, 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.09.009>
- Hoces, Z. (2023). Motivación y estrategias de aprendizaje en educación superior en Huancavelica - Perú. *Orkopata. Revista De Lingüística, Literatura y Arte*, 2(1), 7–15. <https://doi.org/10.35622/j.ro.2023.01.001>
- Hohlfeld, T., Ritzhaupt, A. y Barron, A. (2013). Are gender differences in perceived and demonstrated technology literacy significant? It depends on the model. *Educational Technology Research and Development*, 61(4), 639–663. <https://doi.org/10.1007/s11423.013.9304.7>.
- Hsieh, M. C. y Chen, S. H. (2019). Intelligence augmented reality tutoring system for mathematics teaching and learning. *Journal of Internet Technology*, 20(5), 1673–1681. doi: 10.3966/160792642019092005031
- Hsu, T.C. (2019). Effects of gender and different augmented reality learning systems on English vocabulary learning of elementary school students. *Universal Access in the Information Society*, 18, 315-325. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0593-1>

- Huacón-Carranza, M.A., Olga-Mercedes, A.A., Aguilar-Morocho, E.K. y Miranda-Gavilanes, E.J. (2023). Análisis de las teorías de aprendizaje dentro de las instituciones educativas ecuatorianas. *Ciencia y Educación*, 4(1), 30 – 45. <https://bit.ly/3Gm4tYS>
- Huang, T.C., Chen, C.C. y Chou, Y.W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers & Education*, 96, 72-82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>
- Huang, W., Diefes-Dux, H. y Imbrie, P. K. (2006). A preliminar validation of Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction model based Instructional Material Motivational Survey in a computer based tutorial setting. *British Journal of Educational Technology*, 37(2), 243-259. doi:10.1111/j.1467-8535.2005.00582.x
- Huang, T.L. y Liao, S.L. (2017). Creating e-shopping multisensory flow experience through augmented-reality interactive technology”. *Internet Research*, 27(2), 449–475. doi: 10.1108/IntR-11-2015-0321
- Huett, J. (2006). *The effects of arcs-based confidence strategies on learner confidence and performance in distance education*. [Tesis doctoral, Universidad del Norte de Texas]. University of North Texas Digital Library. <https://bit.ly/3vC6NW1>
- Huett, J., Kalinowski, K., Moller, L. y Cleaves, K. (2008). Improving the Motivation and Retention of Online. *The American journal of Distance Education*, 22(3), 159-176. doi: 10.1080/08923640802224451
- Hugues, O., Fuchs, P. y Nannipieri, O. (2011). New augmented reality taxonomy: Technologies and features of augmented environment. En *Handbook of augmented reality* (pp. 47-63). Springer.
- Hunter, A. y Brewer, J. (2003). Multimethod Research in Sociology. En Abbas Tashakkori y Charles Teddlie (eds.) *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. Sage.

- Hurtado-Mazeyra, A., Alejandro-Oviedo, O.M., Núñez-Pacheco, R. y Cabero-Almenara, J. (2023). El Digital Storytelling en la modalidad 2D y con realidad aumentada para el desarrollo de la creatividad en la educación infantil. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/red.536641>
- Hustinx, P. W. J., Kuyper, H., van der Werf, M.P. C. y Dijkstra, P. (2009). Achievement motivation revisited: New longitudinal data to demonstrate its predictive power. *Educational Psychology*, 29(5), 561-582. <https://doi.org/10.1080/01443410903132128>
- Ibáñez, M.B., Di-Serio, Á., Villarán, D. y Delgado-Kloos, C. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71,1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>
- INTEF (2017). *Marco Común de Competencia Digital Docente*. Madrid: Ministerio de Educacion, Ciencia y Deportes
- Irawati, S., Green, S., Billingham, M., Duenser, A. y Ko, H. (2006). Move the couch where? developing an augmented reality multimodal interface. *2006 IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 183-186). Santa Bárbara, California: IEEE.
- Jacobsen, M. F., Konge, L., Bach-Holm, D., la Cour, M., Holm, L., Højgaard-Olsen, K., Kjærbo, H., Saleh, G. M. y Thomsen, A. S. (2019). Correlation of virtual reality performance with real-life cataract surgery performance. *Journal of cataract and refractive surgery*, 45(9), 1246–1251. doi: 10.1016/j.jcrs.2019.04.007
- Jamali, S. S., Shiratuddin, M. F. y Wong, K. W. (2014). A review of augmented reality (AR) and mobile-augmented reality (mAR) technology: Learning in tertiary education. *International Journal of Learning in Higher Education*, 20(2), 37-54.
- Jeřábek, T., Rambousek, V. y Wildová, R. (2014). Specifics of Visual Perception of the Augmented Reality in The Context of Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 159, 598-604. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.432>

- Jerez-Carrillo, M.S. (2021). *Motivación y Rendimiento Académico en el alumnado de Educación Secundaria*. [Trabajo Fin de Máster, Universidad de Sevilla]. Repositorio digital idUS. <https://bit.ly/3SD5zny>
- Jiménez-Morales, M.A. y López-Zafra, E. (2009). Inteligencia emocional y rendimiento escolar: estado actual de la cuestión. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 41(1), 69-79.
- Johnson, R.B., Onwuegbuzie, A.J. y Turner, L.A. (2007). Toward a Definition of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1, 112-133 <http://dx.doi.org/10.1177/1558689806298224>
- Johnson, L., Smith, R., Levine, A. y Stone, S. (2010). *The 2010 Horizon Report*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A. y Haywood, K. (2011). *The 2011 Horizon Report*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Johnson, J. (2012, septiembre 10). The Master Key: L. Frank Baum envisions augmented reality glasses in 1901. *Archive today*. <https://bit.ly/3pHQRiF>
- Johnson, L., Becker, S., Cummins, M., Freeman, A., Ifenthaler, D. y Vardaxis, N. (2013a). *Technology out-look for Australian Tertiary Education 2013-2018: An NMC Horizon Project Regional Analysis*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Johnson, L., Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. y Ludgate, H. (2013b). *NMC Horizon Report: Edición sobre Educación Superior 2013*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Johnson, L., Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. y Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Jones, B. (2010). Estudio de componentes de un modelo de motivación en la enseñanza presencial y online. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(22), 915-944.

- Joo-Nagata, J., García-Bermejo Giner, J.R. y Martínez-Abad, F. (2015). Patrimonio Virtual del Territorio: Diseño e implementación de Recursos Educativos en Realidad Aumentada y Navegación Peatonal Móvil. *VAEP-RITA*, 3(1), 46-51.
- Juan, M.C., Charco J.L, García-García, I. y Mollá, R. (2019). An augmented reality app to learn to interpret the nutritional information on labels of real packaged foods. *Frontiers in Computer Science*, 1(1), 1-16. doi: 10.3389/fcomp.2019.00001
- Junco-Herrera, I. (2010). La motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista digital para profesionales de la enseñanza: Temas para la Educación*, 3(9), 1-14. <https://bit.ly/2xXGDID>
- Kashdan, T.B. y Fincham F.D. (2004). Facilitating Curiosity: A Social and Self-Regulatory Perspective for Scientifically Based Interventions. In Linley, P.A. and Joseph, S. (eds). *Positive Psychology Practice* (pp. 482-503). Wiley & Sons.
- Katiyar, A., Kalra, K. y Garg, C. (2015). Marker Based Augmented Reality. *Advances in Computer Science and Information Technology*, 2(5), 441-445.
- Kayaduman, H. y Sağlam, M. (2023). An examination of the research studies on augmented reality use in preschool education: a bibliometric mapping analysis. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2186988>
- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instructional design: A theoretical perspective. In Reigeluth C.M. (Ed.). *Instructional-design theories and models: An overview of their current status* (pp. 383-434). Lawrence Earlbaum Associates.
- Keller, J.M. (1984). The use of the ARCS model of motivation in teacher training. In Trott, K.S. (ed.). *Aspects of Educational Technology: Staff Development and Career Updating*, 17. Kogan Page.
- Keller, J.M. (1987). Motivational design of instructional design: A theoretical perspective. In Reigeluth C.M. (ed.). *Instructional-design theories and models: An overview of their current status* (pp. 384-434). Lawrence Earlbaum Associates.
- Keller, J.M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS model approach*. Springer. doi:10.1007/978-1-4419-1250-3

- Keller, J. M. (2012). ARCS Model of Motivation. In Seel, N.M. (Ed.) *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (pp. 304-305). Springer. doi:10.1007/978-1-4419-1428-6_217.
- Keller, J. M. y Suzuki, K. (1988). Use of the ARCS Motivation Model in courseware design. In D. H. Jonassen (Ed.), *Instructional designs for microcomputer courseware* (pp. 401–434). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Keller, J.M. y Suzuki, K. (2004). Learner motivation and e-learning design: a multinationally validated process. *Journal of Educational Media*, 29(3), 229-239.
- Kipper, G. y Rampolla, J. (2012). *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR*. Elsevier.
- Kirikkaya, E. B. y Başgöl, M. Ş. (2019). The effect of the use of augmented reality applications on the academic success and motivation of 7th grade students. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 362–378. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.362>
- Kitchenham, B. y Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. [Presentación en conferencia]. EBSE Keele University and Durham University Join Report, 001.
- Kitchenham, B.A., Brereton, O.P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J. y Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering—A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1), 7–15. doi: 10.1016/j.infsof.2008.09.009
- Koç, Ö., Altun, E. y Yüksel, H. G. (2021). Writing an expository text using augmented reality: Students’ performance and perceptions. *Education and Information Technologies*, 1–22. doi: 10.1007/S10639-021-10438-X
- Köhler, W. (1925). *The Mentality of Apes*. Harcourt, Brace and World.
- Kontoghiorghes, C. (2002). Predicting motivation to learn and motivation to transfer learning back to the job in a service organization: A new systematic model for training effectiveness. *Performance Improvement Quarterly*, 15 (3), 114-129.

