

Tesis Doctoral

Entornos Aumentados de Aprendizaje



UA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE MADRID

Sergio García Cabezas

tutor: Melchor Gómez

Esta tesis está dedicada a mis padres y a mi hermano

*Cualquier tecnología suficientemente avanzada
es indistinguible de la magia.*

Arthur C. Clarke

Agradecimientos

A mi gran familia: Marta, tíos y tías, primos y primas.

A Mel, mi tutor.

A mi amigo Ángel, porque dos años no eran suficiente.

A mis compañeros y amigos de Possible, Miguel y Vanesa.

A Javier Herrero, por su incondicional apoyo desde hace tanto

A Pilar Relaño, porque siempre ha estado ahí desde el principio.

A María, por todo.

A todas esas personas con las que comparto una especial visión de la educación, sobre todo a José Espinosa, Álvaro Sáiz, Daniel Esteban, Heather Lamb, Javier Humanes, Allen Brooks, Ana Moyano, Delia Rodríguez y Juan Núñez

A Ainhoa Marcos por su amistad y por ser la bisagra que un día cambió mi vida profesional.

A mis compañeros del CSEU La Salle, especialmente a Ana, Sara, Bea, Carmen, Fuensanta, Alejandro, Chari, Andrea, Teresa, Juan Luis y Cristina.

A mis compañeros de la UAM, en especial a Santiago, Chema, Joaquín, Fernando, Javi y Soledad.

A David Ansoleaga y a los responsables de la decisión de que empezara en 2011 a trabajar en la universidad.

A toda la institución y familia lasaliana que me apoyó y me sigue apoyando hoy en día.

A SMART Technologies por el apoyo y el crecimiento profesional,
especialmente a y Tim Toyoshima.

A todos los SEE, especialmente a Curro Castillo, Allen Brooks, Boris Berlijn,
Joey Savoy, Gonzalo García, Maila Piconi, Jose Luis Rey, Charity Harbeck,
André Bernier, Dan Bohn y Yahir Ortega

A mis compañeros de CEYFE, Cristina, Javier, Borja, Ángela, Ana, Mery,
Natalia, Mar, Sandra, Santi y Zeke.

A mis profesores, con una mención especial a los mejores que tuve, Tomás
del Pozo, Jose Antonio Casmartiño y Javier Ortega.

A mis alumnas y alumnos (en particular a Marta y Carolina) que me sirven
día a día de inspiración.

A los colegios Santamarca, Las Chapas-Attendis y Bryan Station y sus
profesores sin los cuales hubiera sido imposible llevar a cabo este
proyecto.

A todos esos escritores que me metieron en la cabeza desde pequeño que
no hay nada imposible y que la magia está al alcance de la mano: J.R.R
Tolkien, Isaac Asimov, Arthur C. Clarke, Robert Jordan, Ray Bradbury,
Aldous Huxley, Orson Scott Card, Margaret Weis, Michael Morcock, Tracy
Hickman, Ursula LeGuin y Frank Herbert

Índice

Índice.....	4
Capítulo 1 Introducción	15
Capítulo 2 Las TIC en la Sociedad	18
2.1. Nuevas Tecnologías, TIC, TAC	18
2.2. Presencia de las TIC en la Sociedad	21
2.2.1. Alfabetización y brecha digital	26
Capítulo 3 Las TIC en la Enseñanza.....	35
3.1 Las TIC en el ámbito educativo	35
3.1.1. Aportaciones de las TIC a la enseñanza	37
3.1.2. El papel del docente y el alumno frente a las TIC	46
3.2.3. Competencias tecnológicas del profesorado	52
3.2. Aprendizaje, metodología y tecnología	58
3.2.1. Metodología TPACK	59
3.2.2. Modelo SAMR.....	77
3.3. Formación del profesorado en TIC.....	79
Capítulo 4 Realidad Aumentada y su uso en PDI y dispositivos móviles.....	84
4.1. Realidad Aumentada.....	85
4.1.1. Realidad Aumentada y Realidad Mixta	85
4.1.2. Realidad Aumentada en el campo de la educación.....	99
4.2. Pizarras digitales	120
4.2.1. Pizarra Digital y Pizarra Digital Interactiva	120
4.2.2. Pizarra Digital Interactiva en el Aula.....	142
4.3 Dispositivos móviles y M-Learning	152
Capítulo 5 Método.....	180

5.1. Objetivos	185
5.2. Diseño de la investigación	186
5.2.1. Planificación de un diseño mixto: justificación	186
5.2.2. Consideraciones finales sobre el diseño elaborado.....	193
5.3. Participantes	197
5.4. Instrumentos y técnicas de recogida de información	199
5.4.1. Enfoque cuantitativo	199
5.4.2. Enfoque cualitativo.....	200
5.5. Definición de variables e indicadores	201
5.6. Análisis de la información.....	204
5.6.1. Enfoque cuantitativo	204
5.6.2. Enfoque cualitativo	207
5.7 Procedimiento.....	207
Capítulo 6 Análisis de los datos obtenidos	214
6.1. Comprensión del concepto de Realidad Aumentada y su aplicación en el aula	214
6.2. Valoración del uso de la Realidad Aumentada en la sociedad y en la vida cotidiana	221
6.3. Valoración del uso de la Realidad Aumentada en aula	232
6.4. Satisfacción con la experiencia de la Realidad Aumentada y nivel de expectativas previas.....	241
6.5. El papel del profesorado y de los recursos materiales	245
6.6. Autovaloración del alumnado e identificación de perfiles.....	249
6.7. Efecto de la Realidad Aumentada en el rendimiento académico.	263
6.8. Una experiencia de Realidad Aumentada en el aula en entornos universitarios.....	265
Capítulo 7 Discusión y conclusiones	277
7.1. Limitaciones de esta investigación y futuras líneas de trabajo	283
7.2. Conclusion final.....	285

Capítulo 8 Bibliografía	287
ANEXO A: Cuestionario valoración de los Entornos Aumentados de Aprendizaje	298
ANEXO B: Cuestionario dirigido a alumnos que han seguido el método tradicional.....	305
ANEXO C: Información cuantitativa	310
C.1. Grupo EAA.....	310
C.2. Grupo ETA.....	315
C.3. Grupo EAA-U	319
C.4. Análisis cluster jerárquico (dendogramas)	324
ANEXO D: OBJETOS AUMENTADOS OBTENIDOS	329

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Distribución de las respuestas (%) de los alumnos a la cuestión “¿Qué es la Realidad Aumentada?” GRUPO EAA	216
Gráfico 2: Distribución de las respuestas de los alumnos a la cuestión “¿Qué es la Realidad Aumentada?” GRUPO ETA	217
Gráfico 3: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre el uso de la Realidad Aumentada. GRUPO EAA	222
Gráfico 4: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre el uso de la Realidad Aumentada. GRUPO ETA	224
Gráfico 5: Resumen gráfico de las valoraciones medias de los grupos resultantes del análisis <i>cluster</i> (Grupo EAA – características valoradas sobre la Realidad Aumentada)	231

Gráfico 6: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre el uso de la Realidad Aumentada en el aula. GRUPO ETA	234
Gráfico 7: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre el uso de la Realidad Aumentada en el aula. GRUPO ETA	235
Gráfico 8: Resumen gráfico de las valoraciones medias de los grupos resultantes del análisis <i>cluster</i> (Grupo EAA – uso de la RA en el aula)	240
Gráfico 9: Satisfacción con la experiencia de la Realidad Aumentada en el aula. GRUPO EAA	242
Gráfico 10 (a y b): Nivel de expectativas previas percibidas sobre el método de Realidad aumentada en el aula. GRUPO EAA	243
Gráfico 11 (a y b): Grado de interés sobre el método de Realidad aumentada en el aula. GRUPO ETA	244
Gráfico 12: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre la cuestión “ <i>Sobre los profesores con los que has desarrollado la experiencia en clase de Realidad Aumentada, consideras que...</i> ”. GRUPO EAA	246
Gráfico 13: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre la cuestión “ <i>¿Crees que la Realidad Aumentada es más fácil de usar en clase cuando...?</i> ”. GRUPO EAA	247
Gráfico 14: Distribución de la autopercepción media de los alumnos sobre la cuestión “ <i>¿Nos gustaría que valorases algunas características tuyas como alumno?</i> ”. GRUPO EAA	249
Gráfico 15: Distribución de la autopercepción media de los alumnos sobre la cuestión “ <i>¿Nos gustaría que valorases algunas características tuyas como alumno?</i> ”. GRUPO ETA	251

Gráfico 16: Distribución de la nota media de alumnos con experiencia en el aula de Realidad aumentada (curso 14/15) frente a otros grupos del curso anterior (13/14). GRUPO EAA	263
Gráfico 17: Satisfacción con la experiencia de la Realidad Aumentada en el aula. GRUPO EAA – GRUPO EAA-U	271

Índice de Tablas

Tabla 1: tipos de actividad para crear/desarrollar/adquirir conocimientos.	65
Tabla 2: expresión de conocimiento convergente	69
Tabla 3: expresión de conocimiento divergente	71
Tabla 4: indicadores de resolubilidad y contrastabilidad	182
Tabla 5. Definición operativa de variables	202
Tabla 6. Contraste de hipótesis (Chi^2) sobre el grado de conocimiento que tienen los alumnos sobre la Realidad Aumentada (comparación EAA – ETA)	218
Tabla 7. Distribución de los grupos resultantes del análisis <i>cluster</i> y contraste de hipótesis (Chi^2) (Grupo EAA – conocimiento sobre la Realidad Aumentada)	220
Tabla 8. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la valoración sobre el uso de la Realidad Aumentada (comparación EAA – ETA)	225
Tabla 9. Distribución de las valoraciones medias de los grupos resultantes del análisis <i>cluster</i> y contraste de hipótesis sobre medias (Grupo EAA – características valoradas sobre la Realidad Aumentada)	227

Tabla 10. Distribución de las valoraciones medias de los grupos resultantes del análisis <i>cluster</i> y contraste de hipótesis sobre medias (Grupo EAA – valoración del uso de la RA en el aula)	237
Tabla 11. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en distintas autopercepciones del alumnado (comparación EAA – ETA)	252
Tabla 12. Distribución de las autovaloraciones medias de los grupos resultantes del análisis <i>cluster</i> y contraste de hipótesis sobre medias (Grupo EAA – autovaloraciones como estudiantes)	254
Tabla 13. Distribución de las autovaloraciones medias de los grupos resultantes del análisis <i>cluster</i> y contraste de hipótesis sobre medias (Grupo ETA – autovaloraciones como estudiantes)	
Tabla 14. Distribución combinada de los grupos de autovaloración como estudiantes (Tipo I, Tipo II, Tipo III) con la clasificación identificada sobre el conocimiento de la Realidad Aumentada, y la valoración de su utilidad para la vida y en el aula (Grupo EAA en %)	256
Tabla 15. Distribución combinada de los grupos de autovaloración como estudiantes (Tipo I, Tipo II, Tipo III) y el resto de variables de clasificación (Grupo EAA en %)	260
Tabla 16. Contraste de hipótesis (Chi^2) sobre el grado de conocimiento que tienen los alumnos sobre la Realidad Aumentada (comparación EAA – EAA-U)	265
Tabla 17. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la valoración sobre el uso de la Realidad Aumentada (comparación EAA – EAA-U)	268

Tabla 18. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la valoración sobre el uso de la Realidad Aumentada respecto al curso anterior (comparación EAA – EAA-U)	269
Tabla 19. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la valoración del papel del profesorado que ha participado en la experiencia de la Realidad Aumentada (comparación EAA – EAA-U)	273
Tabla 20. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la valoración sobre la relevancia de los recursos materiales de apoyo (comparación EAA – EAA-U)	274
Tabla 21. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la autopercepción media del alumnado (comparación EAA – EAA-U)	275

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Tasa de penetración de internet en 2012 por continentes	23
Ilustración 2 Modelo TPACK	62
Ilustración 3: Modelo SAMR	77
Ilustración 4: Continuo de la virtualidad a partir de Milgran y Kishino (1994)	86
Ilustración 5: Sensorama	90
Ilustración 6 Dispositivo en cabeza de Sutherland	91
Ilustración 7: KARMA, sistema HMD de Feiner	92
Ilustración 8: dispositivo móvil como monitor de RA	94
Ilustración 9: ordenador personal como monitor de RA	95

Ilustración 10: gafas Vuzix como monitor de RA	95
Ilustración 11: televisor como monitor de RA	96
Ilustración 12: Ingress (juego de RA de Google) en smartwatch Motorola 360	96
Ilustración 13: cirugía endoscópica con imagen de registro por RA	98
Ilustración 14: El continuo físico a partir de (Billinghurst, Kato et al. 2001)	101
Ilustración 15: proyecto StudierStube	103
Ilustración 16: Estudiantes utilizando la herramienta colaborativa SMART amp	104
Ilustración 17: Aplicación Android Flashcards	106
Ilustración 18: Partida en juego de Invizimals	107
Ilustración 19: Sistema Solar aumentado con RA	114
Ilustración 20: Google Sky Map en funcionamiento	115
Ilustración 21: RA en clase de química	116
Ilustración 22: visualización de elementos químicos con la app Elements 4D	117
Ilustración 23: Estudio de los diferentes órganos del cuerpo humano con RA	118
Ilustración 24: SMART Document Camera 450 + Mixed Reality Cube	119
Ilustración 25: SMART Notebook 3D Tools	120
Ilustración 26: La PD (Marquès, 2007)	122
Ilustración 27: La PDI (Marquès, 2007)	122

Ilustración 28: Detalle de uso táctil con la mano en PDI SMART Board 660	123
Ilustración 29: Detalle de uso no táctil con PDI E-Beam Edge	124
Ilustración 30: Pizarra digital no portátil SMART Board Serie 800	125
Ilustración 31: PDI portátil E-Beam Edge	126
Ilustración 32: PDI electromagnética Promethean Serie 100	127
Ilustración 33: PDI con sistema basado en infrarrojos y ultrasonidos Mimio	127
Ilustración 34: PDI basada en patrón de posición ENO Polyvision	128
Ilustración 35: PDI resistiva SMART Serie 600	129
Ilustración 36: SMART Board serie 800	130
Ilustración 37: PDI basada en Wiimote	131
Ilustración 38: Proyector interactivo SMART Lightraise	132
Ilustración 39: SMART LCD Display	133
Ilustración 40: Interfaz de SMART Notebook 15	135
Ilustración 41: menú de personalización SMART Notebook	136
Ilustración 42: Uso del transportador de ángulos SMART Notebook 15	136
Ilustración 43: Ejemplo de trazos SMART Notebook 15	137
Ilustración 44: Rotulador mágico con foco SMART Notebook 15	138
Ilustración 45: Autoformas y polígonos regulares en SMART Notebook 15	138

Ilustración 46: Editor de ecuaciones SMART Notebook 15	139
Ilustración 47: Mapas Conceptuales en SMART Notebook 15	140
Ilustración 48: Integración de Geogebra y SMART Notebook 15	140
Ilustración 49: Ejemplo de clips de galería de imágenes SMART Notebook 15	141
Ilustración 50: Lesson Activity Builder SMART Notebook 15	142
Ilustración 51: Simon de IBM	153
Ilustración 52: Ericsson GS88	154
Ilustración 53: iPhone 1	155
Ilustración 54: Evolución iPad 2010-2014	156
Ilustración 55: Servicio de mensajería Whatsapp	157
Ilustración 56: Detalle de Ubuntu Mobile	160
Ilustración 57: El concepto HandLeR en una Fujitsu Stylistic Tablet	176
Ilustración 58: Proyecto LETS GO	178
Ilustración 59: Curso de capacitación sobre la Realidad Aumentada en el Moodle de Possible Lab	208
Ilustración 60: ADN Polimerasa. Colegio Santamarca	329
Ilustración 61: Reacciones químicas. Colegio Santamarca	330
Ilustración 62: Ciclo del carbono y ciclo del nitrógeno. Colegio Santamarca	331
Ilustración 63: Fotosíntesis y respiración celular. Colegio Santamarca	332
Ilustración 64: DNA Polimerasa. Colegio Las Chapas-Attendis	333
Ilustración 65: Principales ciudades del mundo. Colegio Santamarca	334
Ilustración 66: Autorretrato - Leonardo da Vinci. Colegio Santamarca	335
Ilustración 67: Mujer friendo huevos – Diego de Velázquez. Colegio Santamarca	336

Ilustración 68: Gustavo Adolfo Becquer en su lecho de muerte – Vicente Palmaroli. Colegio Santamarca	336
Ilustración 69: La fábula de Aracne - Diego de Velázquez. Centro Universitario La Salle	337
Ilustración 70: Detalle de la Madonna Sixtina - Rafael Sanzio. Centro Universitario La Salle	338
Ilustración 71: Cuatro bailarinas - Degas. Centro Universitario La Salle	339
Ilustración 72: Gioconda - Leonardo da Vinci. Centro Universitario La Salle	340
Ilustración 73: Amazona - Manet. Centro Universitario La Salle	341
Ilustración 74: La Lechera - Vermeer. Centro Universitario La Salle	342
Ilustración 75: Jóvenes al piano - Renoir. Centro Universitario La Salle	343
Ilustración 76: El Fumador - Juan Gris. Centro Universitario La Salle	344
Ilustración 77: La Clef de champs - Magritte. Centro Universitario La Salle	345

Capítulo 1

Introducción

El hecho de que las TIC de un tiempo a esta parte han invadido nuestra sociedad, vidas y por ende, nuestro sistema educativo, no es ningún secreto. Vivimos en lo que, como veremos más adelante, algunos llaman la tercera revolución industrial. Así pues, la educación, que ya habitualmente afronta múltiples retos como el de dar respuesta a los cambios sociales, económicos y culturales, se ve doblemente retada por la sociedad del conocimiento que hace que esos cambios sean más profundos.