- Koutromanos, G. y Jimoyiannis, A. (2022). Augmented Reality in Education: Exploring Greek Teachers' Views and Perceptions. In: Reis, A., Barroso, J., Martins, P., Jimoyiannis, A., Huang, R.YM., Henriques, R. (eds) *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education: Third International Conference, TECH-EDU 2022*, (pp. 31-42). Springer, Cham: https://doi.org/10.1007/978-3-031-22918-3_3
- Kovalchick, A. y Dawson, K. (2004). *Education and Technology: an encyclopedia*. ABC-CLIO.
- Lai, A.F., Chen, C.H. y Lee, G.Y. (2019). An augmented reality-based learning approach to enhancing students' science reading performances from the perspective of the cognitive load theory. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 232–247. <https://doi.org/10.1111/bjet.12716>
- Lagunes-Domínguez, A., Torres-Gastelú, C., Angulo-Armenta, J. y Martínez-Olea, M. (2017). Prospectiva hacia el Aprendizaje Móvil en Estudiantes Universitarios. *Formación universitaria*, 10(1). <https://doi.org/10.4067/S0718-50062017000100011>
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K. y Evangelidis, G. (2022). Augmented Reality and Gamification in Education: A Systematic Literature Review of Research, Applications, and Empirical Studies. *Applied Sciences*, 12(13), 6809. <http://dx.doi.org/10.3390/app12136809>
- Larrosa-Soliz, R.A. (2018). *Incentivar al uso de la realidad aumentada en la enseñanza a estudiantes*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Universidad de Guayaquil. <https://bit.ly/3CP4iUi>
- Laurens-Arredondo, L. (2022). Mobile augmented reality adapted to the ARCS model of motivation: A case study during the COVID-19 pandemic. *Education and Information Technologies*, 27, 7927-7946. doi: 10.1007/s10639-022-10933-9
- Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated Learning. Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.

- Lazo-Santibáñez, L. (2012). Estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de la química general para estudiantes de primer año de universidad. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 12 (23), 66-89. <https://bit.ly/3Aj12Qc>
- Ledesma-Silva, Y.E. y Cobos-Reina, A.R. (2023). Motivational factors and academic performance in the hybrid modality: Motivación para un aprendizaje significativo. *HUMAN REVIEW. International Humanities Review*, 18(3), 1–11. <https://doi.org/10.37467/revhuman.v18.4884>
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), 13–21. <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>
- Lee y Kim (2012). Development of Web-based Courseware Applied ARCS Model. *Imacst*, 3(1), 33-43.
- Lee, T. y Nguyen, H. (2014, enero 7). Sony Unveils Smart Eyeglass Prototype. *Ubergizmo*. <https://bit.ly/3HMFcoT>
- Lee, Y., Lee, J. y Hwang, Y. (2015). Relating motivation to information and communication technology acceptance: self-determination theory perspective. *Computers in Human Behaviour*, 51, 418–428. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.021>
- Lee, L. y Hao, K. (2015). Designing and evaluating digital game-based learning with the ARCS motivation model, humor, and animation. *International Journal of Technology and Human Interaction*. 11(2), 80-95. doi:10.4018/ijthi.2015040105
- Legg, C.R. y Booth, D.A. (1995). *Appetite: neural and behavioural bases*. Oxford University Press
- Leiva-Olivencia, J.J. y Moreno-Martínez, N.M. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contexto educativos: experiencias y herramientas didácticas. *Revista DIM, Didáctica, Innovación y Multimedia*, 31, 1-18. <https://bit.ly/3QJANYh>
- Lens-Fitzgerald, M. (2009, septiembre 8). Augmented Reality Hype Cycle. *SPRXMobile*. <https://bit.ly/3HNahZH>

- León-Alvarado, M.E. y Alcivar-Gallegos, E. (2023). Efectos de la aplicación de proyectos de objetos virtuales de aprendizaje (ovas) en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 5954-5971. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4895
- Lepper, M.R. (1988). Motivational considerations in the study of instruction. *Cognition and Instruction*, 5(4), 289–309.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. <https://bit.ly/3mCXP6R>
- Li, K. y Keller, J.M. (2018). Use of the ARCS model in education: A literature review. *Computers & Education*, 122, 54-62. doi: 10.1016/j.compedu.2018.03.019.
- Liang, L., Zhang, Z. y Guo, J. (2023). The Effectiveness of Augmented Reality in Physical Sustainable Education on Learning Behaviour and Motivation. *Sustainability*, 15(6), 5062. <https://doi.org/10.3390/su15065062>
- Lin, H.C.K., Chen, M.C. y Chang, C.K. (2015). Assessing the effectiveness of learning solid geometry by using an augmented reality-assisted learning system. *Interactive Learning Environments*, 23(6), 799–810. doi: 10.1080/10494820.2013.817435
- Lin, Y.H., Koong, H.C. y Lio, I.C. (2017). *The study on the application in the combination of pervasive gaming and augmented reality in the temple tour for users with different cognitive styles*. [Presentación en conferencia]. ICCE - 25th International Conference on Computers in Education: Technology and Innovation: Computer-Based Educational Systems for the 21st Century, Workshop Proceedings, Taiwan.
- Lin, H.C. K., Lin, Y.H., Wang, T.H., Su, L.K. y Huang, Y.M. (2021). Effects of incorporating Augmented Reality into a Board Game for High School Students' Learning Motivation and Acceptance in Health Education. *Sustainability*, 13(6), 3333. doi: 10.3390/su13063333

- Liu, Y.C., Lu, S.J., Kao, C.Y., Chung, L. y Tan, K. H. (2019). Comparison of AR and physical experiential learning environment in supporting product innovation. *International Journal of Engineering Business Management*, 11, 1-10. <https://doi.org/10.1177/1847979019839578>
- Londoño-Giraldo, E. (2011). El diseño instruccional en la educación virtual: más allá de la presentación de contenidos. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 5(2), 112-127.
- Long, J.F., Monoi, S., Harper, B., Knoblauch, D. y Murphy, P.K. (2007). Academic motivation and achievement among urban adolescents. *Urban Education*, 42(3), 196-222. <https://doi.org/10.1177/0042085907300447>
- Loorbach, N., Karreman, J. y Steehouder, M. (2007). The effects of adding motivational elements to user instructions. *IEEE International Professional Communication Conference Seattle*, (pp. 1-5).
- Loorbach, N., Peters, O., Karreman, J. y Steehouder, M. (2015). Validation of the Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) in a self-directed instructional setting aimed at working with technology. *British Journal of Educational Technology*, 46(1), 204-218. doi:10.1111/bjet.12138.
- Looser, J., Billingham, M. y Cockburn, A. (2004). Through the looking glass: the use of lenses as an interface tool for Augmented Reality interfaces. *GRAPHITE '04 Proceedings of the 2nd international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australasia and South East Asia* (pp. 204-211). Singapur: ACM.
- López-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S. y López-Belmonte, G. (2019). The effectiveness of augmented reality in infant education: A BLS and CPR learning study in 5 year-old students. En J. Cabero, O. Gallego y J.J. Gutiérrez (Ed.), *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educacion*, 55, 157–178. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i55.09>

- López-Chica, J. A., Egas-García, J.P., Villacís-Montoya, D.I. y Vizuete-Vizueta, F.O. (2023). Aplicación de la realidad aumentada y aprendizaje de la geometría en el espacio para tercero de bachillerato de la unidad educativa el Empalme. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9446-9462. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5140
- López-García, A., Miralles-Martínez, P. y Maquilón, J. (2019). Design, Application and Effectiveness of an Innovative Augmented Reality Teaching Proposal through 3P Model. *Applied Sciences*, 9(24), 5426. doi: 10.3390/APP9245426
- López-Pombo, H. (2010). *Análisis y desarrollo de Sistemas de Realidad Aumentada*. [Trabajo Fin de Máster, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio Institucional de la UCM. <https://bit.ly/33rnloT>
- Lorenzo-Lledó, G., Lorenzo-Lledó, A. y Lledó-Carreres, A. (2022). Tendencias globales en el uso de la realidad aumentada en la educación: estructura intelectual, social y conceptual. *Revista de Investigación Educativa*, 40(2), 475–493. <https://doi.org/10.6018/rie.464491>
- Lu, J. y Ying-Chieh, L. (2014). Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525-541.
- Lucas-Pincay, M.J. (2023). *Realidad aumentada en educación como tecnología emergente para la experiencia de aprendizaje de los estudiantes*. [Trabajo Fin de Máster, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital UTN. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13500>
- Macías-González, L. y Manresa-Yee, C. (2013). Mayores y nuevas tecnologías: Motivaciones y dificultades. *Ariadna*, 1(1), 6-11. <http://dx.doi.org/10.6035/Ariadna.2013.1.2>
- Maclure, S. y Davies, P. (1994). *Aprender a pensar, pensar en aprender*. Gedisa.
- Maldonado-Alegre, F. C., Ulloa-Córdova, V. D., Príncipe-Concha, B. y Trujillo-Solis, B. P. (2023). Comprensión lectora de textos argumentativos: una revisión sistemática desde el nivel básico hasta el universitario. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 8(1), 132-145. <https://doi.org/10.33936/rehuso.v8i1.4980>

- Malik, S. (2014). Effectiveness of ARCS model of motivational design to overcome non completion rate of students in distance education. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 15(2), 194-200. <https://bit.ly/3vJlpU0>
- Mallart-Navarra, J. (2008). Didáctica de la motivación. En de la Herrán; Paredes (coord.) *Didáctica General. La práctica de la enseñanza en Educación Infantil, Primaria y Secundaria*. McGraw-Hill, 177-195. <https://bit.ly/31GNdfV>
- Mann, S. (2012). Eye Am a Camera: Surveillance and Sousveillance in the Glassage. *Time*. <https://bit.ly/3zgmy61>
- Manuri, F. y Sanna, A. (2016). A survey on application of Augmented Reality. *ACSIJ Advances in Computer Science: an International Journal*, 5(1), 18-27. <https://bit.ly/32UGSO2>
- Marchesi-Ullastres, A. y Martín-Ortega, E. (2002). Evaluación de la Educación Secundaria: Fotografía de una etapa polémica. SM
- Markova, D. y Powell, A. (1997). *Cómo desarrollar la inteligencia de sus hijos*. Selector
- Marín-Díaz, V. (2016). Posibilidades de uso de la realidad aumentada en la educación inclusiva. Estudio de caso. *Ensayos, Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 31(2), 57-68. <https://bit.ly/3zdjojs>
- Marín-Díaz, V., Cabero-Almenara, J. y Gallego-Pérez, O.M. (2018). Motivación y realidad aumentada: Alumnos como consumidores y productores de objetos de aprendizaje. Motivation and augmented reality: Students as consumers and producers of learning objects. *Aula Abierta*, 47(3), 337. <https://doi.org/10.17811/rifie.47.3.2018.337-346>
- Marsh, H.W. y Yeung, A.S. (1997). Causal effects of academic self-concept on academic achievement: Structural equation models of longitudinal data. *Journal of Educational Psychology*, 89(1), 41-54. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.89.1.41>
- Martens R., Gulikers J. y Bastiaens T. (2004). The Impact of Intrinsic Motivation on ELearning in Authentic Computer Tasks. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20 (5), 368-376.

- Martín, E., Martínez-Arias, R., Marchesi, A. y Pérez, E.M. (2008). Variables that predict academic achievement in the Spanish Compulsory Secondary Educational System: A longitudinal, multilevel analysis. *The Spanish Journal of Psychology*, 11(2), 400-413. <https://bit.ly/3PcIPrC>
- Martín-Gutiérrez, J. y Meneses-Fernández, M. D. (2014). Applying augmented reality in engineering education to improve academic performance & student motivation. *International Journal of Engineering Education*, 30(3), 625-635. <https://bit.ly/3eBQ1gY>
- Martínez, A.B. (2022). Espacios desiertos y nueva temporalidad. La educación superior virtual en tiempos del COVID19. *Acción Y Reflexión Educativa*, (47), 129-146. ISSN 2644-3775. <https://bit.ly/3Mk5iVI>
- Martínez-Abad, F. (2013). *Evaluación y Formación en Competencias Informacionales en la Educación Secundaria Obligatoria*. [Tesis doctoral, Universidad de Salamanca]. Repositorio Gredos – Universidad de Salamanca. <https://bit.ly/3WDutnU>
- Martínez-Herrera, M. G. (2018). Análisis de los Hábitos de Estudio y su Impacto en el Rendimiento Escolar: Caso de Estudio, Alumnos del Programa de Negocios Internacionales de FACPyA, UANL. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 13(2), 440-466. <https://bit.ly/3PfuPgO>
- Martínez-Miguélez, M. (1998). *La investigación cualitativa etnográfica en educación: manual teórico-práctico* (3ª ed). Trillas
- Martínez-Otero, V. (1997). *Los adolescentes ante el estudio. Causas y consecuencias del rendimiento académico*. Editorial Fundamentos
- Masalimova, A. R., Erdyneeva, K. G., Kryukova, N. I., Khlusyanov, O. V., Chudnovskiy, A. D. y Dobrokhotoy, D. A. (2023). Bibliometric analysis of augmented reality in education and social science. *Journal of Communication and Media Technologies*, 13(2), e202316. <https://doi.org/10.30935/ojcm/13018>
- Mascarenhas, S., Almeida, L. S. y Barca, A. (2005). Atribuições causais e rendimento escolar: Impacto das habilitações escolares dos pais e do género dos alunos. *Revista Portuguesa de Educação*, 18(1), 77-91. <https://bit.ly/3AgUul6>

- Maslow, A. H. (1970). *Motivation and personality (2nd edition)*. Harper and Row.
- Mateo-Soriano, M. (2001). La motivación, pilar básico de todo tipo de esfuerzo. *Proyecto social. Revista de Relaciones Laborales y Ciencias del Trabajo*, 9, 163-184
- McLean, G. y Wilson, A. (2019). Shopping in the digital world: Examining customer engagement through augmented reality mobile applications. *Computer in Human Behaviour*, 101, 210–224. doi: 10.1016/j.chb.2019.07.002
- McMillan, J.H. y Schumacher, S. (2001). Diseños y Métodos de investigación cuantitativa. En J.H. McMillan y S. Schumacher (Ed.), *Investigación educativa* (pp.127-357). Pearson AdisonWesley
- McRobbie, C. y Tobin, K. (1997) A social constructivist perspective on learning environments. *International Journal of Science Education*, 19 (2), pp.193-208.
- McTigue, E.M., Solheim, O.J., Walgermo, B. Frijters, J. y Foldnes, N. (2019). How can we determine students' motivation for reading before formal instruction? Results from a self-beliefs and interest scale validation. *Early Childhood Research Quarterly*, 48, 122-133. doi:10.1016/j.ecresq.2018.12.013.
- Medina-Gorozabel, G. y Giler-Medina, P. (2023). Estrategias de motivación de logros y aprendizaje de Matemática en estudiantes de Educación Media. *Prometeo Conocimiento Científico*, 3(2), e17. <https://doi.org/10.55204/pcc.v3i2.e17>
- Mendoza, R. y Godoy, M.D. (2010). *Uso de estrategias motivacionales en el aprendizaje del Francés como lengua extranjera en estudiantes del nivel diversificado. Caso de 4º año "0" del Liceo Bolivariano Cristóbal Mendoza del municipio Trujillo*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional Séneca. <https://bit.ly/3QAiNjj>
- Mendoza-Gallo, V.R. (2023). *La motivación y el rendimiento académico en el área de matemática de los estudiantes del tercer grado de primaria de la institución educativa María Inmaculada N.º 14794 del distrito de Bellavista – 2023*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote]. Repositorio Institucional ULADECH. <https://bit.ly/43dtHTe>

- Mendoza-Hernández, L.E. y Quintero-López, P. (2022). Tecnología e Innovación como herramientas para el aprendizaje. *Uno Sapiens Boletín Científico De La Escuela Preparatoria*, 4(8), 6-8. <https://bit.ly/40QhUIc>
- Milgram, P. y Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Millapi, A. y Tardon, M. (2015). *Uso de Realidad Aumentada en el ámbito educativo para el desarrollo de aplicaciones que enseñen y entretengan (Edutainment)*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad Nacional de la Patagonia, San Juan Bosco]. Repositorio digital RID-UNS. <https://bit.ly/3pocTpU>
- Mills, N., Pajares, F. y Herron, C. (2007). Self-efficacy of college intermediate French students: Relation to achievement and motivation. *Language Learning*, 57(3), 417-442. doi:10.1111/j.1467-9922.2007.00421.x
- Miñano-Pérez, P. y Castejón-Costa, J.L. (2008). Capacidad predictiva de las variables cognitivo motivacionales sobre el rendimiento académico. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 11(31), 1-8. <https://bit.ly/3SDK0U1>
- Miñano-Pérez, P. y Castejón-Costa, J. L. (2011). Variables cognitivas y motivacionales en el rendimiento académico en Lengua y Matemáticas. *Revista de Psicodidáctica*, 16(2), 203-230. <https://bit.ly/2KU7Qsv>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. y Altman, D.G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7). doi: 10.1371/journal.pmed.1000097
- Möhring, M., Lessig, C. y Bimber, O. (2004). Video see-through ar on consumer cell-phones. En *Proceedings of the 3rd IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 252–253). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2004.63>
- Mojarro-Aliaño, A. (2019). *Mobile learning en la Educación Superior: Una alternativa educativa en entornos interactivos de aprendizaje*. [Tesis doctoral, Universidad de Huelva]. Repositorio Institucional UH. <https://bit.ly/3pC0cbW>

- Monterroso-Vargas, M.M., Huayta-Franco, Y.J. y Guzman-Meza, M.E. (2023). El desempeño docente durante la pandemia y sus efectos en la educación. *Mendive. Revista de Educación*, 21(2), 3281. <https://bit.ly/3ZIDeOY>
- Montico, S. (2004). La motivación en el aula universitaria: ¿una necesidad pedagógica? *Ciencia, Docencia y Tecnología*, XV (29), 105-112.
- Moore, S. E. (2004). Inconsistency-as-information: An examination of the effects of incidental positive and negative affect on the cognitive dissonance reduction process. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences & Engineering*, 65(1-B) 447.
- Morales-Lagunes, T.J. (2023). El nivel de inteligencia lógico-matemática y el rendimiento académico de estudiantes que cursaron en línea la asignatura de Contabilidad durante la pandemia del COVID. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(1), 1132–1144. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.324>
- Morales-Sánchez, L.A., Morales-Sánchez, V. y Holguín-Quiñones, S. (2016). Rendimiento escolar. *Revista Electrónica Humanidades, Tecnología y Ciencia del Instituto Politécnico Nacional*, 15 (1), 1-5.
- Moreno-Guerrero, A.J., Alonso-García, S., Navas-Parejo, M.R., Campos-Soto, M.N. y Gómez-García, G. (2020). Augmented Reality as a Resource for Improving Learning in the Physical Education Classroom. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 17, 3637. doi: 10.3390/ijerph17103637
- Moreno-Martínez, N. M. y Onieva-López, J. L. (2017). Herramientas y propuestas de innovación basadas en la tecnología de realidad aumentada aplicadas a la literatura infantil y juvenil. *Tejuelo*, 25, 217-244. <https://doi.org/10.17398/1988-8430.25.217>
- Moronta, I., Santana, M.Y. y Montes-De-Oca, G. (2023). Variables psicológicas de autoconcepto académico y la motivación escolar en universitarios de País Vasco y República Dominicana: Un estudio correlacional. *Cuaderno De Pedagogía Universitaria*, 20(39), 111-120. <https://doi.org/10.29197/cpu.v20i39.488>