Las TIC plantean en nuestro sistema educativo una transformación obligatoria dado el cambio de la sociedad y los problemas a solucionar, como la brecha digital entre aquellos que han adoptado estas TIC y los que, por diferentes razones económicas, sociales o demográficas, se han quedado atrás en esta revolución. La solución de estos problemas planteados viene condicionada por las competencias tecnológicas que los profesores tienen que adquirir para la formación de los futuros ciudadanos. Futuros ciudadanos que van a vivir en una sociedad del conocimiento aún más tecnologizada si cabe que la nuestra.

Como parte de este conjunto de profesores, en particular del colectivo que se dedica a formar en tecnología educativa tanto a futuros profesores como a profesionales del sector que ya están ejerciendo su labor profesional, siempre me ha preocupado el descubrir nuevas metodologías, nuevos modos y nuevas tecnologías para mejorar el aprendizaje de mis alumnos y de los alumnos de éstos. De aquí viene la elección del tema de esta tesis, los entornos aumentados de aprendizaje. En muchas ocasiones a lo largo de mi carrera he comprobado de forma no empírica que existen diversas situaciones en las que el uso de la tecnología educativa no es adecuado.

La primera de ellas es cuando elegimos una tecnología por diferentes razones (modernidad, lo “último”, facilidad, etc.) y la aplicamos en un aula de forma única, esperando que solucione los problemas de ésta. Siempre he creído que las TIC en las aulas son meras herramientas al servicio del aprendizaje y, como tales, una sola de ellas no va a solucionar nada por sí misma. Esto provoca que los entornos aumentados de aprendizaje se compongan de varias tecnologías, desde la Realidad Aumentada a las pizarras digitales interactivas, pasando por los dispositivos móviles.

En segundo lugar, la situación en la que el uso de las TIC no es adecuado. Este caso es quizá aún más preocupante que el primero, ya que puede ocurrir que el uso de la tecnología no venga de la mano de un modelo metodológico que apoye en esta utilización el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por eso, los entornos aumentados de aprendizaje no tienen

sentido sin los modelos elegidos, TPACK y SAMR, para su implementación y ejecución.

Ésta es pues la génesis y la motivación de esta tesis, el intentar analizar qué tecnologías, como la realidad aumentada o las pizarras digitales interactivas utilizadas en un entorno controlado junto con una metodología adecuada, pueden suponer muchos beneficios para nuestros alumnos.

Aunque posteriormente en el apartado metodológico se volverá a formular y se intentará justificar de una manera más amplia, creo conveniente escribir aquí el problema de investigación que genera este trabajo doctoral. Este problema consiste en describir y profundizar en el aporte que tiene una experiencia de entorno aumentado de aprendizaje en educación secundaria en las asignaturas de arte, biología y geografía.

Capítulo 2

Las TIC en la Sociedad

2.1. Nuevas Tecnologías, TIC, TAC

El concepto de nuevas tecnologías no es el más adecuado para referirnos a las tecnologías modernas que utilizamos ya no sólo en el ámbito educativo, sino en todos los de la vida. No es adecuado ya que es un concepto totalmente dinámico (Lynne Markus & Robey, 1988).

Las TIC son actualmente tan importantes en todos los campos de la vida del ser humano que el Banco Mundial definió en 2008 que el acceso a estas tecnologías es uno de los pilares básicos para medir el grado de avance de cualquier país. Las TIC están presentes en múltiples ámbitos de la vida, desde el comercio y la educación a la ciencia, el entretenimiento o la defensa.

La literatura ha definido las TIC de diversas formas, pero en estas definiciones se repiten distintos conceptos como vamos a ver a continuación. Estos conceptos son:

- Procesamiento de la información.

- Acumulación de la información.
- Intercambio de información.
- Sistemas de información.
- Alcance global.
- Acceso al conocimiento.
- Multidirección de la información.
- Informática y multimedia.

Cabero (2000) nos define las TIC de una forma muy sucinta aludiendo a éstas como aquellas que giran en torno a la informática, la microelectrónica, la multimedia y las comunicaciones.

Marqués (2011), de una forma también breve, quiere definir las TIC como un conjunto de mejoras tecnológicas que proporcionan diferentes campos como la informática, las telecomunicaciones, las tecnologías audiovisuales (Internet, teléfono, mass media, multimedia y realidad virtual). Estas mejoras giran en torno a avances en la proporción y proceso de la información y en los canales para su comunicación.

En el curso OpenWare “Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación” de la Universidad de Sevilla (Cabero, Barroso, Romero, Llorente, & Román, 2007), se hace referencia a las TIC como el conjunto de nuevos medios que comprenden desde el lenguaje hipertextual, lo multimedia, Internet, la realidad virtual o la televisión por satélite. La característica que las une y

define es que giran todas de forma interactiva en torno a las telecomunicaciones, informática y lo audiovisual.

Un ejemplo más amplio de definición es la que se hace en la Fundación Telefónica en 2007:

Las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicaciones) son las tecnologías que se necesitan para la gestión y transformación de la información, y muy en particular el uso de ordenadores y programas que permiten crear, modificar, almacenar, proteger y recuperar esa información. Las TICs, como elemento esencial de la Sociedad de la Información habilitan la capacidad universal de acceder y contribuir a la información, las ideas y el conocimiento. Hacen, por tanto, posible promover el intercambio y el fortalecimiento de los conocimientos mundiales en favor del desarrollo, permitiendo un acceso equitativo a la información para actividades económicas, sociales, políticas, sanitarias, culturales, educativas y científicas, dando acceso a la información que está en el dominio público. Las TICs generan ventajas múltiples tales como un público instruido, nuevos empleos, innovación, oportunidades comerciales y el avance de las ciencias.

En su estudio sobre el concepto de TIC, Cobo acaba reuniendo una interesante definición sobre éstas:

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): Dispositivos

tecnológicos (hardware y software) que permiten editar, producir, almacenar, intercambiar y transmitir datos entre diferentes sistemas de información que cuentan con protocolos comunes. Estas aplicaciones, que integran medios de informática, telecomunicaciones y redes, posibilitan tanto la comunicación y colaboración interpersonal (persona a persona) como la multidireccional (uno a muchos o muchos a muchos). Estas herramientas desempeñan un papel sustantivo en la generación, intercambio, difusión, gestión y acceso al conocimiento.

2.2. Presencia de las TIC en la Sociedad

Es inevitable el obviar la presencia masiva de las TIC en la sociedad actual. Hay autores que incluso definen estos profundos cambios en la ciencia y la comunicación a finales del siglo XX como una tercera revolución industrial, la de las TIC (Tello, 2007). Esta revolución, junto con el imparable avance de la globalización, ha sentado nuevas bases en una economía y sociedad caracterizada por el papel fundamental que la información y el conocimiento tienen en todas las actividades humanas, así como en cualquier transformación social.

Estas tecnologías facilitan en gran medida la labor de casi cualquier profesional, ya que estos requieren información para llevarlas a cabo, un

preciso proceso de ésta y, muchas veces, la comunicación con otras personas y profesionales. Esto es lo que nos permiten las tecnologías de la información y la comunicación (Marquès, 2001):

- Acceder a cualquier información.
- Procesar todo tipo de datos.
- Canales de comunicación inmediata. Estos canales pueden ser:
 - Síncronos.
 - Asíncronos.
- Automatización de tareas.
- Interactividad.
- Almacenamiento de información.
- Homogeneización de los códigos que se utilizan para el registro de la información.

Las revoluciones que nos precedieron en la Historia cambiaron el mundo, transformando la vida, las costumbres, parte de la cultura y también la conciencia de los individuos. La revolución tecnológica que nos adentró, en el siglo XXI, en la Era Digital no es sino el comienzo de un vertiginoso camino. A diferencia del resto, en esta ocasión, la percepción del cambio supera las posibilidades de comprensión del ser humano, pues el modelo de comunicación global posibilitado por Internet ha disparado el uso tecnológico en entornos completamente nuevos para nosotros. Antes, la innovación cambiaba el mundo en el que vivíamos; ahora, el mundo ha empezado a soportar la existencia de dimensiones virtuales alternativas.

Ya con la explosión de Internet en la entrada de siglo, podemos ver investigaciones que aluden al cambio social en el modo de trabajar, en las relaciones sociales o en las estructuras familiares (Nie & Erbring, 2000). Estos cambios se han multiplicado desde principios del siglo XXI, con un cambio brutal en los usos de Internet, desde el número de usuarios a la influencia que internet ha tenido en diferentes ámbitos sociales. Un botón de muestra lo podemos ver en el siguiente gráfico donde, en 2012, la penetración en el primer mundo es de más de un 60%, siendo seguido muy de cerca por América del Sur y varias zonas de Asia. Tan sólo en África y en el sur de Asia el porcentaje de penetración de Internet es más bajo que la media mundial.

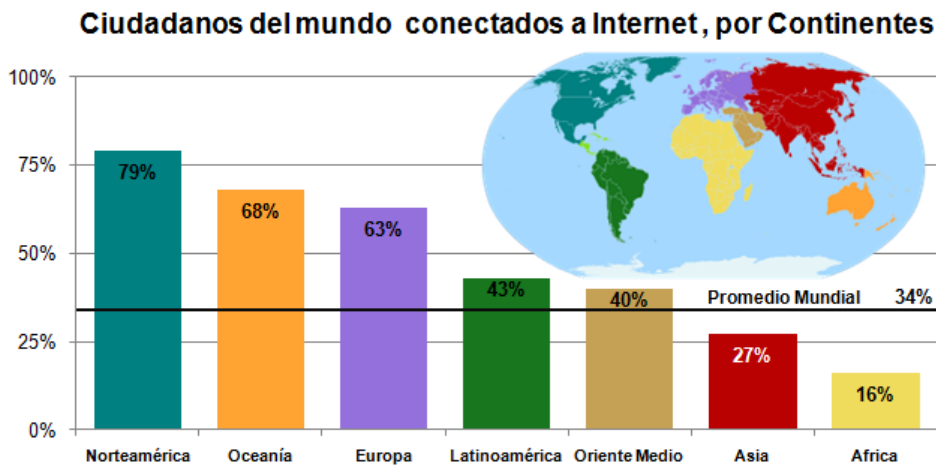


Ilustración 1: Tasa de penetración de internet en 2012 por continentes

La existencia de Internet permite que un individuo pueda comunicarse, prácticamente en tiempo real, con cualquier parte del mundo, estableciendo procesos bidireccionales de tránsito de información, cuya representación interconectada asemeja al de las conexiones cerebrales. Una persona puede realizar una transacción comercial con un proveedor, pagar con un banco situado en un lugar muy distinto del planeta y recibir el paquete en su casa a través de un intermediario local. Internet provee de un espacio de representación de tal tamaño, que necesitamos sistemas de rastreo que nos localicen el pedido. Y así, podemos saber si ya lo han entregado al distribuidor, conocer la posición exacta de nuestro móvil, podemos encontrar el restaurante a través de nuestro GPS del coche o podemos conocer en qué museo se encuentra una réplica de un cuadro simplemente leyendo el código QR que aparece en una etiqueta. La dependencia de los dispositivos digitales es cada vez mayor y su impacto en la conducta individual, también. Hasta tal punto en que su ausencia, o su falta de disponibilidad, ha hecho aparecer en los últimos años nuevos cuadros clínicos como la homofobia, poniendo de manifiesto la existencia de personas dependientes de los entornos virtuales (King, et al., 2013).

En la actualidad, las personas viven al amparo de las posibilidades tecnológicas. Los ordenadores ya no se compran con unidad de CD y las fotos que todos tenemos archivadas en estos soportes habrán de ser transferidas rápido a memorias en la nube. Y, en poco tiempo, todo esto estará también obsoleto. Sin embargo, este cambio constante hace que nuestro pensamiento se mueva en realidades que, cada vez más, están fuera del

alcance de lo físico. Las personas, sobre todo jóvenes, caminan por la calle mirando un dispositivo móvil que apenas unos años antes tan sólo servía para hablar telefónicamente. Ahora, estos aparatos son una ventana abierta de par en par a Internet, al mundo digital, a la realidad virtualizada (constituida por múltiples y diversas realidades virtuales), a una sociedad totalmente tecnológica.

Los cambios surgidos a partir de la globalización de Internet nos han llevado a una transformación que va más allá de afectar a la sociedad: la ha cambiado por completo. Estamos entrando en una nueva concepción social que trasciende la sociedad tal como la conocíamos en el siglo XX. Es tan grande el cambio, que una persona en un país desarrollado puede vivir al límite de lo real, desenvolviéndose en todos los ámbitos excepto el físico gracias al mundo virtual, o ayudándose de éste para satisfacer o completar las necesidades vitales.

Ya Durkheim hablaba sobre que, en una sociedad antigua y simple con una división del trabajo simple y limitada, los individuos son intercambiables, siendo la conciencia colectiva lo que genera una sensación de pertenencia a esa sociedad. En cambio, la sociedad actual es muy diferente. La tecnología y la gran y variada división del trabajo hacen que los individuos sean interdependientes entre sí. Cuando hablamos de esta nueva sociedad, habría que preguntarse si estos individuos disponen de conciencia social propia o no. La influencia de Internet y su uso no sólo afectan, como veremos a continuación, a todos los ámbitos; además de afectar a las

categorías mentales y a los modos sociales, hacen que la nueva sociedad TIC sea algo enorme y trascienda el espacio al poder transmitir de una forma eficaz mensajes a las masas por medio de las redes sociales (Javaloy, Espelt, & Cornejo, 2001).

La globalización de las tecnologías ha cambiado de forma extrema diferentes aspectos de la sociedad:

- Educación y conocimiento
- Relaciones sociales
- Familia
- Salud
- Ocio

2.2.1. Alfabetización y brecha digital

Esta sociedad del conocimiento de la que estamos hablando se puede considerar por sus beneficios, adelantos y bondades como un progreso social. No obstante, ese progreso no llega a todas las capas sociales por igual, existiendo sectores en los que este avance no cala. Esto supone un desnivel muy grande en el acceso y uso de las TIC. A este desnivel se le llama brecha digital o *digital divide*. El combatir esta brecha es uno de los retos de la formación universitaria en el área del Magisterio, al tener que formar a

profesores competentes tecnológicamente, capaces de alfabetizar digitalmente a las nuevas generaciones y, así, disminuir los riesgos de esta desigualdad digital.