- Moshinskie, J. (2001). How to keep e-learners from e-scaping. *Performance Improvement*, 40(6), 28-35. doi: 10.1002/pfi.4140400607
- Muñoz, M.L. (1993). *Estudio comparativo de algunos factores que inciden en el rendimiento académico en una población de estudiantes de niveles medio superior y superior*. [Tesis doctoral, Universidad Iberoamericana]. Repositorio Institucional IBERO.
- Muñoz-Jiménez, A.P. y González-Moreno, P.A. (2022). Motivación y formación continua de docentes de artes en educación básica en el estado de chihuahua, México. *ArtsEduca*, (34), 9-22. <https://doi.org/10.6035/artseduca.6644>
- Murillo-Sevillano, L.N, Vintimilla-Burgos, N.P. y Murillo Sevillano, I.M. (2023). La educación virtual e híbrida. Consideraciones desde la Universidad de Guayaquil. *Revista Conrado*, 19(90), 429-438. <https://bit.ly/3nLNhpf>
- Musitu, G., Jiménez, T. I. y Murgi, S. (2007). Funcionamiento familiar, autoestima y consumo de sustancias en adolescentes: un modelo de mediación. *Salud Pública* 49 (1), 3-10. doi: 10.1590/S0036-36342007000100002
- Navarro-Calbajal, M. (2021). *Logro de aprendizaje en ciencia y tecnología en estudiantes del 4to grado de primaria de la institución educativa “serafin filomeno” iquitos 2020*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad Científica del Perú]. Repositorio Institucional UCP. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/2274>
- Navas-Martínez, L., Soriano-Llorca, J.A. y Holgado-Tello, F.B. (2012). Metas múltiples y rendimiento académico: perfiles motivacionales en educación física. *Revista Mexicana de Psicología*, 29(1), 33-39. <https://bit.ly/3SIAyPk>
- Nikimaleki, M. y Rahimi, M. (2022). Effects of a collaborative AR-enhanced learning environment on learning gains and technology implementation beliefs: evidence from a graduate teacher training course. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(3), 758–769. <https://doi.org/10.1111/jcal.12646>.
- Núñez, J.C. (2009). *Motivación, aprendizaje y rendimiento académico*. Acta do X Congreso Internacional Galego-Portugués de Psicopedagogía, Universidad do Minho, Braga, Portugal.

- Olesky, T. y Wnuk, A. (2016). Augmented places: An impact of embodied historical experience on attitudes towards places. *Computer in Human Behavior*, 57, 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.014>
- Oliva, A., Parra, A. y Sánchez-Queija, I. (2008). Consumo de sustancias durante la adolescencia: trayectorias evolutivas y consecuencias para el ajuste psicológico. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 8(1), 153-169. <https://bit.ly/3BUbwGV>
- ONTSI (2016). *Las TIC en el aula. Una aproximación a nuestra realidad educativa*. Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información.
- Onwuegbuzie, A.J. y Johnson, R.B. (2006). The validity issue in mixed research. *Research in the Schools*, 13(1), 48-63.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por las 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. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 25, de 29 de enero de 2015, 6995-6996. <http://bit.ly/2JnPbWJ>
- Orgilés, M., Gómez, M., Piqueras, J. A. y Espada, J. P. (2014). Relación entre el rendimiento escolar y la sintomatología depresiva en niños españoles. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 12(2),447-460. <https://doi.org/10.14204/ejrep.33.14009>
- Ortega-Rodríguez, P.J. (2022). De la realidad extendida al metaverso: una reflexión crítica sobre las aportaciones a la educación. Teoría de la Educación. *Revista Interuniversitaria*, 34(2), 189-208. <https://doi.org/10.14201/teri.27864>
- Ospina, E. y Garzón, J. (2023). El uso de videos educativos para la mejora de la motivación del alumnado en el aula de educación física: The Use of Educational Videos to Improve Student Motivation in the Physical Education Classroom . *PAPELES*, 15(29), 1-12. <https://doi.org/10.54104/papeles.v15n29.1458>

- Özeren, S. y Top, E. (2023). The effects of Augmented Reality applications on the academic achievement and motivation of secondary school students. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 11(1), 25-40. <https://doi.org/10.52380/mojet.2023.11.1.425>
- Padilla-Fuentes, G. y Rodríguez-Garcés, C. (2019). Clima de convivencia escolar en Chile: un análisis desde el nuevo marco de medición de calidad educativa. *Revista Educación*, 43(2), 557-573. <http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v43i2.34117>
- Palacios, M. (2016). La psicología evolutiva. *Publicaciones Didácticas* 69, 371 - 378
- Palmero-Cantero, F. (1996). Aproximación biológica al estudio de la emoción. *Anales de Psicología*, 12, 61-86
- Palmero-Cantero, F., Gómez-Iñiguez, C., Carpi-Ballester, A., Guerrero-Rodríguez, C. y Díez, J.L. (2005). Motivación y biología: desarrollos teóricos. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 7, 145-170.
- Palmero-Cantero, F. (2008). El proceso de motivación. En *Motivación y Emoción* (pp. 1-26). McGraw-Hill.
- Palmero-Cantero, F., Gómez-Iñiguez, C., Carpi-Ballester, A. y Guerrero-Rodríguez, C. (2008). Perspectiva histórica de la psicología de la motivación. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 26 (2), 145-170.
- Palmero-Cantero, F., Guerrero-Rodríguez, C., Gómez-Iñiguez, C., Carpi-Ballester, A. y Gorayeb, R. (2011). *Manual de teorías emocionales y motivacionales*. Universitat Jaume I.
- Pardo-Froján, J. E. y García-Lorenzo, A. (2011). Aplicación de los códigos Bidimensionales QR (Quick Response) en la prestación de los Servicios de Mantenimiento y Asistencia Técnica. *5th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management. XV Congreso de Ingeniería de Organización*, (pp. 532-541). Cartagena.

- Paredes-Velastegui, D., Lluma-Noboa, A., Olmedo-Vizueta, D., Avila-Pesantez, D. y Hernandez-Ambato, J. (2018). *Augmented reality implementation as reinforcement tool for public textbooks education in Ecuador*. [Presentación en conferencia]. IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, Santa Cruz de Tenerife, España. doi: 10.1109/EDUCON.2018.8363372
- Park, N., Kim, Y. C., Shon, H. y Shim, H. (2013). Factors influencing smartphone use and dependency in South Korea. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1763–1770. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.02.008>
- Park, C., Kim, D.G., Cho, S. y Han, H.J. (2019). Adoption of multimedia technology for learning and gender difference. *Computers in Human Behavior*, 92, 288–296. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.029>
- Parrales-Reyes, J.E., Castro-Salazar, J.A. y Herrera-Calle, M.C. (2023). Clima organizacional y motivación laboral: caso de estudio organizaciones de la comuna Sancan. *Polo del Conocimiento*, 8(2), 1038-1055. <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v8i2.5231>
- Peña Acuña, B. (2023). The AR storybook as multimodal teaching resource. *International Humanities Review*, 12(4), 1–13. <https://doi.org/10.37467/revhuman.v12.4752>
- Pérez-Fuentes, M.C., Gázquez, J.J., Mercader, I., Molero, M.M. y García-Rubira, M.M. (2011). Rendimiento académico y conductas antisociales y delictivas en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 11(3), 401-412. <https://bit.ly/3zL9Igz>
- Pérez-Galluccio, G. (2008). *Animated Pedagogical Agents as Spanish Language Instructors: Effect of Accent, Appearance, and Type of Activity on Student Performance, Motivation, and Perception of Agent*. [Tesis doctoral, Florida State University]. Florida State University Libraries. Electronic Theses, Treatises and Dissertations.
- Pérez-Serrano, G. (1994). *Investigación cualitativa: Retos e interrogantes, II Técnicas y análisis de datos*. La Muralla.

- Picó-Lozano, M. (2014). *La importancia de la motivación en el rendimiento académico de los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria*. [Trabajo Fin de Grado, Universitat de les Illes Balears]. Biblioteca Digital de les Illes Balears. <https://bit.ly/3Qp86Ag>
- Pittman, T.S. y Pittman, N.L. (1980). Deprivation of control and the attribution process. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 377-389.
- Pintrich, P.R., Marx, R.W. y Boyle, R.A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199. <https://doi.org/10.2307/1170472>
- Pintrich, P. R. (1994). Continuities and discontinuities: Future directions for research in educational psychology. *Educational Psychologist*, 29(3), 137-148. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2903_3
- Pintrich, P. y Schunk, D. (2006). *Motivación en contextos educativos: Teoría, investigación y aplicaciones (2ª ed)*. PEARSON EDUCACIÓN, S.A
- Plata-Zanatta, L.D., González-Arratia, N. I., Oudhof-Van-Barneveld, H., Valdez-Medina, J. L. y González-Escobar, S. (2014). Factores psicológicos asociados con el rendimiento escolar en estudiantes de educación básica. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 16(2), 131-149. <https://bit.ly/3QwvefY>
- Poggioli, L. (2009). *Estrategias de apoyo y motivacionales*. Fundación Empresas Polar. Serie enseñando a aprender.
- Porter, L.W. y Lawler, E.E. (1968). *Managerial attitudes and performance*. Homewood.
- Portolés-Ariño, A. y González-Hernández, J. (2015). Rendimiento académico y correspondencias con indicadores de salud física y psicológica. *Sportis. Revista Técnico-Científica del Deporte Escolar, Educación Física y Psicomotricidad*, 1(2), 164-181. <https://bit.ly/3dltRIQ>
- Portalés-Ricart, C. (2008): *Entornos multimedia de Realidad Aumentada en el campo del Arte*. [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio UPV. <https://bit.ly/3n8xAft>

- Premack, D. (1965). Reinforcement theory. En Levine, D. (Ed.). *Nebraska Symposium on motivation*. University of Nebraska Press.
- Prendes-Espinosa, C. (2015). Realidad Aumentada y educación: Análisis de experiencias prácticas. *Pixel bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203. <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>
- Pressley, M., Harris, K.R. y Guthrie, J.T. (1992). *Promoting Academic Competence and Literacy in School*. Academic Press, Inc.
- Prieto-Andreu, J.M. (2022). Metaanálisis sobre experiencias didácticas gamificadas en Educación Física. *Revista complutense de educación*, 34(1), 179-190. <https://bit.ly/432NHb7>
- Prieto-Quezada, M.T. y Carrillo-Navarro, J.C. (2009). Fracaso escolar y su vínculo con el maltrato entre alumnos: el aula como escenario de la vida afectiva. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49(1), 1-8. <https://doi.org/10.35362/rie4952069>
- Proske, A., Roscoe, R. y McNamara, D. (2014). Game-based practice versus traditional practice in computer-based writing strategy training: effects on motivation and achievement. *Education Technology Research Development*, 62, 481-505. doi: 10.1007/s11423-014-9349-2.
- Quevedo-Blasco, V.J. y Quevedo-Blasco, R. (2011). Influencia del grado de somnolencia, cantidad y calidad de sueño sobre el rendimiento académico en adolescentes. *International journal of clinical and health psychology*, 11(1), 49-65. <https://bit.ly/3paXM2V>
- Quintero J., Baldiris S., Rubira R., Cerón J. y Velez G. (2019) Augmented Reality in Educational Inclusion. A Systematic Review on the Last Decade. *Frontiers in Psychology*, 10(1835). doi: 10.3389/fpsyg.2019.01835
- Quirós-Expósito, P. y Cabestrero-Alonso, R. (2008). Teorías de la Motivación fundamentadas en la biología. En *Funciones activadoras: principios basicos de la motivacion y la emocion* (pp. 17-53). Editorial Universitaria Ramón Areces.

- Redondo-Domínguez, E., Fonseca-Escudero, D., Sánchez-Riera, A. y Navarro-Delgado, I. (2014). Mobile learning en el ámbito de la arquitectura y la edificación. Análisis de casos de estudio. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)* ,11 (1), 152-174. <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v11i1.1844>
- Reeve, J.M. (2003). *Motivación y emoción (3ª ed)*. McGraw-Hill Interamericana.
- Regenbrecht, H. T. y Wagner, M. T. (2002). Interaction in a collaborative augmented reality environment. *CHI '02: extended abstracts of 2002 Conference on Human factors in computing systems*. (pp. 504-505). New York: ACM.
- Reigeluth, C. M. (2013). *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Routledge
- Reinoso-Peinado, R. (2016). Realidad aumentada posibilidades y usos en educación. En S.M. Baldiris, N. Darío, D.J. Salas, J.C. Bernal, R. Fabregat, R. Mendoza, Y. Puerta, J.J. Puello, I. Solano y L. Martínez (Ed.), *Recursos educativos aumentados. Una oportunidad para la inclusión* (pp.8-25). Sello editorial Tecnológico Comfenalco.
- Reinoso-Peinado, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación. En J.Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (Coords). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. (pp.357-400). Espiral.
- Reuben, D.B. (1999) Simulations, Games, and Experience-Based Learning: The Quest for a New Paradigm for Teaching and Learning. *Simulation y Gaming*, 30 (4), 498-505.
- Reyes-Carrión, J.P., Delgado-Fernández, J.R., Vivanco-Ureña, C.I., Morocho Angamarca, L.A. y Torres-Aguilar, A.O. (2023). Gamificación como estrategia didáctica en el rendimiento académico de ecuaciones de primer grado con una incógnita. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9497-9515. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5074
- Rezaee, S., Sadeghi, A., Shakeri, M. y Choi, S.M. (2021). Personalized Augmented Reality Based Tourism System: Big Data and User Demographic Contexts. *Applied Sciences*, 11(13) doi: 10.3390/app11136047

- Riaño-Rodríguez, D. (2023). Didácticas Educativas y TIC: Preparación estructural y emocional para las pruebas SABER11: Educational Didactics and ICT: Structural and emotional preparation for the SABER11 . *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(1), 3456–3463. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.499>
- Rice, R. (2009, marzo 20). Augmented vision and the decade of ubiquity. *Future vision*. <https://bit.ly/3F7UEub>
- Rimoldi, L. y Monchietti, A. (2023). Teoría y proceso de los dúos en ciencia. *Prometeica - Revista De Filosofía Y Ciencias*, (26), 24–34. <https://doi.org/10.34024/prometeica.2023.26.14127>
- Ripoll-Gómez, S., Mayoral-García, O. y Azkárraga, J. M. (2017). Proyecto Quick Natura. Tecnologías móviles aplicadas a rutas botánicas urbanas. *Modelling in Science Education and Learning*, 10 (1), 185-192. <https://doi.org/10.4995/msel.2017.6661>
- Risso-Migues, A., Peralbo-Uzquiano, M. y Barca-Lozano, A. (2010). Cambios en las variables predictoras del rendimiento escolar en Enseñanza Secundaria. *Psicothema*, 22(4), 790-796.
- Rivadeneira, C. (2017). Los fenómenos del condicionamiento clásico y operante en un caso de tricotilomanía. *PSIENCIA. Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica*, 9(2), 1-5. doi:10.5872/psiencia/9.2.101
- Roberson, N. (2013, diciembre 6). How Google Glass Might Aid New Industries. *Business 2 Community*. <https://bit.ly/31DEyuy>
- Rodríguez, S., Valles, A., González, R. y Núñez, J. C. (2010). Motivar enseñando. La integración de estrategias motivadoras en el currículo escolar. CCS.
- Román, M. (2013). Factores asociados al abandono y deserción escolar en América Latina: una mirada conjunta. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 11 (2), 33-59. <https://bit.ly/2Gw9LDP>

- Romero-Gutiérrez, J. M. y Zambrano-Ortega, T. J. (2023). Modalidades de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 13(26), 1-21. <https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1406>
- Rosário, P., Lourenço, A., Paiva, O., Rodrigues, A., Valle, A. y Tuero-Herrero, E. (2012). Predicción del rendimiento en matemáticas: efecto de variables personales, socioeducativas y del contexto escolar. *Psicothema*, 24(2), 289-295. <https://bit.ly/3zNDYaA>
- Royo-Ortín, E., Orejudo-Hernández, S. y Latorre-Peña, J. (2023). Relación entre la motivación de logro en Educación Física e IMC. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (47), 505-511. <https://bit.ly/3ZIZ592>
- Ruíz-Ruíz, B.L., Trillos-Gamboa, J. y Morales Arrieta, J. (2006). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, 13(11-12), 441-460. <https://bit.ly/31y3a1D>
- Ruiz-Torres, D. (2013). *La realidad aumentada y su aplicación en el patrimonio cultural*. Trea.
- Sabariego-Puig, M. (2014). Métodos de investigación de enfoque experimental. En R. Bisquerra-Alzina (Ed.), *Metodología de la investigación educativa* (pp.167-192). La Muralla.
- Sánchez-Bolado, J. (2017). El potencial de la realidad aumentada en la enseñanza de español como lengua extranjera. *EDMETIC*, 6(1), 68-80. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5808>
- Sánchez-Cortés, R.S., García-Manso, A., Sánchez-Allende, J., Moreno-Díaz, P. y Reinoso-Peinado, A.J. (2005). B-Learning y Teoría del Aprendizaje Constructivista en las disciplinas informáticas: Un esquema de ejemplo a aplicar. *Recent Research Developments in Learning Technologies*. 1-6. <https://bit.ly/3JWuWgc>

- Sandelowski, M. (2003). Tables or tableaux? Writing and reading mixed methods studies. En *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 321-350). Sage Publications.
- Sandoval-Cabrera, L., Silva-González, A., Orellana-Calderón, L. y Alonqueo-Boudon, P. (2023). Cognición e identidad de género en la primera infancia: una revisión sistemática integradora. *Teoría Y Praxis*, 1(42), 13–43. <https://doi.org/10.5377/typ.v1i42.15921>
- Sanz, J. J. (2017). Percepciones y valoraciones de la utilización de los libros digitales en Educación Superior. *Campus Virtuales*, 6(1), 39-50. <https://bit.ly/3pAB1Gs>
- Sat, M., Ilhan, F. y Yukselturk, E. (2023). Comparison and evaluation of augmented reality technologies for designing interactive materials. *Education and Information Technologies*, 1-23. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11646-3>
- Schaffernak, H., Moesl, B., Vorraber, W. y Koglbauer, I.V. (2020). Potential Augmented Reality Application Areas for Pilot Education: An Exploratory Study. *Education Sciences*, 10(4). doi: 10.3390/educsci10040086
- Schmalstieg, D. y Höllerer, T. (2016). *Augmented reality: principles and practice*. Addison-Wesley. <https://bit.ly/34678Wg>
- Schunk, D.H. y Zimmennan, B.J. (1994). *Self-regulation of learning and performance. Issues and educational applications*. LEA.
- Self-Brown, S.R. y Mathews, S. (2003). Effects of classroom structure on student achievement goal orientation. *Journal of Educational Research*, 97(2), 106-111.
- Seifert, T., Hervás-Gómez, C. y Toledo-Morales, P. (2019). Diseño y validación del cuestionario sobre percepciones y actitudes hacia el aprendizaje por dispositivos móviles. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 54, 45-64. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i54.03>
- Sevilla-Sánchez, M., Dopico-Calvo, X., Morales-Aznar, J., Iglesias-Soler, E., Fariñas-Rodríguez, J. y Carballeira-Fernández, E. (2023). La gamificación en educación física: efectos sobre la motivación y el aprendizaje. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (47), 87-95.