El término “brecha digital” fue uno de los primeros que acompañaron al impacto de las TIC en la sociedad, produciéndose una diferencia de inicio en la oportunidad de desarrollo de poblaciones o partes de la sociedad, que provocó que se estableciera una distancia entre la gente que tiene acceso a estas tecnologías y la que no. Pero no sólo se produce una brecha digital; ésta viene también acompañada por otra desigualdad más preocupante si cabe: la brecha cognitiva. Esta última va acumulando los efectos de la brecha digital, del acceso a la información, de la peor educación, etc., planteando un desafío aún más grande para la sociedad del conocimiento (Tello, 2007).

Hay cierta vinculación entre el progreso de la humanidad y el desarrollo de la tecnología. La creación, aplicación y transferencia de las fuentes tecnológicas han aportado una supremacía competitiva, en el ámbito económico, material y cultural, a aquellos grupos sociales que ostentan el poder político y económico y que han sabido tomar como ventaja a su favor el desarrollo de la tecnología. En oposición a ellos, están los grupos sociales marginales, tanto en el ambiente urbano y en especial en el rural, quienes no se han beneficiado de tal conocimiento y que, por tanto, se van quedando relegados en relación al progreso que tiene los primeros, de forma que se crea una brecha tecnológica entre ambos grupos. Estas circunstancias se transforman en una estratificación de la sociedad, en

atención a si ésta tiene acceso o no, a los recursos tecnológicos y al empleo que hacen de las mismas. En otras palabras, se produce una diferenciación entre aquellos que acceden a estas tecnologías y aquellos otros que no pueden tener el mismo acceso o que, incluso, desconocen su existencia por muy diversos motivos.

El término “brecha digital” se refiere, según Garsán (2006), a las desigualdades en términos de acceso y uso de las tecnologías de la información y comunicación. De una manera automática, aunque errónea, se asume que estas diferencias se observan únicamente en los que no tienen recursos financieros o capacidades económicas para costear la infraestructura que requieren las TIC. Es cierto que éste es un elemento sustancial en el análisis de este problema, pero no es el único. Es por ello que contar con el equipamiento físico en las aulas no garantiza por sí solo la mejoría en el proceso de aprendizaje. El asunto primordial no es el desigual acceso a los recursos tecnológicos, sino más bien, el desigual uso que de ellos se hace.

En términos comparativos, la década de los noventa (periodo en el cual se empezó a mencionar el término “brecha digital”) no brindó las mismas oportunidades de acceso a las TIC que están disponibles hoy en día. La internacionalización del uso de ordenadores e Internet ha sido generalizada, sumado a la migración de estas plataformas a los dispositivos móviles y la increíble reducción del costo de los mismos, lo que ha ampliado la facilidad de acceso a estos recursos. Pero, aunque esta afirmación puede

ser bien entendida y familiar para todos, lo cierto es que para la mayoría no se trata aún de una realidad. Se cree que, todavía en nuestros días, más del 70% de la población mundial habita en sociedades que apenas están dando sus primeros pasos para consolidar sus programas de digitalización. Y esto no sólo hace referencia al hecho de que este número de habitantes tenga pocas facilidades para hacerse con el equipamiento tecnológico; también se vincula al hecho de que tienen escasas habilidades para darle apropiado uso, lo que representa otro de los límites que caracterizan a la brecha digital.

Hay que considerar que, entre sociedades pertenecientes, por ejemplo, a un mismo país en vías de desarrollo, también es posible identificar estas desigualdades. Esto se debe principalmente a que se separan de la tendencia global, ya mencionada, de oferta de infraestructura y servicios de conexión, redes y comunicación de bajo costo. Así, algunos países tienen un precio promedio mensual por servicio de Internet muy elevado en comparación con otros de su misma región, al tiempo que ofrecen una velocidad de conexión bastante más baja. Ambas circunstancias convergen para hacer más difícil una verdadera democratización del acceso a estas herramientas por parte de todos los grupos sociales que los integran.

Ahora bien, las Tecnologías de la Información y la Comunicación se han vuelto parte de la identidad general en los centros de enseñanza, a cualquier nivel, tanto en grandes como en medianas y pequeñas ciudades, en casi todo el mundo. Es así como, en la actualidad, los alumnos de las grandes y medianas ciudades no consideran novedoso o extraordinario

cursar asignaturas tales como informática, modelos computacionales, programación, etc. (Peña-López, 2009). Esto es considerado, a diferencia de las generaciones precedentes, como una obligatoriedad dentro de la organización educativa y es, por lo tanto, una práctica común y muy generalizada.

Toda esta realidad es naturalmente comprensible si se considera que las generaciones actuales crecieron durante el auge que supusieron en su momento esas tecnologías (lo que implica pertenecer a la generación NET de la que ya habló Prensky) y se han desarrollado como individuos paralelamente al avance que todas ellas han tenido, tienen y seguirán teniendo casi exponencialmente. No obstante, esta habilidad casi innata que tiene la juventud actual, se sitúa en un escenario medido y probado por el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos, llevado a cabo por la OCDE, acerca de las estadísticas que relacionan la educación con el uso de las TIC. Algunas de las investigaciones gestionadas por este programa permitieron establecer los siguientes indicadores que, aunque toman como fuente a estudiantes cursantes del segundo nivel de Secundaria, no dejan de ser útiles para fines demostrativos:

- Un 35% de los estudiantes escriben documentos una o dos veces por semana y un 17% lo hace a diario. Si se suman a esta cifra aquellos que lo hacen con una frecuencia mensual (un 24%) en total un 76% de los estudiantes utilizan procesadores de texto con regularidad.

- El uso del computador es mayormente doméstico, puesto que el 67% del alumnado utiliza el computador en casa a diario, mientras que en las escuelas es sólo de un 3%. En una base mensual, un 86% usa su ordenador con frecuencia.
- No es de sorprender que, aunque un 67% de los estudiantes reciben cursos o clases escolares relacionados con las TIC, la mayoría, un 90%, dijeron haber aprendido más en la práctica por cuenta propia o gracias a la ayuda de algún compañero o amigo. Estos números pueden indicar que la mayoría toma clases obligatorias de computación, pero que buena parte de lo que llegan a aprender lo obtienen fuera de sus clases.
- El anterior indicador queda en mayor evidencia cuando se considera que el 17% de las escuelas denuncia tener escasos o inadecuados recursos audiovisuales, un 21% acusan problemas en cuanto al software para enseñanza, un 9% resaltan la baja conectividad a Internet y otro 18% se queja de la escasez u obsolescencia de terminales para fines educativos.

Otros indicadores, esta vez provenientes de estudios conducidos en España, permiten obtener una aproximación de la poca vinculación que existe entre los profesores y las herramientas digitales actuales:

- Sólo el 26% de los profesores usan las TIC en las aulas de clases semanalmente. Un 28% nunca las emplea, otro 30% lo hace ocasionalmente y otro 15% lo hace al menos una vez por mes.

- Entre el grupo de profesores que han empleado TIC en clases, un 79% afirma haberlo hecho *al menos una vez* como soporte para una presentación oral, mientras que entre un 53% y 62% asegura haberlas usado *al menos una vez* como ayuda para dar una explicación durante una clase tradicional. Tan sólo el 26% de los profesores expresaron haber empleado TIC *al menos una vez* para comunicarse con sus estudiantes y un diminuto 19% aseguró haber desarrollado una clase virtual, alternado lecciones con métodos tradicionales y lecciones online.

El escenario final producto del análisis de estas fuentes estadísticas se resume en la inferencia de que los estudiantes, aunque desarrollan competencias digitales significativas, rara vez las aprenden o emplean en el ambiente escolar. Además, el profesorado tampoco asume un rol innovador en la aplicación de técnicas actuales de lectura y enseñanza a través de los recursos tecnológicos, aunque estos sean escasos.

La estrategia que se plantea Peña-López (2009) para abordar este problema de la brecha digital en la educación parte de un modelo propuesto que toma en cuenta 3 grandes perspectivas o pilares: infraestructuras, habilidades digitales y contenido y servicios. A su vez, cada una de estas perspectivas tiene 2 componentes claves para procurar alcanzar los objetivos que se plantean desde cada mirada. La infraestructura requiere del hardware, software y la conectividad, elementos básicos y necesarios, representados recientemente por los equipos como laptops, ordenadores de

escritorio o los sistemas operativos y programas para su operatividad, al igual que la conexión a Internet o redes internas. Otro elemento clave de la infraestructura es la asequibilidad, que precisa que haya una dotación por parte de las instituciones oficiales del Gobierno en aquellas instituciones con poca capacidad para proveerse del equipamiento por sí mismas, de manera que su limitación al acceso a las TIC se vea reducida.

El autor señala que el segundo pilar, las habilidades digitales, requiere de la conjunción de alcanzar un nivel de alfabetización digital y un entrenamiento para éste. Hay que recordar que un nivel de alfabetización digital adecuado se logra con la habilidad de usar tecnologías digitales, herramientas comunicaciones y de redes para ubicar, evaluar y crear información. Igualmente, se obtiene cuando se alcanza la habilidad de entender y usar la información en múltiples formatos dentro de un gran rango de fuentes disponibles, así como las destrezas para llevar a cabo tareas cuando se está en un ambiente digital. Este nivel se adquiere a través del entrenamiento o formación digital, del cual forman parte importante los docentes, como ya se ha dicho. La formación, bien sea formal o informal, dentro o fuera de las instituciones educativas, fomenta el desarrollo de competencias digitales y computacionales útiles, tanto en el ámbito académico como para el futuro profesional y personal de los estudiantes.

El otro bloque integrante del modelo de Peña-López, el referido al contenido y los servicios, está relacionado con los recursos educacionales representados por el material educativo digital, tales como manuales, libros

electrónicos, wikis, blogs, material interactivo, etc., y con la denominada pedagogía electrónica, que envuelve un cambio de paradigma en cuanto a la metodología empleada en los procesos educativos donde sea preponderante la transmisión de conocimientos a través del empleo de los canales digitales de las TIC.

Un acercamiento similar hace García (2014) citando a Lozano, cuando define el triángulo del *e-learning*, entendido éste como la formación electrónica o enseñanza virtual: la tecnología, los contenidos y los servicios. Es muy importante la necesidad de resaltar, como ya se ha hecho, que las tecnologías, los recursos, las plataformas y los métodos pedagógicos no son el fin último, sino los medios por los cuales es posible alcanzar el objetivo que se persigue: aumentar el conocimiento y la formación.

Capítulo 3

Las TIC en la Enseñanza

3.1 Las TIC en el ámbito educativo

El impulso de las TIC en todos los ámbitos sociales, como hemos visto en el capítulo anterior, no ha dejado indiferente a la escuela, la universidad y todo el medio educativo. Como todos los demás, estos se han visto inundados por el uso de las TIC. Así pues, en la educación, también se ha vivido una revolución con la introducción de Internet en las aulas y el uso de pizarras digitales, ordenadores, tabletas y otras tecnologías por parte de profesores y alumnos.

Dada la importancia de las TIC en la sociedad, la educación de este siglo tiene que avanzar en esa dirección al ser la escuela un reflejo de esa sociedad y el lugar donde los nuevos ciudadanos se entrenan para vivir en ella. Es por eso que debería existir una importante relación entre el aprendizaje, el conocimiento, la innovación, los centros escolares y las TIC. El entender en qué medida las TIC contribuyen a crear una nueva configuración del centro escolar sería interesante e importante (Cobo 2009).

Acoplar las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y la educación en todos los niveles de enseñanza, se ha considerado como una obligación creciente en la actualidad. Esta obligación es cada vez más representativa dada la multiplicidad de opciones tecnológicas disponibles como potenciales instrumentos pedagógicos. No se hace referencia únicamente a una simple variación en la presentación o el formato de la información, sino que se va más allá considerando además la dinámica de la interacción del usuario (y, por extensión también, del alumnado) con las diversas fuentes de información disponibles hoy día, lo que las hace realmente diferenciables del acceso histórico-tradicional. El cómo aprovechar estas herramientas y transportarlas del uso cotidiano a las clases, así como su verdadero aporte a la formación educativa, ha sido tema de debate para un sinnúmero de autores.

Al definir las TIC como la combinación de tecnologías informáticas, vídeo y comunicaciones a través del uso de computadoras multimedia, redes y los servicios que se basan en ellas (Kaffash et al., 2010), es evidente que las actuales tecnologías posibilitan diferentes alternativas orientadas al acceso, manejo, creación y difusión de información, a la vez que ofrecen opciones muy diversas para establecer canales de comunicación. En los últimos años, estos componentes han experimentado un gran auge, sobre todo con el surgimiento de la denominada Web 2.0. Ésta es una modalidad que empodera tanto a alumnos como a docentes con las herramientas para una gestión de información muy participativa con una perspectiva constructivista y cognitiva (Padilla, 2008). Esta modalidad, así como otros recursos

tecnológicos basados en Internet o redes de comunicación, favorece el intercambio no sólo del contenido “estático” o lineal al que estaban acostumbrados los usuarios, sino que también los formatos de texto, imagen, sonidos y videos son ahora más generalizados en esa plataforma y su contenido es alentado por los mismos lectores. Ese mismo autor resalta lo importante que son los refuerzos sensoriales para la lectura y el contenido en los procesos académicos.

Antes de pasar a analizar el impacto que las TIC han tenido en la enseñanza, es importante destacar que, por mucho que haya existido un aumento de la disponibilidad de las TIC en los centros educativos, éste no siempre ha supuesto por defecto un cambio en el modelo de enseñanza tradicional (Coll, 2008; Moreira, 2010) a pesar de que, como vamos a ver, las TIC permiten llevar a cabo esta transformación.

3.1.1. Aportaciones de las TIC a la enseñanza

Investigaciones nacionales e internacionales (Calvo, 2008; Marquès, 2001) nos dan una idea clara de lo que la introducción de las TIC ha aportado o puede aportar a los procesos de enseñanza y aprendizaje en el ámbito educativo, como podemos observar en la explicación con más detalle de los siguientes ítems:

- **Mayor universalización en la información.** El profesor ya no es el amo de la información en su aula. Internet ha supuesto un

acercamiento y mayores posibilidades de acceso a la información. Por otra parte, esta universalización de la información también acude en la ayuda del docente al permitirle acceder a una cantidad ingente de material relacionado con cualquier asignatura.

- **Metodologías para el autoaprendizaje.** Una vez que el estudiante tiene acceso ilimitado a la información, es necesario dotarle de una serie de competencias y conocimientos sobre no sólo cómo utilizarla, sino también cómo buscarla, cómo seleccionarla y cómo hacer un análisis crítico de ella.
- **Trabajo colaborativo.** Las TIC como herramientas de procesamiento de datos y comunicación, permiten al profesor generar unos procesos de aprendizaje colaborativos de una forma más adecuada gracias al software dedicado específicamente a la comunicación como blogs, chat, foros o herramientas colaborativas.
- **Construcción personalizada de aprendizajes significativos.** Los planteamientos constructivistas de aprendizaje significativo pueden aprovechar las TIC y su poder para permitir que los alumnos realicen su propio aprendizaje desde el conocimiento anterior. Ellos tienen ahora a su alcance mucho más material formativo e información y pueden acceder a la consulta y a la ayuda de profesores y compañeros de una forma mucho más sencilla. Además, el profesor tiene a su disposición herramientas de control de este proceso de aprendizaje de sus alumnos.

- **Mejora de la motivación.** Los estudiantes se ven motivados al ser educados con medios familiares que emplean en su vida no académica. Además, el estudiante, que se ve convertido en un elemento activo de su propio aprendizaje, adquiere mayor protagonismo dentro de este proceso. Esto, unido a que las TIC permiten al docente diseñar una educación personalizada e individualizada, hace que el estudiante se pueda ver como total protagonista de su proceso de enseñanza y aprendizaje lo que automáticamente supone un aumento en su motivación por aprender.

Lo anterior puede servir de base para establecer las funcionalidades de las TIC en la educación. En este sentido, es importante el trabajo realizado por Marqués (2012) al establecer estos posibles usos de los recursos tecnológicos en los centros educativos:

- Servir como instrumento para alcanzar la alfabetización digital de los estudiantes, profesores y familia
- Ser aprovechado en el uso personal para el acceso a la información y la comunicación, así como para la gestión y el procesamiento de datos.
- Como recursos para la gestión de servicios conexos de la escuela, secretaría, biblioteca, y en la gestión del asesoramiento de los alumnos.