- Sherman, W. R. y Craig, A. B. (2002). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design* (Edición: Revised, Update). Morgan Kaufmann.
- Sirin, S.R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of educational research*, 3(75), 417-453. <https://doi.org/10.3102/00346543075003417>
- Solak, E. y Cakır, R. (2015). Exploring the effect of materials designed with augmented reality on language learners' vocabulary learning. *The Journal of Educators Online-JEO*, 13(2), 50-72.
- Sommerauer, P. y Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & education*, 79, 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.013>
- Song, S.H. y Keller, J.M. (2001). Effectiveness of motivationally adaptive computer-assisted instruction on the dynamic aspects of motivation. *Educational Technology, Research, and Development*, 49 (2), 5-22. doi: 10.1007/BF02504925
- Soriano-Sánchez, J.-G. y Jiménez-Vázquez, D. (2023). Las ventajas del uso de la realidad aumentada como recurso docente pedagógico. *Revista Innova Educación*, 5(2), 7–28. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2023.02.001>
- Soto, L. (2018). Teoría de la activación humana: una oportunidad para el desarrollo de la potencialidad del talento en el contexto escolar. *Educere: Revista Venezolana de Educación*, 22 (73), 649-663.
- Stausbol, N. (2018, 11 de abril). *Another marker generator for AR*. CodePen. <https://codepen.io/staus/details/oEOJpq>
- Suárez-Caballero, J. (2023). La gamificación y las Tecnologías Digitales en el área de Matemáticas de Educación Primaria. *Journal of Research in Mathematics Education*, 12(1), 82-105. doi: 10.17583/redimat.9617
- Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. En *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I* (pp. 757–764). ACM. <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>

- Tarng, W., Lin, Y. y Ou, K.L. (2021). A Virtual Experiment for Learning the Principle of Daniell Cell Based on Augmented Reality. *Applied Sciences*, 11(2), 762. doi: 10.3390/app11020762
- Tashakkori, A. y Teddlie, C. (2010). *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. Sage. <https://dx.doi.org/10.4135/9781506335193>
- Tecnológico de Monterrey (2016). *Radar de Innovación educativa de preparatoria 2016*. Monterrey: Tecnológico de Monterrey. <https://bit.ly/3KOmlMu>
- Tello-Hidalgo, C.D. (2023). *Desarrollo de estrategias que optimicen el proceso de autorregulación del aprendizaje en estudiantes de primero de bachillerato*. [Trabajo Fin de Grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Digital PUCESE. <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/3354>
- Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M. y Piekarski, W. (2000, octubre). *ARQuake: An Outdoor/Indoor Augmented Reality First Person Application* (pp. 139–146). [Presentación en conferencia]. 4th International Symposium on Wearable Computers, Atlanta, USA.
- Thorndike, E.L. (1913). *Educational Psychology*. Teachers College.
- Tigre-Atienza, W.X. y Vilchez, J. (2022). Variables contextuales y rendimiento académico en estudiantes universitarios: Array. *ESPACIOS EN BLANCO. Revista De educación (Serie Indagaciones)*, 1(33), 107–120. <https://doi.org/10.37177/UNICEN/EB33-345>
- Tilano, L.M., Henao, G.C. y Restrepo, J.A. (2009). Prácticas educativas familiares y desempeño académico en adolescentes escolarizados en el grado noveno de instituciones educativas oficiales del municipio de Envigado. *El Ágora*, 9(1), 35-51. <https://bit.ly/3JKKQtP>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M.A., Bozkurt, A., Hickey, D.T., Huang, R. y Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(15), 1-24. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>

- Toledo-Morales, P. y Sánchez-García, J.M. (2017). Realidad Aumentada en Educación Primaria: efectos sobre el aprendizaje / Augmented Reality in Primary Education: effects on learning. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(1), 79–92. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.16.1.79>
- Tolman, E.C. (1932). *Purposive Behavior in Animals and Man*. Appleton-Century.
- Torres-Nabel, L.C. y Toledo-Nares, E.U. (2023). Análisis de la intención conductual para usar Google Classroom en estudiantes de bachillerato. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 11(61), 1-19. <https://bit.ly/40NNJlm>
- Torres-Velázquez, L.E. y Rodríguez-Soriano, N.Y. (2006). Rendimiento académico y contexto familiar en estudiantes universitarios. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 11(2), 255-270. ISSN: 0185-1594.
- Toscano-Ruíz, D.F., Peña-Nivicela, G.E. y Lucas-Aguilar, G.A. (2019). Convivencia y rendimiento escolar. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(2), 62-68. <https://bit.ly/3bJWkl1>
- Trejo-González, H. (2023). Análisis de recursos digitales para la integración de la realidad aumentada en educación. *Sincronía*, (83), 282-319. Doi: 10.32870/sincronia.axxvii.n83.16a23
- Turhan, M. E., Metin, M. y Ezberci-Çevik, E. (2022). A content analysis of studies published in the field of augmented reality in Education. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 5(1), 243–262. <https://doi.org/10.31681/jetol.925340>.
- Tuzel, S. y Hobbs, R. (2017). El uso de las redes sociales y la cultura popular para una mejor comprensión intercultural. *Comunicar, Revista Científica de Educomunicación*, 51(25), 63-72. <https://doi.org/10.3916/C51-2017-06>
- Unesco (2004). *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la formación docente: guía de planificación*. París: División de Educación Superior – Unesco.
- Unesco (2019). *Recommendation on Open Educational Resources (OER)*. Paris: General conference, 40th session.

- Usán-Supervía, P. y Salavera-Bordás, C. (2018). Motivación escolar, inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de educación secundaria obligatoria. *Actualidades en Psicología*, 32(125), 95-112. doi: 10.15517/ap.v32i125.32123
- Ustun, A. B., Simsek, E., Karaoglan-Yilmaz, F. G. y Yilmaz, R. (2022). The effects of AR-enhanced English Language Learning experience on students' attitudes, self-efficacy and motivation. *TechTrends*, 66(5), 798–809. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00757-2>.
- Valenzuela-González, J.R. (1999). *Motivación en la educación a distancia*. [Presentación en congreso]. III Jornadas de Informática Educativa. Buenos Aires, Argentina.
- Valle-Arias, A., González-Cabanach, R., Núñez-Pérez, J.C. y González-Pienda, J.A. (1998). Cognitive-motivational variables, approaches to learning, and academic achievement. *Psicothema*, 10(2), 393-412. <https://bit.ly/3BWiGu3>
- Valle, A., Regueiro, B., Estévez, I., Piñeiro, I., Rodríguez, S. y Freire, C. (2015). Implicación y motivación hacia los deberes escolares en los estudiantes de Primaria según el rendimiento académico y el curso. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 5(3), 345-355. <https://bit.ly/3Ac9hxf>
- Vázquez-Gama, M.E. (2021). *Propuesta de Intervención con el modelo motivacional ARCS de John Keller al Ambiente Virtual de Aprendizaje Moodle*. [Tesis doctoral, Universidad de Guadalajara]. Repositorio digital RIUdeG. <https://bit.ly/3BJRbEc>
- Vedadi, S., Abdullah, Z.B., Arsovski, S., Cheok, A.D. y Aris, B.B. (2017). The impact of augmented reality on vocabulary acquisition in Iran. *Advanced Science Letters*, 23(9), 9098-9100. doi: 10.1166/asl.2017.10031
- Ventoulis, E. y Xinogalos, S. (2023). AR The Gods of Olympus: Design and Pilot Evaluation of an Augmented Reality Educational Game for Greek Mythology. *Multimodal Technologies and Interaction*, 7(1), 2. <https://doi.org/10.3390/mti7010002>