- En la función didáctica, facilitando los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Como método de comunicación con las familias a través de, por ejemplo, las páginas web o blogs del centro educativo.
- Para relacionar a los integrantes de la comunidad educativa en general (estudiantes, profesorado, coordinadores y familiares) a través de las redes sociales y virtuales, para compartir experiencias y conocimientos al igual que para transferir información.

Al respecto, Gutiérrez (2007) afirma que, en esta era, donde cobra mucho valor el hipertexto, es el usuario quien toma las riendas de la transmisión del conocimiento a través de un abanico de opciones menos limitadas que con la imprenta tradicional. No obstante, se ha discutido también la importancia de reconocer los métodos pedagógicos tradicionales como un mecanismo probado durante siglos con excelentes resultados, que sólo puede ser mejorado mediante la investigación, la actualización y la modernización.

La vinculación TIC-educación también se ha hecho más patente en el último cuarto de siglo debido a la evolución de lo algunos llaman “generación NET”. Según Prensky (2008) existe una diferencia considerable entre la generación de los jóvenes de hoy día y los de hace unos 25 años. Los primeros, considera, tienen cerebros y cultura muy distintos que los hace más favorable a la aprehensión más llevadera de las habilidades necesarias

para interactuar con las tecnologías. El autor denomina a ese grupo como “nativos digitales”. En su oposición, se hayan los llamados “inmigrantes digitales”, nacidos una generación antes, quienes adoptaron la tecnología más tarde en sus vidas. La contribución de Prensky radica fundamentalmente en la conclusión de que el estudiantado de hoy en día demanda un formato de educación acorde a sus capacidades lo que, indudablemente según su criterio, se logra gracias a una interacción más profunda con las TIC actuales.

Como resultado de la interacción con el computador y el Internet, los estudiantes pertenecientes a esta generación desarrollan mentes híper-textuales que se caracterizan por la habilidad para reconocer imágenes con gran rapidez, aprehenderse de competencias espaciales y visuales, aprender por descubrimiento, realizar varias tareas al tiempo y responder rápidamente en el tiempo. Lo anterior, los convierte en “alfabetizados digitales”, ya que usan una gran cantidad de herramientas y dispositivos fluidamente y permanecen más conectados a Internet. Esta conexión hace que sean más sociales y se vinculen a comunidades virtuales en donde interactúan constantemente.

Investigaciones previas llevan a una variedad de resultados que suponen que la interacción educación-tecnología es un elemento indispensable para la superación personal, social y académica de los estudiantes y que, su unión a los procesos formativos, amplía las posibilidades de comunicación y aprendizaje entre individuos. Estos

resultados se sintetizan por tanto en que existe una relación sustancial entre el uso de las TIC y el avance intelectual del alumnado. Por otra parte, se ha ahondado también en las características que convierten a las TIC en un recurso valioso como soporte pedagógico. Padilla (2008) resalta de ellas su carácter creativo y dinámico para establecer maneras muy hábiles de establecer comunicación e intercambio de información; su accesibilidad, la cual es cada día mayor para la población, y su amplio espectro de aplicabilidad para prácticamente todas las áreas del conocimiento.

El impacto de las TIC en la educación es posible condensarlo, como lo hace Marqués (2012), en tres grandes elementos: la creciente significación de la educación informal de las personas, una mayor transparencia que supone la mejoría en la calidad de las instituciones educativas y la función compensatoria en la batalla contra la brecha digital. Es posible hacer esta clasificación, en primer lugar, porque existe una omnipresencia de los medios de comunicación en todos los ambientes de cada individuo, unido al creciente vínculo de las personas con el Internet y otros medios digitales que están cada vez más alcance de muchos. Cada día se incrementa más el volumen de contenido educativo que se hace disponible en la red, lo que conlleva a una generalización del conocimiento más allá de aquel oficialmente impartido por las instituciones educativas.

Por otro lado, existe una relación escuela-ciberespacio que permite a las primeras darse a conocer, de tal manera que puedan ofrecer sus servicios, su oferta curricular y sus características organizativas y didácticas. Esta

relación, a largo plazo, obliga a una mejoría en la calidad de la educación impartida por estos centros. El autor también identifica como un impacto que merece consideración la labor de las TIC para disminuir la brecha digital (que será abordada en profundidad más adelante) gracias al acercamiento de los recursos tecnológicos para aquellos integrantes del sistema educativo que no son tan favorecidos y que tienen dificultad para acceder a ellos por sus propios medios fuera del ambiente escolar institucional.

En el curso de estos aportes investigativos, se han intentado establecer cuáles son las variables a intervenir para lograr una compenetración mutua entre el uso de herramientas tecnológicas y la educación. Así, Gutiérrez (2007) resume que los ámbitos que requieren cambios son la enseñanza obligatoria, la adecuada formación del profesorado y la investigación educativa. Y es aquí cuando los modelos de implementación se encuentran con ciertos inconvenientes que dificultan la consecución de los mejores resultados.

Para superar las barreras que tienen las TIC para mantener una relación armónica con los procesos educativos, Gutiérrez (2007) propone una integración curricular de los recursos tecnológicos. Esto va más allá del simple equipamiento computacional en las escuelas y otras instituciones educativas. Se trata de la inclusión de la alfabetización digital obligatoria en los programas de formación, de tal manera que cada área de estudio se involucre directamente con su aplicabilidad con las herramientas tecnológicas. La reforma curricular que propone el autor busca generar en

el estudiante no sólo una destreza particular en el manejo del ordenador u otro dispositivo, sino más bien la habilidad de poseer un enfoque crítico en cuanto al potencial que tienen los recursos con los que cuenta y el mejor aprovechamiento que a estos se le pueden dar. Una reforma curricular debe, por lo tanto, trabajar en función de dar alcance a la “competencia digital”, establecida por la Unión Europea como una de las competencias clave necesarias.

Esa misma línea de investigación la siguen Kaffash *et al.* (2010) al postular las tres dimensiones que tiene un currículo TIC en la educación, que han llamado el currículo planeado, el practicado y el logrado. El primero hace referencia a la formulación de objetivos a alcanzar y al proceso educacional definido por los entes encargados de la planificación escolar a nivel nacional y supranacional, que a su vez tiene un nivel micro dentro del aula de clase, cuando define el logro de cada lección impartida. El segundo, es el currículo realmente llevado a la práctica, impartido en el aula y en la escuela a través del proceso académico y descrito en términos de oportunidades de estudio para los estudiantes. El último es el resultado evidenciado en las habilidades mostradas por el alumnado en relación al adecuado manejo que estos le dan a los recursos tecnológicos.

Aunque la mayoría de los profesores son conscientes de la importancia que tienen las TIC en la educación, no parecen integrarlas a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Mucho se ha escrito sobre la concepción, aparentemente errónea, de planes de incorporación de las TIC al

mundo educativo. Castells y Rosselló (2010) critican la percepción de que el aprovechamiento de los recursos tecnológicos alcanza su plenitud con la mera aplicación de estos y que, por tanto, una dotación suficiente y la instrumentalización sobre sus usos es todo lo necesario. Llegan a afirmar que el empleo de las TIC *a priori* no ofrece totales garantías de mejoramiento o facilitación de los procesos de enseñanza-aprendizaje. En este mismo orden de ideas, Manso et al. (2011) aseguran que existen evidencias como para afirmar que la integración de las tecnologías al proceso educativo no es suficiente y que, por ese motivo, los elementos determinantes para alcanzar una selección y un uso óptimo de las TIC en la educación son el docente y su pedagogía. Es cierto que uno de los actores primordiales en el proceso educativo es el docente, dado su carácter de guía conductor del mismo y la referencia que de él se tiene como facilitador del conocimiento. Es por ello que resulta preocupante que un buen número de profesores no favorezcan la incorporación de las herramientas digitales en sus actividades formativas, lo que va en detrimento de una interacción, confianza, creatividad, pensamiento crítico y participación en la Web y otros medios.

La situación anterior tiene su explicación en los arquetipos de los usuarios de las TIC a los que hace referencia la Oficina de Comunicación del Reino Unido (2008): comprometidos, pragmáticos, ahorradores, dudosos y reacios. Haciendo una analogía con estos patrones de conducta, existen tanto docentes como planificadores que tienen una tendencia positiva a la adopción y uso de nuevas tecnologías. Estos maestros pertenecen al grupo de comprometidos, quienes establecen conexiones más prospectivas con los

distintos dispositivos de comunicación existentes, a la vez que hacen un empleo más efectivo y funcional de estos medios. Por el contrario, existe un grupo de docentes que plantean serias objeciones al uso de estos recursos. Son resistentes al cambio, evitan incluso el acercamiento a las potencialidades que las herramientas tecnológicas más modernas les ofrecen, y resaltan las virtudes de los medios más tradicionales. Encontramos aquí a los reacios, quienes muestran poco interés por cambiar la situación que les lleva a desligarse del uso de las TIC en el ambiente educativo. Y estos últimos han representado siempre una barrera para la conexión entre los elementos tecnológicos y el proceso educativo.

3.1.2. El papel del docente y el alumno frente a las TIC

Ya se ha hablado aquí de la importancia de la participación activa que debe tener el profesorado en la vinculación de las TIC y los procesos educativos. De hecho, en cada modelo discutido se le otorga un rol importante y, al analizar las causas, efectos y orígenes de la brecha digital, se ha considerado tanto al docente como al alumno como factores preponderantes. Y no podría ser de otra manera, pues ambos grupos son protagonistas dinámicos principales del hecho educativo. Pretender que alumnos y profesores son tan sólo espectadores de un fenómeno externo o ajeno a ellos sería restarle importancia a los sujetos, que tienen la mayor responsabilidad en la conducción de los procesos académicos que se realizan en las instituciones educativas. Esta es la postura que asume Cadena (2009) al resaltar que la reflexión fundamental de la relación TIC-educación debe

hacerse bajo la idea de que todo radica en la persona, en el individuo, en el manejo de las herramientas que han sido creadas para su servicio y utilidad.

Las situaciones previstas en las exposiciones previas han dejado claro que existe un desaprovechamiento de las ventajas y potencialidades que ofrecen las TIC como recursos de apoyo pedagógico. Una de las causas que puede explicar esta realidad la expone Gutiérrez (2007) cuando hace referencia a una posible falta de interés por parte del profesorado en someterse al proceso de actualización y transformación de la metodología académica con herramientas digitales. Su afirmación toma como base un estudio efectuado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) en el 2005, en el cual se puso en evidencia la poca relevancia que dan los profesores universitarios a determinadas competencias genéricas de su profesión docente, dentro de las cuales, están los conocimientos de informáticos que tienen vinculación con el ambiente académico.

Se plantea entonces que existen diversas responsabilidades exigidas al docente para acoplarse con éxito al entorno digital que lo rodea. Castells y Roselló (2010) afirman que el docente debe buscar ser un guía, un facilitador y un asesor en todo el proceso de enseñanza y aprendizaje y debe proveer a los alumnos de los recursos necesarios para el perfeccionamiento de habilidades de comunicación, de investigación y de tratamiento de la información, de normas para el trabajo colaborativo y grupal, etc. De esta

manera, el profesorado debe desarrollar nuevas habilidades y métodos para desarrollar estrategias educativas.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje son, en esencia, actos comunicativos en los que los estudiantes o grupos, bajo la orientación profesoral, realizan diversos procesos cognitivos con la información que reciben o que investigan y los conocimientos previos (Marqués, 2012). El gran aporte de las TIC en estos actos está en que pueden servir de soporte proveyendo todo tipo de información a través de diferentes medios, entre ellos Internet, los programas informáticos para el procesamiento de datos y diversos canales de comunicación. Se contempla entonces una responsabilidad enorme para el profesor por el hecho de tener que hacerse con la metodología adecuada para potenciar el aprovechamiento adecuado de estos medios, lo que conduce a un nuevo paradigma de la enseñanza mucho más individualizado, enfocado en el estudiante y con base en un constructivismo pedagógico que, aún sin dejar de lado los demás contenidos del currículo, persigue otorgar a los estudiantes las competencias en TIC que son necesarias dentro del entramado social moderno, así como otras habilidades tan necesarias como la curiosidad, la iniciativa, el compromiso y la cooperación grupal (trabajo en equipo).

Las TIC son una herramienta útil y valiosa para mejorar los procesos de aprendizaje, pero es preciso acompañarlas de una planificación y un diseño curricular y pedagógico anterior para transformarlas en un elemento efectivo. Sólo se habrá producido un cambio realmente importante con

relación a las TIC en el ámbito educativo cuando el material didáctico sea realmente diferente y aporte una mejora en la calidad del aprendizaje de los alumnos. Castells y Roselló (2010) también coinciden con Marqués al asegurar que es importante incluir también un cambio en los contenidos, la metodología y los sistemas de evaluación por parte del profesorado. Para obtener el máximo provecho posible del empleo de las TIC en las escuelas, hay adentrarse en nuevas maneras de acceder, usar, crear, difundir la información y el conocimiento. Y se le concede al profesorado actual un papel proactivo, ya que estos son los actores que poseen el criterio para crear este nuevo modelaje del proceso de aprendizaje.

En la actualidad, la preparación docente obliga a tener un manejo de múltiples fuentes de datos, la revisión constante de la producción que se genera y la selección de la información adecuada no proveniente sólo de las bibliotecas, afirma Islas, 2009. La formación de hoy día requiere una buena preparación para el reconocimiento de las fuentes relevantes y capacidad de análisis crítico para seleccionar la información, permitiendo a los individuos ser más activos en esta sociedad del conocimiento. Es este mismo razonamiento el que pretende ser cedido y traspasado al estudiante mediante el proceso de enseñanza.

El rol del estudiante también ha evolucionado en la medida en que cambian las nuevas tecnologías disponibles. Como ya lo afirmara Prensky (2008), existe una generación más acercada a los recursos tecnológicos y a su manejo. No obstante, como se ha reiterado en ocasiones, no basta vincular

las TIC y la educación con una aprehensión meramente práctica y funcional de las herramientas digitales, pues se desvirtuarían en esencia sus cualidades pedagógicas. Así, el estudiante está llamado a ser más creativo, más reflexivo y crítico en cuanto al uso que da a las TIC.

Los medios digitales se han convertido en los recursos más ampliamente empleados en la vida diaria de los individuos en prácticamente todas las sociedades. No obstante, a pesar de todos los beneficios positivos que aportan desde el punto de vista práctico e instrumental, las TIC también pueden repercutir negativamente en el desarrollo del talento de los estudiantes, ya que puede que se hagan cada vez más dependientes de los dispositivos para realizar todas sus tareas y encomiendas académicas de manera automatizada. Cada día se lanzan al mercado un cúmulo de aplicaciones y programas que, si bien permiten facilitar ciertos procesos cuando se usan correctamente, estimulan menos la creatividad de los usuarios y alientan su dependencia. Se espera, pues, que el alumno reciba una enseñanza que le facilite discernir, además, entre las desventajas del uso excesivo y hasta nocivo de los dispositivos digitales y de sus potencialidades y usos provechosos.

Los estudiantes de esta generación poseen una ventaja, con respecto a los profesores en cuanto a la relación con los canales de comunicación y los medios digitales, que es la motivación, factor que los diferencia del grupo de los reacios predicado por Prensky. Los jóvenes tienen menos aversión a lo desconocido, lo que además se combina perfectamente con ese sentido de

la curiosidad y crea, muy armónicamente, un buen cultivo para la alfabetización digital de la que ya se ha hablado. El rol del estudiante se ve facilitado por esta simbiosis. Pero esta motivación es distinta a aquella generada en el método de clases tradicional. En general, esta última requiere de una didáctica aplicada por el docente para atraer la atención y el interés del estudiante. No se pretende abolir los métodos convencionales de clases orales basadas en lectura y dicción por considerárseles obsoletos, sino más bien que estos puedan ser reforzados con el empleo de las alternativas más dinámicas que ofrecen las TIC como recursos educativos.