- Vergara-Espinoza, C.M. (2018). *Elementos pragmadiscursivos en la adaptación de instrumentos que miden Alfabetización en Salud: formulación y aplicación del cuestionario Newest Vital Sign*. [Tesis doctoral, Universidad de Concepción]. Repositorio Bibliotecas UdeC. <https://bit.ly/3WQDmey>
- Veroff, J. (1978). Social Motivation. *American Behavioral Scientist*, 21(5), 709–730. <https://doi.org/10.1177/000276427802100506>
- Vidal-Chica, J.I. (2023). *Factores Motivacionales, Emocionales y Socioeconómicos Asociados al Rendimiento Académico y Abandono en la Educación Superior: Estudio en dos Universidades del Ecuador*. [Tesis doctoral, Universidad de Alicante]. Repositorio Institucional RUA. <https://bit.ly/3KdJzfd>
- Villalustre-Martínez, L. y Del Moral-Pérez, M.E. (coords). (2016). Realidad aumentada: jugando con la percepción de entender la ciencia en las enseñanzas no universitarias. En L, Villalustre y M.E. Del Moral (Ed.), *Experiencias interactivas con realidad aumentada en las aulas* (pp.31-54). Octaedro
- Villarejo-Villar, A.B. (2019). Análisis motivacional respecto al aprendizaje a través de la realidad aumentada en la enseñanza de ciclos formativos. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE)*, 6, 48-63. doi: 10.6018/riite.380861
- Villarreal-Fernández, J. E. y Arroyave-Giraldo, D. I. (2022). Adaptación y validez de la escala de motivación del Motivated Scale Learning Questionnaire (MSLQ) en universitarios colombianos. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 20(56), 119-150. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v20i56.4394>
- Vincenzi, M.A. (2019). *La Realidad Aumentada en la Educación. Catalogación de Aplicaciones Educativas*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad Nacional de La Plata]. Repositorio institucional de la UNLP. <https://bit.ly/3FXdmFb>
- Visser, J. y Keller, J.M. (1990). The clinical use of motivational messages: An inquiry into the validity of the ARCS model of motivational design. *Instructional Science*, 19(6), 467-500.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

- Wang, S.M., Chen K.T., Hou H.T. y Li C.T. (2017). *A science history educational board game with augmented reality integrating collaborative problem solving and scaffolding strategies*. [Presentación en conferencia]. ICCE - 25th International Conference on Computers in Education: Technology and Innovation: Computer-Based Educational Systems for the 21st Century, Workshop Proceedings, Nueva Zelanda.
- Wang, Y.H. (2017). Using augmented reality to support a software editing course for college students. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(5), 532–546. <https://doi.org/10.1111/jcal.12199>
- Wang, S., Christensen, C., Xu, Y., Cui, W., Tong, R. y Shear, L. (2020). Measuring Chinese Middle School Students' Motivation Using the Reduced Instructional Materials Motivation Survey (RIMMS): A Validation Study in the Adaptive Learning Setting. *Frontiers in Psychology*, 11. doi:10.3389/fpsyg.2020.01803.
- Watson, J.B. (1914): *Behavior, an introduction to comparative psychology*. Holt, Rinehart & Winston.
- Wei, X., Weng, D., Liu, Y. y Wang, Y. (2015). Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers and Education*, 81, 221–234. doi: 10.1016/J.COMPEDU.2014.10.017
- Weiner, B. (1972). *Theories of Motivation: From Mechanism to Cognition*. Markham.
- Weiner, B. (1980). A cognitive (attribution)-emotion-action model of motivated behavior: An analysis of judgements of help-giving. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 186-200.
- Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 92 (4), 548-573.
- Weiner, B. (1986). *An attributional theory of motivation and emotion*. Springer Verlag
- Weiner, B. (2000). Intrapersonal and interpersonal theories of motivation from an attributional perspective. *Educational Psychology Review*, 12(1), 1-14.
- Whitten, J. y Bentley, L. (2007). *Systems Analysis and Design Methods* (7^a ed.). McGraw-Hill

- Wigfield, A. y Eccles, J.S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81.
- Wirthwein, L., Sparfeldt, J.R., Piquart, M., Wegerer, J. y Steinmayr, R. (2013). Achievement goals and academic achievement: A closer look at moderating factors. *Educational Research Review*, 10, 66-89. doi: 10.1016/j.edurev.2013.07.001
- Wojciechowski, R. y Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>
- Woodworth, R.S. (1958). *Dynamics of Behavior*. Holt, Rinehart & Winston.
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G. y Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119–140. doi: 10.18785/jetde.0401.10
- Yuen, S.C.Y., Yaoyuneyong, G. y Johnson, E. (2013). *Augmented reality and education: Applications and potentials*. Springer Heidelberg.
- Zang, W. (2017). Design a Civil Engineering Micro-lecture Platform based on the ARCS Model Perspective. *International journal of emerging technologies in learning*, 12 (1), 107-118. doi: 10.3991/ijet.v12i01.6487

ANEXOS

Anexo 1. Pre-test

1. La memoria ROM es:

- a.- Tipo de memoria donde se almacenan de forma temporal los datos de los programas que estás utilizando en este momento
- b.- Tipo de memoria donde se almacenan de forma permanente los programas necesarios para que el ordenador pueda arrancar
- c.- Tipo de memoria secundaria donde se almacenan de manera permanente programas y datos en soportes de gran capacidad.
- d.- Tipo de memoria donde se almacenan de forma temporal los programas necesarios para que el ordenador pueda arrancar

2. Entre las funciones de la unidad de control están:

- a.- Seleccionar las instrucciones que se deben ejecutar
- b.- Proporcionar los datos adecuados a la unidad aritmético-lógica
- c.-Enviar las señales de control a todos los dispositivos que intervengan en el proceso para que éste se realice correctamente
- d.- Todas las anteriores son correctas

3. Dentro de los equipos informáticos o máquinas trabajadas en esta unidad ¿cuál permitía fue determinante en la 2º Guerra Mundial?

- a.- Apple II
- b.- Enigma
- c.- Altair 8800
- d.- Atari 800

4. El chipset como centro de comunicaciones de la placa base de un ordenador permite:
- a.- Determinar la compatibilidad de los elementos del ordenador
 - b. Controlar el flujo de datos entre el microprocesador, la tarjeta gráfica y el resto de los dispositivos.
 - c.- Organizar los datos entre el procesador y el resto de los componentes.
 - d.- Todas las anteriores son correctas
5. Los dispositivos de entrada más importantes son:
- a.- Teclado, ratón, tarjeta gráfica, escáner, webcam
 - b.- Teclado, ratón, micrófono, escáner, webcam
 - c.- Teclado, ratón, tarjeta gráfica, micrófono, escáner, webcam
 - d.- Teclado, ratón, micrófono, escáner, webcam, impresora
6. Los elementos físicos de un ordenador se denominan:
- a.- Sistema operativo
 - b.- Aplicaciones
 - c.- Software
 - d.- Hardware
7. Las memorias secundarias se clasifican en:
- a.- Soporte magnético
 - b.- Soporte óptico
 - c.- Soporte flash
 - d.- Todas las anteriores son correctas
8. Los dispositivos de salida más relevantes son:
- a.- Monitor, micrófono, impresora, altavoces

b.- Monitor, micrófono, tarjeta gráfica, impresora, altavoces

c.- Monitor, tarjeta gráfica, impresora, altavoces

d.- Todas las respuestas son correctas

9. Averigua qué procesador tiene y la velocidad de procesamiento en GHz del ordenador que estás utilizando:

a.- Intel (R) Core(TM) i3-5005U CPU @ 2.00 GHz

b.- Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz

c.- Intel(R) Core(TM) i5-7260U CPU @ 2.20 GHz

d.- Ninguna de las respuestas es correcta

10. Si queremos comprar un ordenador debes establecer unas prioridades a la hora de elegir sus componentes más importantes, ¿qué orden debes escoger?:

a.- Microprocesador, Placa Base, Disco Duro, Memoria RAM, Tarjeta gráfica

b.- Placa Base, Microprocesador, Memoria RAM, Disco Duro, Tarjeta gráfica

c.- Microprocesador, Memoria RAM, Disco Duro, Tarjeta Gráfica, Periféricos

d.- Disco duro, Tarjeta gráfica, fuente de alimentación, Microprocesador, Placa Base

Anexo 2. Post-test

1. Averigua qué procesador tiene y la velocidad de procesamiento en GHz del ordenador que estás utilizando:

- a.- Intel (R) Core(TM) i3-5005U CPU @ 2.00 GHz
- b.- Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz
- c.- Intel(R) Core(TM) i5-7260U CPU @ 2.20 GHz
- d.- Ninguna de las respuestas es correcta

2. El chipset como centro de comunicaciones de la placa base de un ordenador permite:

- a.- Determinar la compatibilidad de los elementos del ordenador
- b. Controlar el flujo de datos entre el microprocesador, la tarjeta gráfica y el resto de los dispositivos.
- c.- Organizar los datos entre el procesador y el resto de los componentes.
- d.- Todas las anteriores son correctas

3. Los elementos físicos de un ordenador se denominan:

- a.- Sistema operativo
- b.- Aplicaciones
- c.- Software
- d.- Hardware

4. Los dispositivos de entrada más importantes son:

- a.- Teclado, ratón, tarjeta gráfica, escáner, webcam
- b.- Teclado, ratón, micrófono, escáner, webcam

c.- Teclado, ratón, tarjeta gráfica, micrófono, escáner, webcam

d.- Teclado, ratón, micrófono, escáner, webcam, impresora

5. La memoria ROM es:

a.- Tipo de memoria donde se almacenan de forma temporal los datos de los programas que estás utilizando en este momento

b.- Tipo de memoria donde se almacenan de forma permanente los programas necesarios para que el ordenador pueda arrancar

c.- Tipo de memoria secundaria donde se almacenan de manera permanente programas y datos en soportes de gran capacidad.

d.- Tipo de memoria donde se almacenan de forma temporal los programas necesarios para que el ordenador pueda arrancar

6. Si queremos comprar un ordenador debes establecer unas prioridades a la hora de elegir sus componentes más importantes, ¿qué orden debes escoger?:

a.- Microprocesador, Placa Base, Disco Duro, Memoria RAM, Tarjeta gráfica

b.- Placa Base, Microprocesador, Memoria RAM, Disco Duro, Tarjeta gráfica

c.- Microprocesador, Memoria RAM, Disco Duro, Tarjeta Gráfica, Periféricos

d.- Disco duro, Tarjeta gráfica, fuente de alimentación, Microprocesador, Placa Base

7. Entre las funciones de la unidad de control están:

a.- Seleccionar las instrucciones que se deben ejecutar

b.- Proporcionar los datos adecuados a la unidad aritmético-lógica

c.-Enviar las señales de control a todos los dispositivos que intervengan en el proceso para que éste se realice correctamente

d.- Todas las anteriores son correctas

8. Las memorias secundarias se clasifican en:

- a.- Soporte magnético
- b.- Soporte óptico
- c.- Soporte flash
- d.- Todas las anteriores son correctas

9. Dentro de los equipos informáticos o máquinas trabajadas en esta unidad ¿cuál permitía fue determinante en la 2º Guerra Mundial?