En resumen, el rol de los sujetos del aprendizaje (docente y alumno) puede contemplarse de la misma manera que lo hace Islas (2009) al mencionar las implicaciones que tienen ambos protagonistas del proceso educativo actual en su vinculación con las TIC:

- Acceso a un amplio rango de recursos de aprendizaje.
- Control activo de los recursos de aprendizaje.
- Participación de los alumnos en experiencias de aprendizaje individualizadas basadas en sus destrezas, conocimientos, intereses y objetivos.
- Acceso a grupos de aprendizaje colaborativo que permita al alumno trabajar con otros para alcanzar objetivos en común.

- Experiencias en tareas de resolución de problemas que son relevantes para los puestos de trabajos contemporáneos y futuros.

3.2.3. Competencias tecnológicas del profesorado

En nuestra Sociedad de la Comunicación y la Información, las TIC se han convertido en un pilar básico social, por lo que, desde la escuela, hay que dotar a los futuros ciudadanos de una educación que tenga en cuenta esa realidad. A diferencia de tiempos pasados, esta necesidad hace que los docentes necesiten unas competencias digitales determinadas y características para el uso de las TIC dentro del aula. Estas nuevas competencias profesionales deben de estar en continua revisión y actualización dada la velocidad a la que se desarrolla la tecnología.

En el aula, el docente puede utilizar las TIC con tres funciones diferenciadas (Marqués, 2011). La primera es como instrumento que facilita los procesos de aprendizaje. Para esto, podrá utilizarlas como fuentes de información, como herramientas de comunicación multicanal o como recurso didáctico. La segunda, como una herramienta para el proceso de la información y la tercera, como contenido implícito de aprendizaje (aprender sobre las TIC). Todo esto hace que el aprendizaje de competencias digitales sea esencial para la labor docente.

De acuerdo con diversos estudios realizados al respecto (Leiva, 2012; Majó & Marquès, 2002; Marquès, 2011; Tejada, 2009), las competencias en TIC se pueden resumir en las siguientes:

- Tener una actitud positiva hacia las TIC.
- Saber incorporar adecuadamente las TIC dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje y planificar el currículum integrando las TIC. Todas las áreas curriculares se pueden aprovechar de las TIC para facilitar estos procesos, haciendo que las clases sean más dinámicas y motivadoras.
- Conocer los usos de las TIC en el ámbito educativo.
- Conocer el uso de las TIC en el campo de su área de conocimiento.
- Utilizar con destreza las TIC en sus actividades.
- Utilizar las TIC para apoyar el pensamiento crítico, la creatividad y la innovación.
- Planificar el currículum integrando las TIC. Al incluir el uso de las TIC en las diferentes áreas curriculares, se puede lograr motivar al alumno y fomentar lecciones más dinámicas.
- Proponer actividades formativas a los alumnos que incluyan el uso de TIC.
- Evaluar el uso de las TIC.

Para considerar competente en el uso de las TIC a un docente, debería dominar estas competencias básicas ya nombradas, que a su vez podemos dividir en:

- **Conocimientos técnicos**

Cuando nos referimos al uso de las TIC, hay unas habilidades básicas de informática que hay que dominar sin los que las demás competencias se ven seriamente comprometidas (Perrenoud, 2007). Estos conocimientos básicos son (BECTA, 2007; López, 2010; Marquès, 2011):

- Conocimientos básicos de los sistemas informáticos.
- Autogestión del equipo informático.
- Navegación en internet.
- Uso de buscadores. Debe de saber buscar y enseñar a los alumnos a hacerlo de una manera eficiente.
- Uso del herramientas de productividad (procesador de textos, hoja de cálculo, presentador).
- Utilización de recursos de comunicación síncronos y asíncronos.
- Elaboración de presentaciones multimedia.

- Uso de lenguajes y entornos específicos para la elaboración de materiales didácticos.
 - Uso y gestión del hardware aplicado a la educación (proyector, video, pizarra digital)
-
- **Áreas de gestión y desarrollo profesional**

Las competencias básicas técnicas nos llevan a la capacidad de saber cómo generar contenidos adaptados a estas herramientas. Este área es fundamental ya que es transversal a las demás, aunque estudios como los de la BECTA (2007) en Inglaterra o algunos nacionales (Prendes, Castañeda, & Gutiérrez, 2010) nos muestran que las puntuaciones obtenidas en algunas de estas competencias, como por ejemplo la creación y edición de medios, son mediocres y malas en la mayoría de los docentes.

Además, aquí podemos incluir las competencias relacionadas con el uso de canales de comunicación síncronos y asíncronos. No sólo de su uso, sino de las ventajas e inconvenientes de los entornos virtuales de aprendizaje, cada vez más extendidos en la docencia (Marquès, 2011).

- **Área pedagógica**

A su vez, el docente tiene que tener unos conocimientos metodológicos adecuados para aplicarlos en su clase (Jordan, 2011). Estudios realizados en EE.UU como el de Becker (1999) o la BECTA (2004) en Inglaterra muestran que, muchas veces, en lugar de ser integradas las TIC para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se utilizan tan sólo para ayudar a los profesores a hacer su trabajo más fácil. Como afirma Sáez (2010), para que esto no pase, el aprendizaje de las TIC necesita de nuevas formas de ejercer la docencia y de una metodología aplicada a estas tecnologías. Pero no sólo a un nivel cognitivo promoviendo el uso de las TIC y centrándolas en las discusiones y debates, sino también a un nivel de dirección, convirtiéndose en un facilitador del conocimiento capaz de gestionar la información a la que los alumnos deben acceder. El uso de metodologías como la investigación guiada por webquest (Marqués, 2011) o el TPACK (Mishra & Koehler, 2006) son algunos intentos para la integración de las habilidades tecnológicas en los procesos de aprendizaje.

Además del conocimiento metodológico, es esencial que los profesores sepan hacer una evaluación objetiva de los recursos educativos con soporte tecnológico (Marqués, 2011).

- **Área actitudinal**

La actitud del profesor hacia una metodología que sea efectiva en el uso de las TIC es un factor fundamental para la inclusión de éstas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que si un profesor tiene una concepción positiva de las ventajas del uso de las TIC y una metodología análoga, llevará a cabo una doble labor. Por un lado, la formación en el uso de herramientas que desconozcan y, por otro, la dedicación de tiempo a la hora de preparar y diseñar actividades con tecnología para el aula (López, 2010). Marqués (2011) nos hace un resumen de esto sintetizando esta área en cuatro competencias actitudinales básicas del docente:

- Tener una actitud abierta y crítica ante la sociedad del Conocimiento y la Información así como las TIC.
- Estar abierto al aprendizaje continuo (*lifelong learning*).
- Tener una actitud abierta a la investigación en el aula para aprovechar al máximo las posibilidades didácticas de las TIC.
- Actuar con prudencia.

3.2. Aprendizaje, metodología y tecnología

Para entender cuál es la relación entre el uso de la tecnología educativa en el aula dentro de una metodología específica y su impacto en el aprendizaje del alumno y en la labor del profesor, es necesario antes tener claros diversos conceptos como:

Aprendizaje

Resulta de una gran dificultad comprobar qué es lo que pasa cuando un ser humano aprende. El aprendizaje se ha definido desde la psicología educativa y la pedagogía de muy diversas formas. Se ha explicado desde un incremento cualitativo del conocimiento hasta un aumento progresivo de la memorización de hechos y métodos o un desarrollo de habilidades con el fin de cumplir un objetivo. También se ha definido desde el punto de vista del pensamiento abstracto, como la manera en la que el ser humano entiende la realidad y comprende el mundo. Otras definiciones optan por definirlo como la capacidad de adaptación a una situación determinada.

Metodología

El gran problema de las TIC aplicadas a la educación es la tendencia a mirar sólo a la tecnología y no a cómo esta se utiliza. De hecho, una de las

grandes críticas en el campo de la investigación educativa ha sido su falta de base teórica.

Además, los enfoques tradicionales del uso de las TIC en el aula (desde las iniciativas basadas en software, como la enseñanza de las matemáticas por medio del logo en los años 80, a los repositorios de recursos en Internet, pasando por las políticas de renovación tecnológica en colegios) no han sido los más adecuados para la creación de una metodología específica en este ámbito.

3.2.1. Metodología TPACK

Una de las metodologías eminentemente dirigidas a la gestión y uso de las TIC en el aula es la metodología TPACK. Es importante explicarla en este punto, ya que posteriormente será la que se tome como base para el estudio de campo.

En 2006, Mishra y Koehler publican su propuesta metodológica como respuesta al problema de la falta de base teórica. Partiendo de la teoría de Shulman del “conocimiento del contenido pedagógico”, la extienden al uso de la tecnología en el aula por parte del profesorado. En esta propuesta intentan descubrir cuáles son los conocimientos que el docente necesita para poder integrar de una forma adecuada las TIC en el aula.

Para que la integración de las TIC en torno a una materia específica sea efectiva, según Koehler y Mishra, es necesario adaptarse al propio medio y las circunstancias, ya que las escuelas, ciudades, culturas... hacen que cada situación sea única y particular.

Con esta metodología, implementada adecuadamente a través de unos recursos adecuados y una buena formación, conseguimos integrar las TIC de una forma muy eficaz, consiguiendo un sólido conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar. Este tipo de conocimiento (TPACK) es el conocimiento realmente válido que tiene que tener un docente que quiera impartir sus clases con TIC. Aúna el conocimiento de la disciplina junto con el conocimiento de la pedagogía más adecuada para impartir la disciplina y utilizar la tecnología más apropiada (que no siempre es la más moderna) para que esta pedagogía tenga éxito.

La teoría que inspira la búsqueda de este conocimiento multidisciplinar, afirma que existen seis distintos tipos de conocimientos, siendo tres de ellos los básicos:

- **Conocimiento disciplinar (CK)**

Es el conocimiento que posee un docente sobre el tema que va a enseñar. Estos conocimientos varían según la materia y la edad de los discentes, no teniendo nada que ver, por ejemplo, las ciencias que se imparten en grado medio que las que se dan en un postgrado

universitario. Hay que tener en cuenta que este conocimiento disciplinar puede incluir desde conceptos a teorías, pasando por ideas, evidencias y toda práctica y teoría que esté encaminada al desarrollo de ese conocimiento (Shulman, 1986).

- **Conocimiento pedagógico (PK)**

Es el conocimiento del docente sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje. Comprende desde los objetivos hasta a saber cómo aprenden los estudiantes, cómo gestionar un aula, saber planificar las clases o los métodos de evaluación.

- **Conocimiento tecnológico (TK)**

Es el conocimiento del docente sobre cómo trabajar con la tecnología, así como el saber utilizar herramientas y recursos TIC. Pero no sólo eso, también incluye cómo aplicar estas herramienta TIC de manera productiva y cuándo, que es lo más importante, puede ayudar o dificultar el logro de un objetivo.

En el siguiente gráfico podemos ver cómo se van mezclando, dando lugar a los diferentes conocimientos combinados:

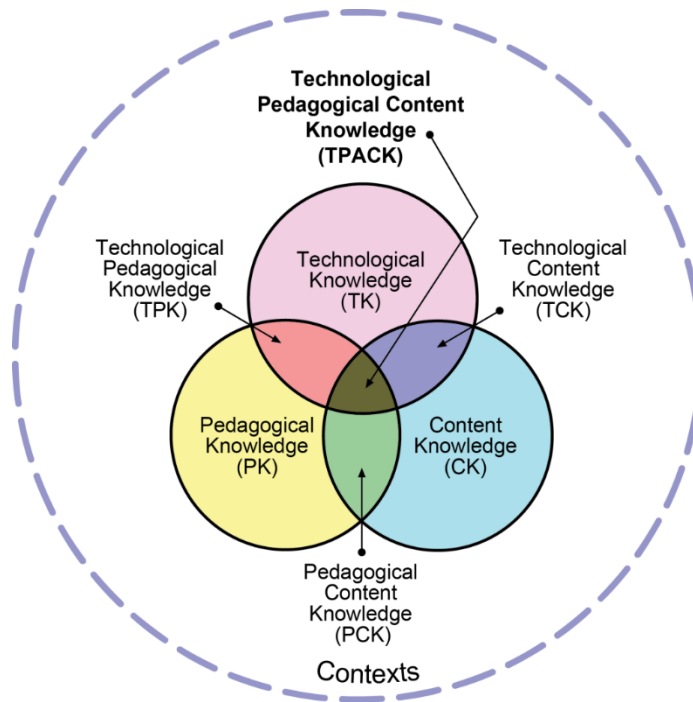


Ilustración 2 Modelo TPACK

Reproduced by permission of the publisher, © 2012 by tpack.org

El enfoque que el TPACK da al uso de las TIC en el aula va más allá de ver los tres tipos de conocimiento básicos de forma aislada. Lo que logra es hacer hincapié en los conocimientos que se encuentran en las intersecciones de estos tres.

- **Conocimiento pedagógico disciplinar (PCK)**

Es un conocimiento típico y casi exclusivo de los docentes. Según Shulman, es la clave de la enseñanza al transformar la materia en aprendizaje. Es una transformación que se produce cuando el

docente interpreta el tema adaptándose a las condiciones y al conocimiento previo de los alumnos. Es el vínculo entre el plan de estudio, la evaluación, el docente y las condiciones que promueven el aprendizaje.

- **Conocimiento tecnológico disciplinar (TCK)**

Es el conocimiento que el docente tiene sobre cómo la tecnología y el contenido se influyen y se limitan entre sí. Según los autores, los profesores deben entender qué TIC de manera específica son las más adecuadas para abordar el aprendizaje que quieren impartir a los alumnos. Para esto, deberán cambiar la tecnología dependiendo de la materia y el nivel de los alumnos.

- **Conocimiento tecnológico pedagógico (TPK)**

Es la comprensión de cómo la enseñanza-aprendizaje puede variar cuando el docente utiliza una TIC determinada de una forma particular. Para adecuarlo, el docente debe conocer y comprender las potencialidades y las limitaciones de las herramientas tecnológicas en relación a las estrategias pedagógicas a utilizar.

Una vez se combinan todos los elementos, obtenemos el conocimiento tecnológico-pedagógico disciplinar (TPACK). Esta noción es la base fundamental de la enseñanza efectiva con las TIC. Requiere, por parte del docente, comprensión de la representación de los conceptos que utilizan

las TIC. También exige tener un conjunto de técnicas pedagógicas que utilicen las TIC para enseñar constructivamente. Por último, implica discernir qué conceptos son más fáciles o más difíciles y cómo las TIC ayudan a corregir o a acentuar los problemas a los que se enfrentan los estudiantes para entenderlos.

Aquí nos debemos preguntar la forma en la cual el docente logra adquirir una correcta y completa relación entre todos estos conocimientos para llegar al TPACK. Los enfoques tradicionales presuponen que, dejando en manos del educador la tecnología y formando sobre su uso ya sería suficiente. Enseñar a un maestro cómo utilizar una tecnología, por ejemplo una pizarra digital, es poco útil para desarrollar adecuadamente el conocimiento tecnológico pedagógico (TPK) según lo visto anteriormente o la relación que tiene con los contenidos disciplinares (conocimiento TCK). Esto hace que los planes de formación tradicionales, tal y como se vienen desarrollando, no ayuden a los maestros y, por ende, a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Es importante tener en cuenta que el desarrollo del conocimiento TPACK requiere flexibilidad y fluidez, ya que no están en la misma situación un profesor de primero de Primaria que quiere enseñar matemáticas que uno de Secundaria que quiere enseñar historia. La metodología, tecnología y el contexto influyen de forma omnipresente los unos en los otros (Judith Harris, Mishra, & Koehler, 2009). Según Harris (2008) hay que atender particularmente a cada materia:

- Primero hay que concienciar sobre la gran cantidad de tipos de actividades de aprendizaje que existen dentro de cada área y ver su adaptación tanto a las tecnologías digitales como no digitales.
- De entre todas los tipos de actividad, hay que escoger cuál es la más coherente basada en las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.
- Si ésta conlleva el uso de la tecnología, será más fácil discernir qué tecnología es la más adecuada para su uso.

En las siguientes tres tablas (Harris, J & Hofer, M, 2009), se pueden ver los distintos tipos de actividades que pueden desarrollarse en una aula. En las tablas originales, las tres primeras columnas correspondían a actividad, descripción de la actividad y las tecnologías compatibles. Se ha añadido una cuarta columna para actualizar estas tecnologías.

Tabla 1: tipos de actividad para crear/desarrollar/adquirir conocimientos.

Actividad	Descripción	Tecnologías compatibles	Actualización tecnologías
Leer texto	Los estudiantes extraen información de los libros de texto, documentos	Libros Navegadores, CD-ROM, e-books	Dispositivos móviles, cámara de documentos

	históricos, datos del censo, etc.		
Ver presentación	Los estudiantes obtienen información de los maestros, expertos invitados y de sus compañeros	Software de presentación, herramientas para tomar notas, grabadoras de audio/video, software de mapas conceptuales.	Pizarra digital interactiva, dispositivos móviles
Ver imágenes	Los estudiantes examinan imágenes tanto fijas como en movimiento (video, animación)	Imagen / animación / edición de vídeo y software de visualización	Pizarra digital interactiva, dispositivos móviles, cámara de documentos
Escuchar audio	Los estudiantes escuchan las grabaciones de discursos, música, programas de radio, historias orales y conferencias	Sitios web, reproductores MP3, podcasts, radio, CD players	Dispositivos móviles
Grupos de discusión	En pequeños y grandes grupos, los estudiantes	Foros de discusión, blogs, wikis, chat	VOIP (Skype, Google Hangouts, SMART Brigit)

	participan en el diálogo con sus iguales		
Viaje de estudios	Los estudiantes viajan a los lugares físicos o virtuales relacionados con el plan de estudios	Video, sistemas de realidad virtual, museos en línea, galerías y exposiciones	Pizarra digital interactiva, Realidad Aumentada
Simulación	Los estudiantes participan en experiencias basadas en papel o digitales, que reflejan la complejidad y la naturaleza abierta del mundo real	Sitios de realidad virtual Web, software de simulación, animaciones	Pizarra digital interactiva, Realidad Aumentada, dispositivos móviles, cámara de documentos
Debate	Los estudiantes discuten puntos de vista opuestos con sus compañeros	Foros de discusión, chat	Dispositivos móviles, VOIP (Skype, Google Hangouts, SMART Brigit)
Investigación general	Usando una variedad de fuentes, los estudiantes se reúnen, analizan y	Libros tradicionales y en línea, enciclopedias y revistas;	Webquest, Caza del tesoro

	sintetizan la información	Wikipedia	
Realizar una Entrevista	Cara a cara, por teléfono o vía e-mail, los estudiantes pregunta a alguien sobre un tema elegido	Teléfono, VOIP (e.g., Skype), e-mail, chat	Redes sociales, microblogs (Twitter)
Investigación basada en objetos	Los estudiantes exploran un tema utilizando artefactos físicos o virtuales	Maquetas, webs de museos, videojuegos	Pizarra digital interactiva, dispositivos móviles, cámara de documentos, Realidad Aumentada
Investigación basada en datos	Usando datos en papel y datos digitales disponibles en línea, los estudiantes siguen una línea original de investigación	Web sites, bases de datos en línea, WebQuests	Cazas del tesoro, dispositivos móviles
Historical Chain	Los estudiantes ordenan cronológicamente documentos y	Web sites, fuentes primarias (papel y digital), software para	Pizarras digitales, dispositivos móviles

	secuencias de información	hacer líneas de tiempo	
Construcción de historias	Los estudiantes reconstruyen documentos impresos y digitales para el desarrollo de una historia.	Software para construir historias, software de mapas conceptuales, procesadores de texto, software para storyboards	Pizarras digitales, dispositivos móviles, cámaras de documentos
Prisma histórico	Los estudiantes exploran los documentos en papel y digitales para entender múltiples perspectivas sobre un tema	Web sites, fuentes primarias (papel y digital), páginas web de periódicos	

Tabla 2: expresión de conocimiento convergente

Actividad	Descripción	Tecnologías compatibles	
Responder preguntas	Los alumnos responden a preguntas	Foros de discusión, wikis, pizarras blancas,	Pizarra digital interactiva, dispositivos

	planteadas por el profesor, por compañeros o por el libro de texto	software de pruebas y sondeos, libros de texto	móviles
Crear una línea de tiempo	Los alumnos desarrollan una representación visual de una secuencia de acontecimientos.	Software de mapeado de datos, software de línea de tiempo, software de mapeado conceptual	Pizarra digital interactiva
Crear un mapa	Los alumnos etiquetan mapas existentes o producen los suyos propios	Software cartográfico, Google-Maps, software de dibujo	Pizarra digital interactiva, Dispositivos móviles
Completar tablas	Los alumnos completan tablas y gráficos creados por el profesor y crean los suyos propios	Excel o cualquier otro software de proceso de datos, software de mapeado conceptual	

Completar una actividad de revisión	Los alumnos se involucran en algún format de pregunta y respuesta para revisar el contenido del curso	Material del curso, software de pruebas y sondeos, wikis	Dispositivos móviles
Hacer un test/prueba	Los alumnos demuestran sus conocimientos a través de una forma tradicional de evaluación	Software de pruebas, software de estudio o sondeo	Dispositivos móviles

Tabla 3: expresión de conocimiento divergente

Actividad	Descripción	Tecnologías compatibles	
Conocimiento de Expresión Escrita			
Escribir un ensayo	Los alumnos componen una respuesta escrita y	Procesador de texto, wikis, blogs, software de	Dispositivos móviles

	estructurada para una entrada	mapeado conceptual	
Escribir un relato	Los alumnos escriben un trabajo a partir de un tema derivado de un profesor o alumno	Procesador de texto, wikis, blogs, software de mapeado conceptual	Dispositivos móviles
Generar narrativa histórica	Usando documentos históricos e información de Fuentes secundarias, los alumnos desarrollan su propia historia del pasado	Fuentes primarias, software de línea de tiempo, software de mapeado conceptual, procesadores de texto	Dispositivos móviles
Elaborar un poema	Los alumnos crean poesía relacionada con el contenido e ideas del curso	Procesador de texto, wikis, blogs	Dispositivos móviles
Crear un diario	Los alumnos escriben desde una perspectiva de primera mano sobre un acontecimiento del pasado	Procesador de texto, mapeado conceptual, fuentes primarias y secundarias (en papel y virtuales)	Dispositivos móviles

Expresión Visual del Conocimiento			
Crear un mapa ilustrado	Los alumnos utilizan fotos, símbolos y gráficos para resaltar características clave al crear un mapa ilustrado	Software cartográfico, software de edición de gráficos, clip art, stock art, Google-Maps	Dispositivos móviles. Pizarra Digital Interactiva
Crear una imagen mural	Los alumnos crean un mural físico o virtual	Herramientas de gráficos y edición multimedia	Dispositivos móviles. Pizarra Digital Interactiva
Dibujar una caricatura	Los alumnos crean un dibujo o caricature de un concepto basado en el contenido	Software de dibujo/pintura, herramientas de dibujo manual	Dispositivos móviles. Pizarra Digital Interactiva
Expresión Conceptual del Conocimiento			
Crear webs	Por medio de webs creadas por alumnos o el profesor, los alumnos organizan la información de	Software de mapeado conceptual, wikis, ayudas para lluvias	

	manera visual/espacial	de ideas, pizarras interactivas	
Generar preguntas	Los alumnos desarrollan preguntan relacionadas con el contenido/conceptos	Procesador de texto, wikis, Google Docs	Dispositivos móviles. Pizarra Digital Interactiva
Desarrollar una metáfora	Los alumnos idean una representación metafórica de una idea relacionada con el contenido	Bancos de imágenes, editores de gráficos, herramientas de autoría multimedia	
Expresión del Conocimiento Orientada al Producto			
Producir un artefacto	Los alumnos crean un artefacto virtual en 3D	Software CAD/CAM, software de creación de realidad virtual	Realidad aumentada, dispositivos móviles
Construir un modelo	Los alumnos desarrollan una representación mental o física de un concepto/proceso del curso	Modelado, simulación de construcción, software de gráficos, herramientas de producción multimedia	Impresora 3D, Realidad aumentada

Diseñar una exposición	Los alumnos sintetizan y describen los elementos clave de un tema en una exposición física o virtual	Software de presentación, procesador de texto, herramientas de autoría web, herramientas gráficas	Realidad aumentada
Crear un periódico/ una revista de noticias	Los alumnos sintetizan y presentan información en un formato impreso o periódico electrónico	Software de publicación de escritorio, procesador de texto, wikis	Dispositivos móviles
Crear un juego	Los alumnos desarrollan un juego, en papel o en formato digital, para ayudarse a ellos mismo y a otros alumnos a aprender contenido	Procesadores de texto, herramientas de imagen, software de autoría web, software especializado para creación de juegos	Pizarra digital interactiva, dispositivos móviles
Crear una película	Usando alguna combinación de imágenes estáticas, video en movimiento, música y narración, los alumnos producen	Herramientas y software de edición y grabación multimedia	Dispositivos móviles

	su propia película		
Expresión Participativa del Conocimiento			
Hacer una presentación	En formato oral o multimedia, los alumnos comparten su conocimiento con otros	Software de presentación, herramientas de autoría multimedia, paquetes de edición de audio y vídeo	Dispositivos móviles
Implicarse en una representación histórica	Los alumnos retratan figuras históricas	Software de presentación, software de captura y edición multimedia	Realidad Aumentada
Hacer una representación	Los alumnos desarrollan una representación en directo o grabada (oral, musical, dramática, etc.)	Procesador de texto, software de guión gráfico, herramientas de edición de video y audio	Realidad Aumentada
Implicarse en una acción cívica	Los alumnos escriben a representantes del gobierno o se implican de alguna otra manera en una acción cívica	Procesador de texto, diseño de websites, blogs, wikis, e-mail	Realidad Aumentada, dispositivos móviles

3.2.2. Modelo SAMR

SAMR es un acrónimo cuyas siglas significan Sustitución, Aumentación, Modificación y Redefinición (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition). Este es un modelo creado por Rubén D. Puentedura en el que se nos proponen una serie de pasos para mejorar la integración de la tecnología en el diseño instruccional de una clase. El autor de este modelo justifica la creación de éste con el objetivo de mejorar la calidad de la enseñanza para, así además, garantizar un sistema de igualdad en el que la equidad social sea posible.

Se basa en un modelo de dos capas y cuatro niveles como se puede observar en el siguiente gráfico (R. Puentedura, 2012):

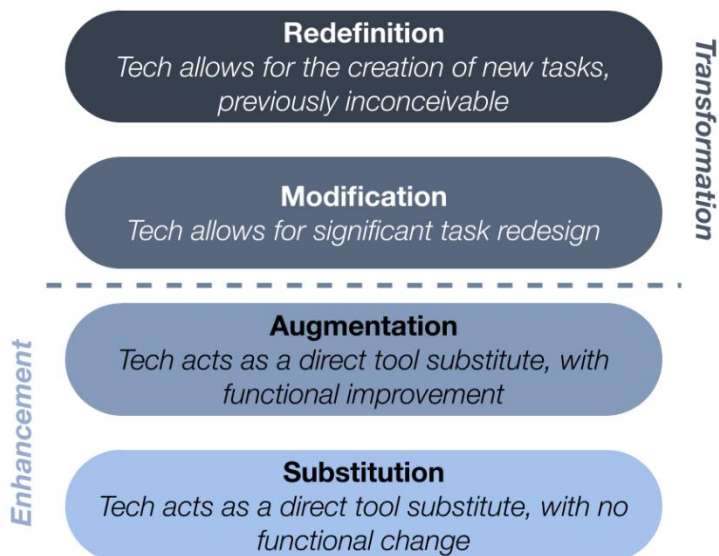


Ilustración 3: Modelo SAMR

Capa de Mejora

La capa de mejora se compone de los niveles de Sustitución y Aumentación. En el nivel de Sustitución, las TIC se aplican como un elemento que reemplaza a otro que ya existía antes, sin ningún cambio metodológico durante el proceso.

En el nivel de Aumentación, en cambio, además de producirse esa sustitución, nos encontramos con mejoras funcionales no metodológicas durante el proceso. Esto supone que, a través de las TIC, vamos a incrementar las situaciones de aprendizaje sin que se produzca una modificación de la tecnología (R. R. Puentedura, 2013).

Esta capa de implementación tecnológica sobre todo se puede ver cuando, en las metodologías utilizadas, prima la enseñanza centrada en el profesor en lugar del alumno.

Capa de Transformación

La capa de transformación también se compone de dos niveles. En este caso estamos hablando de los niveles de Modificación y Redefinición. El nivel de Modificación es sustancialmente diferente a los niveles que hemos visto en la capa de mejora. En este, ya sí se produce un cambio metodológico,

cambio producido y basado en la tecnología. Los alumnos son capaces de esta forma de crear contenidos nuevos y presentarlos de formas hasta ahora no posibles, integrando para ello distintas tecnologías.

En el nivel de Redefinición, el cambio metodológico es completo, ya que se empiezan a crear actividades y entornos de aprendizaje que mejoran la calidad educativa y que, sin la utilización de las TIC, serían inconcebibles. Es un nivel de una calidad educativa extrema no existiendo las tareas del aula y la integración de las TIC que podemos observar en una clase normal. En este caso, ambas cosas son meros soportes y herramientas para un aprendizaje totalmente basado en el alumno. La colaboración entre ellos se hace totalmente necesaria y es gracias a la tecnología que esto es posible.

3.3. Formación del profesorado en TIC

La universidad actual es la responsable de la formación y capacitación de muchas personas. Como tal institución, debe dar cuenta de los desafíos que la sociedad actual plantea, así como satisfacer las necesidades de las generaciones actuales.

A pesar de que, como hemos visto en puntos anteriores, las TIC han generado procesos innovadores y múltiples posibilidades ante el acceso a la

información y la gestión de ésta, esas posibilidades no están siendo aprovechadas por los estudiantes universitarios. Investigaciones sobre el uso de las TIC a nivel universitario nos hacen ver que esto pasa por varias razones (Cicres, Llach, & de Ribot, 2010):

- Poco nivel en el dominio de las TIC.
- Recursos muy limitados.
- No se aprovechan las posibilidades de estos recursos limitados.
- Carencia de formación.

Cabe destacar este último punto, la carencia de formación. Antes de analizar cómo es esta formación del profesorado de Primaria en TIC, se va a organizar una búsqueda para su posterior análisis de documentos normativos que refieran la integración curricular de las TIC en esta formación. En este caso se han encontrado estos documentos:

- REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (BOE 260, de 30 de octubre de 2007).

- RESOLUCIÓN de 17 de diciembre de 2007, de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 14 de diciembre de 2007, por el que se establecen las condiciones a las que deberán adecuarse los planes de estudios conducentes a la obtención de títulos que habiliten para el ejercicio de la profesión regulada de Maestro en Educación Primaria (BOE 305, de 21 de diciembre de 2007).
- ORDEN ECI/3857/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria (BOE 312, de 29 de diciembre de 2007).

Una vez analizados los documentos normativos podemos categorizar los contenidos de estos en diferentes bloques:

1. Conocimientos acerca de las TIC.
2. Para qué utilizamos las TIC.
3. Cómo se deben utilizar las TIC.

No obstante, la formación en TIC del profesorado queda reducida a una asignatura obligatoria en algunos casos y a alguna oferta de asignaturas optativas en las menciones de grado. Como ejemplo, podemos ver el

programa de TIC de la Universidad Autónoma de Madrid para los estudios de grado de Magisterio de Educación Primaria. Esta formación se compone de:

- Primer curso: TIC para la sociedad digital (6 créditos ECTS)
- Mención en 4^o curso sobre TIC incluyendo:
 - Docencia virtual (6 créditos ECTS)
 - Materiales educativos multimedia (6 créditos ECTS)
 - Niños y jóvenes ante la cultura audiovisual y digital (6 créditos ECTS)
 - TIC aplicadas a la educación (9 créditos ECTS).