- a.- Apple II
- b.- Enigma
- c.- Altair 8800
- d.- Atari 800

10. Los dispositivos de salida más relevantes son:

- a.- Monitor, micrófono, impresora, altavoces
- b.- Monitor, micrófono, tarjeta gráfica, impresora, altavoces
- c.- Monitor, tarjeta gráfica, impresora, altavoces
- d.- Todas las respuestas son correctas

Anexo 3. Instrumento IMMS (grupo control)

Perfil socio-demográfico

Selecciona la opción adecuada sobre su perfil

- Edad: 14 15 16 17 18
- Curso: 3º ESO 4º ESO 1ºBA 2ºBA
- Tipo de alumnado: Repetidor No repetidor
- Género: Hombre Mujer
- Experiencia previa uso de las TIC: Si No

Encuesta de motivación de materiales didácticos (IMMS)

Señala con una escala del 1 al 5, siendo 1 totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 ni acuerdo ni desacuerdo, 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo tu valoración respecto a cada cuestión. Es de carácter anónimo por lo que se ruega la mayor objetividad posible en tus respuestas. Solo te llevará unos minutos. Gracias.

	1	2	3	4	5
1. Cuando vi por primera vez la lección, tuve la impresión de que sería fácil para mí					
2. Hubo algo interesante al comienzo de esta lección que me llamó la atención					
3. El material (imágenes, textos, ...) era más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera					

4. Después de leer la información de introducción, me sentí seguro de que sabía lo que tenía que aprender de esta lección					
5. Completar los ejercicios de esta lección me dio una sensación de satisfacción de logro					
6. Tengo claro que el contenido de este material (imágenes, textos, ...) está relacionado con cosas que ya conocía					
7. Las páginas de la presentación tenían tanta información que era difícil recordar los puntos importantes					
8. El material (imágenes, textos, ...) era llamativo					
9. Hubo historias, imágenes o ejemplos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas					
10. Completar esta lección con éxito era importante para mí					
11. La calidad del material (imágenes, textos, ...) ayudó a mantener mi atención					
12. Esta lección era tan abstracta que era difícil mantener mi atención en ella					
13. Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podía aprender el contenido					
14. He disfrutado tanto esta lección que me gustaría saber más sobre este tema					
15. Las páginas de la presentación eran poco atractivas					

16. El contenido de este material (imágenes, textos, ...) es importante para mis intereses					
17. La forma de organizar la información en las páginas de la presentación me ayudó a mantener mi atención					
18. Había explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento de esta lección					
19. Los ejercicios de esta lección fueron demasiado difíciles					
20. Esta lección tiene cosas que me provocaron curiosidad					
21. Disfruté mucho estudiando esta lección					
22. La cantidad de repeticiones en esta lección me aburría a veces					
23. Por el contenido y el material (imágenes, textos, ...) da la sensación de que esta lección vale la pena conocerla					
24. Aprendí algunas cosas que fueron sorprendentes o inesperadas					
25. Después de trabajar en esta lección por un tiempo, estaba seguro de que podía aprobar el examen					
26. Esta lección no era relevante para mis necesidades porque ya sabía la mayor parte del contenido					
27. Las correcciones y comentarios de los ejercicios me ayudaron a sentirme recompensado por mi esfuerzo					
28. La variedad de imágenes, ejercicios y textos me ayudó a mantener mi atención en la lección					

Anexo 3. Instrumento IMMS (grupo control)

29. El material (imágenes, textos, ...) de esta lección era aburrido					
30. Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o pensado en mi vida					
31. Había tanto contenido que era molesto					
32. Me sentí satisfecho cuando acabé con éxito esta lección					
33. El contenido de esta lección me será útil					
34. Realmente no pude entender mucho del material (imágenes, textos, ...) de esta lección					
35. La buena organización del material (imágenes, textos, ...) me ayudó a estar seguro de que aprendería el contenido					
36. Fue un placer trabajar esta lección tan bien diseñada					

Anexo 4. Instrumento IMMS (grupo experimental)

Perfil socio-demográfico

Selecciona la opción adecuada sobre su perfil

- Edad: 14 15 16 17 18
- Curso: 3º ESO 4º ESO 1ºBA 2ºBA
- Tipo de alumnado: Repetidor No repetidor
- Género: Hombre Mujer
- Experiencia previa uso de las TIC: Si No

Encuesta de motivación de materiales didácticos (IMMS)

Señala con una escala del 1 al 5, siendo 1 totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 ni acuerdo ni desacuerdo, 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo tu valoración respecto a cada cuestión. Es de carácter anónimo por lo que se ruega la mayor objetividad posible en tus respuestas. Solo te llevará unos minutos. Gracias.

	1	2	3	4	5
1. Cuando vi por primera vez la lección, tuve la impresión de que sería fácil para mí					
2. Hubo algo interesante en el material de Realidad Aumentada que me llamó la atención					
3. La aplicación móvil ComputAR era más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera					

4. Después de leer la información de introducción, me sentí seguro de que sabía lo que tenía que aprender de esta lección					
5. Completar los ejercicios de esta lección utilizando Realidad Aumentada me dio una sensación de satisfacción de logro					
6. Tengo claro que el contenido de la aplicación móvil ComputAR está relacionado con cosas que ya conocía					
7. La aplicación móvil ComputAR tenía tanta información que era difícil recordar los puntos importantes					
8. El contenido de la aplicación ComputAR de la Realidad Aumentada era llamativo					
9. Hubo imágenes y textos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas					
10. Completar esta lección con éxito era importante para mí					
11. La calidad del material de Realidad Aumentada me ayudó a mantener la atención					
12. Esta lección era tan abstracta que era difícil mantener mi atención en ella					
13. Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podía aprender el contenido					
14. He disfrutado esta lección tanto que me gustaría saber más sobre este tema					

15. Las imágenes y textos de la aplicación móvil ComputAR eran poco atractivos					
16. El contenido de la aplicación móvil ComputAR es importante para mis intereses					
17. La forma de organizar la información usando la aplicación ComputAR me ayudó a mantener la atención					
18. Había explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento de esta lección					
19. Era difícil descubrir la imagen digital asociada con la imagen real					
20. La información descubierta a través de la Realidad Aumentada estimuló mi curiosidad					
21. Disfruté mucho estudiando esta lección					
22. La cantidad de repeticiones en la aplicación móvil ComputAR me aburría a veces					
23. Por el contenido de la aplicación móvil ComputAR da la sensación de que esta lección vale la pena conocerla					
24. Aprendí algunas cosas de la Realidad Aumentada que fueron sorprendentes o inesperadas					
25. Después de trabajar en esta lección por un tiempo, estaba seguro de que podía aprobar el examen					
26. Esta lección no era relevante para mis necesidades, porque yo sabía la mayor parte del contenido					

27. Las correcciones y comentarios de los ejercicios me ayudaron a sentirme recompensado por mi esfuerzo					
28. La aplicación móvil ComputAR basada en Realidad Aumentada ayudó a mantener mi atención en esta lección					
29. El contenido de la aplicación móvil ComputAR es aburrido					
30. Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o pensado en mi vida					
31. Había tanto contenido que era molesto					
32. Me sentí satisfecho cuando acabé con éxito esta lección					
33. El contenido de la aplicación móvil ComputAR será útil para mí					
34. Realmente no pude entender mucho del contenido de la aplicación móvil ComputAR en esta lección					
35. La buena organización del contenido de la aplicación ComputAR me ayudó a estar seguro de que iba a aprender esta lección					
36. Fue un placer trabajar esta lección tan bien diseñada					

Anexo 5. Entrevista

Instrucciones

Estas preguntas pretenden conocer cómo has visto o percibido el uso de la Realidad Aumentada como herramienta de enseñanza en el aula. Es de carácter anónimo, por lo que se ruega la mayor objetividad posible en sus respuestas. Solo te llevará unos minutos. Gracias.

1. ¿Has tenido alguna experiencia previa en el uso de las TIC? ¿Conocías la Realidad Aumentada como herramienta de enseñanza para el aula?
2. ¿Piensas que la Realidad Aumentada es una tecnología innovadora?
3. ¿Crees que es una tecnología educativa divertida?
4. ¿Consideras que la Realidad Aumentada es una tecnología que facilita la realización de las actividades de clase?
5. ¿Te gustaría que la Realidad Aumentada fuera una tecnología que se emplease en el resto de las materias?
6. Con lo que has aprendido sobre la Realidad Aumentada, ¿crees que su utilización en educación será positiva?
7. ¿Crees que su uso es sencillo?
8. ¿Consideras que el uso de la Realidad Aumentada mejora tu rendimiento como alumno/a?
9. ¿Piensas que es buena idea usar esta tecnología durante el proceso de enseñanza?
10. Si otros profesores utilizaran la Realidad Aumentada, ¿consideras que te ayudaría en tu aprendizaje?
11. Para el siguiente curso académico, ¿qué sugerencia harías para mejorar la duración, la metodología y los recursos utilizados?