Esto supone que la mayor parte de futuros profesores saldrán de la universidad con una información insuficiente en TIC. Esta formación del profesorado debería ir más allá de la preparación tecnológica y didáctica debiendo ofrecer capacitaciones propias docentes que nos lleven tanto a sensibilizar a los alumnos como a reflexionar e investigar cómo las TIC influyen en la desigualdad social (Bautista, 2000). Otra vez nos encontramos con la necesidad de romper o disminuir esa brecha digital entre los alumnos, ya no sólo de Educación Infantil, Primaria o Secundaria, sino entre los que más tarde se vayan a convertir en sus profesores. Este mismo autor, recomienda que los contenidos de esta formación de Magisterio incluyan contenidos que tengan que ver con distintas dimensiones de las TIC:

- Dimensión económica y laboral.
- Dimensión política y gubernamental.
- Dimensión sociocultural.

Es cierto que formaciones con contenidos en estas dimensiones aportarían un valor extra a estos estudios, formando al educador como persona que forma parte de la sociedad del conocimiento y dándole protagonismo en la construcción de ésta.

Capítulo 4

Realidad Aumentada y su uso en PDI y dispositivos móviles

En este capítulo vamos a distinguir el hardware y el software que están disponibles en las aulas y que forman parte de este estudio. Nos vamos a centrar en las pizarras digitales interactivas y todos los dispositivos y software que nos permitan ahondar en el análisis de la Realidad Aumentada.

Este marco teórico servirá para posteriormente definir la experiencia en lo que denominaremos “Entornos Aumentados de Aprendizaje”. La experiencia estudiada parte de la Realidad Aumentada como tecnología principal con las Pizarras Digitales Interactivas y los Dispositivos Móviles como elementos vehiculares para su trabajo didáctico.

Ya hemos visto anteriormente las metodologías que se aplicarán en el estudio de una forma general. También aludiremos en este capítulo a experiencias didácticas más determinadas en el caso de la Realidad Aumentada.

4.1. Realidad Aumentada

Ya hemos visto que los distintos aspectos del desempeño humano en el mundo actual están siendo relevados gradualmente o en su defecto, apoyados, por la tecnología. La aparición del ordenador ha provocado profundos y rápidos cambios sociales, políticos, económicos y tecnológicos de la sociedad. Las formas en las que la gente trabaja y vive han sido dramáticamente influenciadas por las TIC. Es prácticamente imposible llevar un negocio industrial, de ocio o incluso educativo sin utilizar al menos una parte de estas TIC.

Una de las tecnologías que más rápidamente y más acogida está teniendo en numerosos sectores del emprendimiento humano es la Realidad Aumentada (RA).

4.1.1. Realidad Aumentada y Realidad Mixta

La Realidad Mixta (RM), Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada son términos que se confunden al estar íntimamente relacionados. Para definir estos términos, tenemos que remontarnos hasta 1994, cuando Paul Milgram y Fumio Kishino definen el concepto de Realidad Mixta como *“cualquier espacio entre los extremos del continuo de la virtualidad”*. En este continuo de la realidad que comprende todo lo que hay entre la realidad y la

virtualidad absoluta, es donde vamos a encontrar la RA y la RV como podemos ver en la siguiente figura.



Ilustración 4. Continuo de la virtualidad a partir de Milgram y Kishino (1994)

Sabiendo que la RA y la RV son parte de la RM, podemos entrar a definir ambos términos. Los mismos Milgram y Kishino definen la RA como los casos en los que el mundo real se ve aumentado por objetos virtuales.

Posteriormente al trabajo de estos autores, Ronald Azuma (1997) pasa a diferenciar las características que permiten el poder distinguir la Realidad Aumentada de la Realidad Virtual. Este autor considera la RA como la tecnología que permite superponer objetos virtuales en un entorno real, en un mismo espacio.

Otros autores nos definen la RA como una tecnología que hace posible que imagería virtual generada por ordenador sea superpuesta en un ambiente real en vivo de manera directa o indirecta (Zhou, Duh, &

Billinghamurst, 2008). Más tarde, esta definición fue simplificada al hablar de la RA como una técnica que permiten la interacción de la realidad con la visualización de gráficos virtuales (Jaramillo, Quiroz et al. 2010).

Así, la Realidad Aumentada en una definición más simple sería una tecnología que hace posible el superponer directa o indirectamente imágenes virtuales generadas por ordenador en un ambiente del mundo real y en tiempo real.

En resumen y gracias a estos trabajos, la RA la podemos definir como un sistema que es parte de la RM y que, mediante la utilización de objetos virtuales, aumenta la percepción del mundo real. Estos sistemas deberán contener las siguientes características:

- Mezcla de lo real y lo virtual.
- Interactividad en tiempo real.
- Registro tridimensional.

La RM y la RA son piezas clave para la interacción del ser humano con los ordenadores (CHI, Computer Human Interaction) al construir mundos coherentes con ambos sistemas.

Esta técnica es muy diferente de la Realidad Virtual ortodoxa. Mientras que los usuarios de la Realidad Virtual esperan un entorno virtual generado por computadora al 100%, los de la Realidad Aumentada interactúan con el entorno real mientras que el dispositivo que estén utilizando va aumentando la información sobre esta realidad. Esto es exactamente lo que Milgram y Kishino quisieron decir cuando describieron esta tecnología como un continuo entre la realidad y la virtualidad. El ambiente real en el que se mueve la Realidad Aumentada siempre se debe extender con información e imágenes virtuales. Esto significa que la Realidad Aumentada tiene la capacidad de llenar el vacío existente entre lo real y el mundo virtual de una manera perfecta. Esta funcionalidad particular es una de las características que hacen que sea muy posible la aplicación de esta técnica en particular en una amplia gama de actividades humanas (Lee, 2012). Esto muestra claramente que el futuro entorno de las telecomunicaciones es probable que se mueva en torno a un espacio virtual unido con una porción más o menos grande de la realidad, lo que es muy importante para una comunicación efectiva.

Generalmente, la superposición de la información en el mundo real está básicamente dirigida a mejorar la percepción existente del individuo del mundo real, iniciando de este modo la creación de una experiencia interactiva. Por lo tanto, el objetivo fundamental de la Realidad Aumentada consiste en añadir más información y, al mismo tiempo, más significado a los objetos reales o lugares (Chang, Morreale & Medicherla, 2010).

La Realidad Aumentada también se diferencia de la virtual en que, en lugar de virtualizar todo, se utiliza la realidad como columna vertebral de un sistema donde se incorpora la tecnología para obtener los datos contextuales que finalmente mejorarán la comprensión del mundo que estamos observando.

Por ejemplo, en clase de biología, el docente puede superponer sobre sí mismo datos de imágenes que los estudiantes podrán visualizar en sus dispositivos móviles y, así, ayudarles a identificar la ubicación exacta de huesos y órganos. De la misma forma, un cirujano puede utilizar esta misma tecnología para identificar la ubicación exacta de un tumor en el interior del cuerpo de su paciente. En ambos casos, se ve implícito el uso de una tecnología que combina partes reales del cuerpo del docente o del paciente con una interfaz con capacidad de procesamiento que mapea los datos y los transmite de una forma que se pueda ver fácilmente. En otros casos, la Realidad Aumentada podría incluir además datos de localización, comentarios de audio, contextos históricos y otras formas de contenido que hacen que la experiencia de un usuario al utilizar la Realidad Aumentada sea más significativa (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2008).

Origen de la Realidad Aumentada

El término Realidad Aumentada es un término relativamente nuevo en el mundo de la tecnología. A pesar de que la propia tecnología ha estado

en uso desde la década de 1960, fue en la década de 1990 cuando el término "Realidad Aumentada" fue utilizado por primera vez por Thomas Caudell, un ex investigador de Boeing.

El primer logro exitoso de esta tecnología se registró en 1962, cuando Morton Heilig, un director de fotografía, creó un simulador de motocicleta llamado *Sensorama* que era sensible a los estímulos visuales, sonido, vibración y olfato (Pricer, 2011).



Ilustración 5: Sensorama

Esto se mejoraría posteriormente con inventos como el de Ivan Sutherland, con un diseño de Realidad Virtual montado en la cabeza del

usuario (Sutherland, 1968) o con el Videoplace de Myron Krueger de 1975, que permitiría a los usuarios interactuar con objetos virtuales.



Ilustración 6: Dispositivo en cabeza de Sutherland

Volviendo al origen del término, es en 1992 cuando Thomas Caudell utilizó por primera vez el nombre de Realidad Aumentada para definir esta tecnología específica. Caudell, que estaba tratando de descubrir una manera más conveniente para ayudar el proceso de fabricación y a la ingeniería de la compañía de aviación a través de la Realidad Virtual, finalmente tuvo éxito en la creación de un tipo de software que podría superponer las posiciones de donde se suponía que debían ir emplazados ciertos cables en el proceso

de construcción. Ese mismo año, Feiner, en la Universidad de Columbia, da pasos significativos en la creación del concepto de Realidad Aumentada gracias a sus propias investigaciones. Feiner y su equipo inventaron un dispositivo móvil en forma de gafas que supone el primer sistema de Realidad Aumentada móvil para exteriores (Feiner, Macintyre, & Seligmann, 1993).



Ilustración 7: KARMA, sistema HMD de Feiner

El primer conjunto de aplicaciones móviles para la Realidad Aumentada se observó por primera vez en 2008. Hoy en día, un gran número

de aplicaciones y herramientas de RA se pueden adquirir fácilmente en los mercados de aplicaciones móviles de diferentes sistemas como Android o IOS.

Cómo funciona la Realidad Aumentada

Generalmente, hay diferentes formas a través de la cual la realidad puede ser aumentada. Aun así, estos procesos siempre utilizan dos acercamientos principales en la recogida de datos requeridos (Klopher, J, Squire, & Jan, 2005). El primero de ellos está basado de una forma exclusiva en las señales visuales. Estas señales visuales son una especie de marcadores que incluyen tanto gestos como movimiento y que son reconocidos por una cámara situada o bien en un ordenador o bien en un dispositivo móvil. Esto es posible porque el software que está alojado en el ordenador o en el dispositivo móvil es el que lleva a cabo la interpretación de las señales visuales. La segunda forma está basada en la interpretación de la posición del marcador visual por geolocalización. Este tipo de RA busca identificar la posición exacta del ordenador.

Para que la RA funcione, lo primero que necesitamos es algo de “realidad” (Sung, 2011). Si no hay entorno real de fondo sobre el que la tecnología que trabaje, estaríamos inmersos en un entorno virtual, lo que en el continuo de la virtualidad nos situaría más en la zona de la RV. Tras este entorno real, lo siguiente necesario será un monitor de RA, que es el

responsable de proveer la ruta correcta, el output a través del cual la aumentación es expuesta al cerebro en forma de anotaciones que en la realidad no existen. Así, cumpliría uno de los objetivos de la RA, que no es otro que proveer de información del entorno que de otra forma sería indetectable por los sentidos.

Algunos ejemplos de monitores de dispositivo de RA incluyen:

- Dispositivos móviles



Ilustración 8: dispositivo móvil como monitor de RA

- Monitores de ordenador



Ilustración 9: ordenador personal como monitor de RA

- Gafas



Ilustración 10: gafas Vuzix como monitor de RA

- Televisor



Ilustración 11: televisor como monitor de RA

- Otros: audífonos, relojes, Android wear, proyectores, etc.

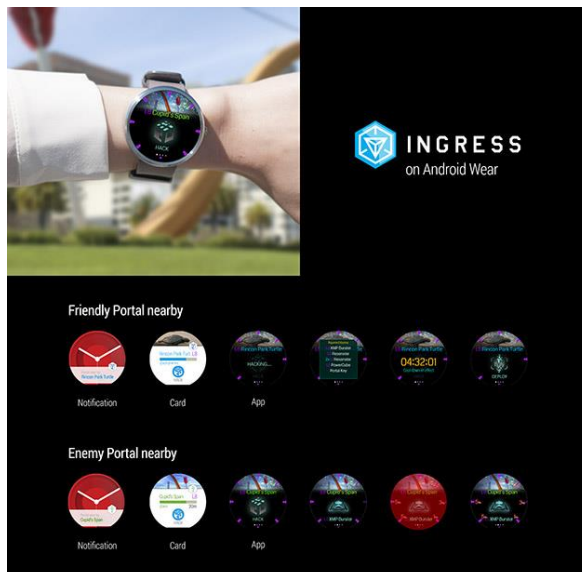


Ilustración 12: Ingress (juego de RA de Google) en smartwatch Motorola 360

Estos dispositivos son los responsables de traducir un estímulo invisible del entorno a otro que es posible detectar.

Tras obtener un entorno de realidad y un monitor de RA, necesitamos adquirir la información extra que hace que la realidad sea aumentada. Aquí se requiere una base de datos siendo dos las maneras principales de obtenerlas. En primer lugar, esta base de datos puede ser una fuente local de información almacenada en el dispositivo utilizado. La segunda opción es obtener la información de la nube (normalmente de una forma segura, privada y accesible a ciertos usuarios solamente). La ventaja de este método es que es accesible desde cualquier lugar si se tiene conexión.

El paso final es la adquisición de un software especial que sea capaz de reconocer lo que llega al monitor del dispositivo de RA desde fuera del entorno. Esto lleva asociado que el dispositivo tenga capacidad de procesamiento. Una vez que el software funcione correctamente, el usuario puede reunir la información requerida y el dispositivo mostrará y superpondrá los datos en la realidad de una forma correcta.

Aplicaciones de la Realidad Aumentada en la Sociedad

Las características y capacidades de la RA son inmensas, lo que presenta numerosas posibilidades de uso en el mundo moderno. Desde su

origen, la RA, al igual que otras tecnologías, se ha aplicado en varias áreas del desempeño humano, donde ha servido como herramienta para solucionar problemas. Ya en 1990, esta tecnología se estaba utilizando para visualizar, enseñar e investigar en numerosas compañías. Su utilidad da un paso de gigante cuando se pone en alza la tecnología inalámbrica y la de los microchips. Hoy en día, estos avances en el mundo de las TIC han hecho de la RA una herramienta muy potente y compacta en el mundo de la ciencia y la tecnología (Wicher, 2002).

El sector de la salud es quizá el área que más se ha beneficiado de esta tecnología. El uso de la RA ha reducido la necesidad de emplear tratamientos o procedimientos invasivos en la trata del paciente. Un buen ejemplo es la superposición de la resonancia magnética o la tomografía en el cuerpo de un paciente. El hecho de que esta tecnología pueda utilizarse para resolver problemas de información y de acceso a ésta, hace que sea una aplicación muy adecuada para procesos de anotación y visualización (Azagury et al., 2012).

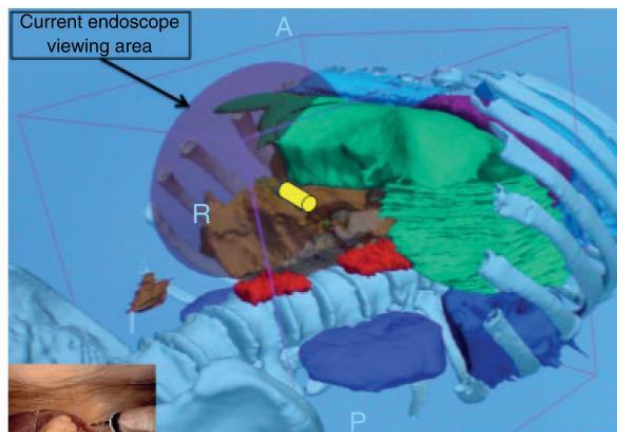


Ilustración 13: cirugía endoscópica con imagen de registro por RA

Otros campos donde se está aplicando la RA son el turismo y el ámbito militar. De hecho, la RA soluciona necesidades de visualizar, anotar y comentar información de lugares desconocidos. Estos lugares son accesibles por medio de los monitores de RA anteriormente descritos. Los sectores industriales y de producción también se están beneficiando mucho de la RA. Entender el funcionamiento de una máquina puede resultar más fácil al superponer anotaciones en el entorno real del usuario. Esta anotación puede ser visual, gráfica o incluso de instrucciones para el trabajador que está manipulando una máquina (Henderson & Feiner, 2009).

Aplicaciones relativas a la cultura, el entretenimiento, robótica, urbanismo, periodismo y educación son también comunes a la RA, así como en el mundo de los negocios, donde sirve principalmente como herramienta de aprendizaje colaborativo (Lee, 2012). Como herramienta de este tipo, la RA es capaz de explicar y guiar a trabajadores, gerentes y clientes en sus desempeños comunes.

4.1.2. Realidad Aumentada en el campo de la educación

Los métodos de aprendizaje empleados para enseñar son numerosos. Algunos incluyen clases magistrales con libros de texto, ordenadores, dispositivos y aparatos electrónicos que incluyen la RA. La potencialidad de la RA en la educación se ha identificado casi desde su inicio. El hecho de que ésta sea un sistema de herramientas que permite a una persona ver objetos

3D e información en el entorno real, muestra claramente su relevancia en el mundo educativo (Azuma, 1997).

Durante los últimos años, científicos e ingenieros han seguido diseñando varios dispositivos de RA cuyo objetivo específico es facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Esta tecnología ha hecho posible, tanto para los profesores como para los estudiantes, el ver información en un entorno real que de otra manera sería imposible mostrar. Esto posibilita llevar a la práctica muchos conceptos científicos hasta ahora imposibles de ilustrar.

No sólo se puede utilizar la RA para hacer los procesos de enseñanza-aprendizaje más fáciles, sino también más interesantes y motivadores. Es por eso que quizá el principal uso en educación de la RA es su utilización a la hora de completar o aumentar los libros de texto. Estudios internacionales han demostrado que los alumnos siguen prefiriendo el libro real por sus ventajas (facilidad de transporte, robustez, etc.). Estos factores hacen que se opte por aumentar y mejorar estos libros para dar nuevas posibilidades de interacción (Marshall 2005).

Un ejemplo claro de esto fue la propuesta de *Magic Book* (Billinghurst, Kato, & Poupyrey, 2001) donde se aumentaba el libro mediante RA con contenido virtual en 3D y animaciones imitando de alguna forma los libros

tradicionales *pop-up*. Así, se proponía modelos de libros dentro del continuo de la realidad:

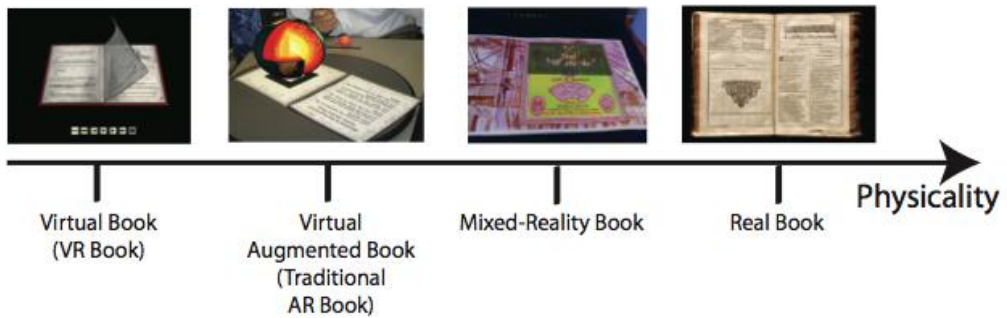


Ilustración 14: El continuo físico a partir de (Billinghurst, Kato et al. 2001)

Este libro, desarrollado por Mark Billinghurst y su equipo del HITLab, tiene todas las características físicas de un libro ordinario incluso sin la ayuda de la RA. Cuando las figuras aumentadas se ven a través del monitor de RA, la historia escrita en el libro se representa en un espacio tridimensional sobre las páginas. Estos son los conceptos detrás de los diseños de muchos dispositivos RA especialmente fabricados para el sector educativo.

La RA es pues capaz de proveer al alumno de experiencias contextuales de aprendizaje muy potentes en el momento tales como la exploración y el descubrimiento del mundo real conectado por una información antes inaccesible (Jonhson, Levine, Smith, & Stone, 2010). Esto ha hecho posible aplicar de una forma eminentemente práctica esta tecnología en el sector educativo.

La experiencia educativa basada en RA es, por tanto, bastante diferente a los métodos clásicos de enseñanza. Esto es debido a las siguientes razones:

- Capacidad colaborativa.
- Interacción continua.
- Metáfora de interfaz tangible.
- Capacidad de transición.

Capacidad Colaborativa.

La promoción de la interacción social y colaborativa entre estudiantes es uno de los objetivos primordiales de todo entorno educativo (Roussos et al., 1999). La RA nos va a permitir aumentar la capacidad colaborativa del aula al facilitar a múltiples usuarios tener acceso a un espacio compartido de objetos virtuales. Esta función en particular es especialmente importante para cualquier nivel educativo, ya que vamos a poder conseguir que nuestros alumnos ubicados en el mismo lugar puedan mezclar de manera exitosa medios de comunicación con RA envolvente y de colaboración remota. A su vez, esto tiene algunos beneficios psicológicos al eliminar la inseguridad producida por el bloqueo de las vistas de la RV, ya que la RA permite tener control sobre lo que se ve en el mundo real (Kort, Reilly, & Picard, 2001). Esto no es algo nuevo. Un ejemplo de esta característica se puede ver en el proyecto *StudierStube*, donde los científicos

ven de manera colaborativa modelos 3D de datos superpuestos en el mundo real (Schemalsteig, Fuhrmann, Szavalari, & Gervautz, 1996). Como se muestra en la siguiente ilustración, el proceso de visualización se conseguía gracias a cascos de visualización.

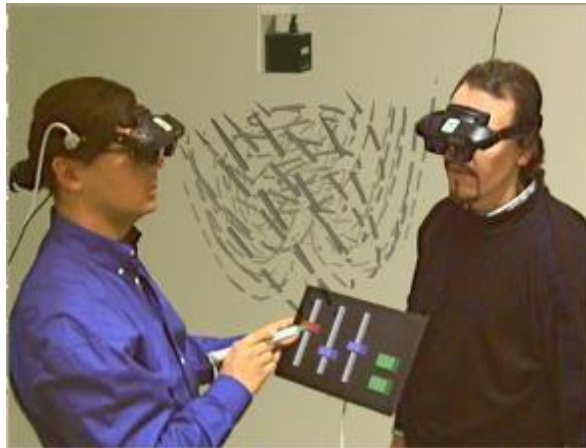


Ilustración 15: proyecto StudierStube

Interacción continua.

Los dispositivos de RA usados en entornos educativos soportan normalmente la interacción continua entre entornos reales y virtuales. Esto hará que los estudiantes trabajen mejor juntos si el lugar de trabajo es común. Esta característica es difícil de conseguir incluso en un aula con dispositivos. Los estudiantes que trabajan en ordenadores o dispositivos separados (incluso cuando están uno al lado del otro) tienen tendencia a actuar y aprender de peor manera que los que se juntan en un sistema

común (Inkpen, 1997). Los estudios también han mostrado que los estudiantes tienen a agruparse alrededor de sistemas de ordenadores o dispositivos en grupos de dos o en tríos, aun cuando se les asigna un dispositivo individual. Incluso se ha descubierto que los patrones de comunicación entre estudiantes que están sentados delante del mismo dispositivo son diferentes uno del otro (Strommen, 1993). En todo caso, la RA puede servir como fuente de interacción continua entre estudiantes. Esto además es especialmente fácil si también se integra un sistema de trabajo colaborativo como GoogleDrive o el software SMART amp.



Ilustración 16: Estudiantes utilizando la herramienta colaborativa SMART amp

Desde un punto de vista tradicional del aprendizaje, cuando dos o más estudiantes trabajan juntos en un espacio común, lo utilizan como espacio de comunicación (palabras, gestos, miradas y otros comportamientos no verbales). Aplicando la tecnología adecuada,

permitimos a los alumnos interactuar con el mundo real y el mundo virtual al mismo tiempo, debido a que tienen las mismas pistas de comunicación que antes y la virtualidad compartida. Durante una clase tradicional, la atención se centra en la pizarra, sea digital o no. Al aplicar la RA, la atención discurre en torno al centro del trabajo colaborativo, pasando la Pizarra Digital a un plano diferente que no secundario (Kiyokawa et al., 2002). Este es uno de los pilares de los entornos aumentados de aprendizaje, la unión de una metodología tecnológica educativa con la Realidad Aumentada y otras tecnologías, como la Pizarra Digital Interactiva. Todo esto hace que el resultado del aula sea de carácter más coloquial y familiar, siendo más parecido a la colaboración cara a cara que la basada en pantallas

Metáfora de la Interfaz Intangible.

Habitualmente, la RA permite la manipulación de un objeto a través del uso del término inglés *Tangible Interface Metaphor*, que puede ser traducido como la “metáfora de la interfaz intangible”. Los procesos de enseñanza-aprendizaje se pueden explicar más fácilmente cuando sólo utilizamos objetos físicos. Esto se debe a que estos objetos no sólo expresan un significado a los estudiantes, sino que además soportan la colaboración a través de su tangibilidad. El uso de objetos físicos como representaciones semánticas, así como su disposición espacial, ayudan al estudiante en ese proceso y facilitan a su vez la explicación de éste. La RA permite utilizar los objetos físicos de manera que no es posible en la realidad. Esto incluye proporcionar transparencias dinámicas de información, mostrar datos

privados y públicos y darle una apariencia visual sensible-contextual. Es decir, permiten su utilización de una forma metafórica, que no real, en un plano virtual (Shelton, 2002).

Los dispositivos de RA basados en esta interfaz tangible pueden obtener, manipular y ofrecer información obtenida del mundo virtual a través de objetos físicos. Esto hace a su vez que, estudiantes que no estén alfabetizados de una forma adecuada en el plano tecnológico, puedan disfrutar de una rica experiencia interactiva. Un ejemplo de esto empezó con la interfaz de RA *Shared Space*, en la que los usuarios pueden manipular objetos virtuales tridimensionales simplemente desplazando tarjetas reales que representan los modelos virtuales. Para disfrutar de esta experiencia educativa no es necesario ni ratón ni teclado porque las tarjetas son el input necesario para introducir la información (Billinghurst, Weghorst, & Furness III, 1998). Aplicaciones actuales como *Invizimals* o *Flashcards* utilizan este sistema.



Ilustración 17: Aplicación Android Flashcards



Ilustración 18: Partida en juego de Invizimals

Interfaz de Transición.

Todos los dispositivos de RA tienen la capacidad de cambiar de realidad a virtualidad y viceversa. Hay que volver de nuevo a las tesis iniciales de Milgram y Kishino para explicar esta función. Cualquier movimiento de izquierda a derecha nos llevará a un incremento en la intensidad de la imagen virtual, mientras que la conexión con la realidad se debilitará en la misma cantidad de tiempo. Esto hace que el uso de los objetos aumentados requiera una práctica que antes no necesitábamos con los objetos a aumentar.

Integración de la RA en el aula.

Existen algunos factores que es necesario analizar y considerar al diseñar (o escoger) aplicaciones educativas de RA que posteriormente vayamos a utilizar en el aula. Algunos de estos son:

- Tecnología adecuada y accesible.
- Factores psicológicos del alumnado.
- Factores pedagógicos de la metodología.
- Necesidades educativas especiales.
- Competencias tecnológicas del profesorado.

Cuando queremos hacer un diseño apropiado y adecuado, lo primero que habría que obtener es un sistema de dispositivos (preferiblemente móviles) para poder trabajar en estas aplicaciones en el aula. De tal manera, hay que poner especial énfasis en las interfaces del usuario y en el tipo de monitor como hemos visto anteriormente, ya que tiene que ajustarse a las necesidades educativas y personales de los usuarios a los que va dirigido. Todo esto influirá en qué aplicaciones diseñemos o escogeremos para que la actividad sea un éxito. Hay pues una necesidad bastante urgente de revisar estos conceptos y necesidades para no caer en la suposición generalmente aceptada de que el proceso de enseñanza-aprendizaje tiene que tener lugar a través de la exploración simple (Mantovani, 2001). El proceso de aprendizaje de los alumnos en el aula puede resultar complicado, sobre todo

cuando el contexto del conocimiento no está estructurado. Incluso hay que tener en cuenta que el valor del aprendizaje de la exploración y la investigación no salva a los estudiantes de esta dificultad. Si volvemos la mirada a los comienzos de los 90, donde empezaban las primeras experiencias de aprendizaje con realidad virtual, ya entonces las investigaciones nos decían que el constructivismo provee una base válida y fiable para el aprendizaje en entornos virtuales (Winn, 1993). La teoría constructivista nos dice que la adquisición de conocimiento ocurre cuando el estudiante obtiene y utiliza la habilidad de crear modelos conceptuales. Estos modelos sólo se podrán construir cuando el alumno está en armonía con lo ya entendido y el nuevo contenido por aprender. De esta forma, provocan que tengamos que flexibilizar el uso de la RA para poder adaptar el conocimiento previo con la novísima experiencia que supone el uso de esta tecnología en un aula.

Un gran número de investigadores tienen la opinión de que la motivación, tanto del estudiante por aprender como del profesor por enseñar, se pueden ver fortalecidas en gran medida a través de prácticas educativas basadas en la interacción de la realidad con la virtualidad utilizando la RA (Chang et al., 2010). Pese a esto y a las ventajas que hemos visto anteriormente, la integración práctica de la RA en las aulas se ve frenada por una serie de factores como:

- Desconocimiento de formas para integrar la tecnología en los métodos tradicionales de aprendizaje.

- Alto coste del equipo necesario, así como del mantenimiento de la tecnología involucrada.
- Reticencia de los responsables de la educación para aceptar y adoptar las nuevas tecnologías. Este concepto de la importancia de un liderazgo tecnológico adecuado ya se discutió en la parte dedicada a la integración de la Pizarra Digital Interactiva.

A pesar de estos desafíos, los grandes logros y avances registrados en el mundo informático y tecnológico hacen que la RA tenga una adopción por parte del usuario más amplia y fácil que nunca antes. Esto es en parte lo que pueda explicar por qué la utilización de aplicaciones de RA en el aula real se está produciendo en estos últimos años, a pesar del hecho de que las aplicaciones de RA con propósitos educativos se han desarrollado desde los tardíos años 60 (Kerawalla, Luckin, Seljeflot, & Woolard, 2006). Esta democratización de la tecnología y el gran trabajo que hasta ahora se ha hecho para incorporar la tecnología a los procesos de enseñanza-aprendizaje del sector educativo ha hecho que se descubra la capacidad de la RA para mejorar estos procesos en todos los niveles.

El hecho de que muchos estudios, desde hace más de una década, se están dirigiendo a explorar e identificar el uso de la RA y su compatibilidad educativa nos lleva a plantearnos que, seguramente, no es una tecnología que está de paso, sino que su peso seguirá incrementándose en los próximos años (Shelton & Hedley, 2004).

Ventajas de la RA en Educación

Aunque el gran potencial de la RA en el aula y en la educación aún no ha sido utilizado en toda su capacidad, es una tecnología que tiene unas ventajas indudables para estudiantes y profesores (Chang et al., 2010; Lee, 2012; Schrier, 2005):

Información contextual

De acuerdo con muchos investigadores, el uso de la RA puede realzar y potenciar la calidad de la información así como el alcance de ésta. La razón que explicaría este hecho es que la RA hace que los entornos de aprendizaje se transformen en contextuales y, gracias a ello, sea aprovechable desde la praxis educativa. Por lo tanto, es importante incorporar elementos contextuales al diseño estructural de aplicaciones aumentadas en el aula. Estos elementos contextuales tienen la capacidad de realzar y aumentar la calidad del aprendizaje al investigar, producir y distribuir contenido rico y constructivo.

Un ejemplo sería la inclusión de explicaciones anotadas respecto a modelos tridimensionales.

Eficiencia

El uso de la RA puede mejorar la eficiencia de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el marco académico. Esto es obvio, ya que la RA es una tecnología que tiene la habilidad de proveer la información correcta que se requiere en un punto temporal particular de este proceso de aprendizaje. La información y los modelos tridimensionales generados por ordenador ayudan al estudiante a entender de forma automática e instantánea lo que se está enseñando en la clase. Permite en cierta manera al alumno tomar el control de su proceso de aprendizaje.

Otro punto que aumenta la eficiencia es que el riesgo de accidentes de prácticas peligrosas es mínimo, mientras que se mantiene un entorno cautivador y la motivación necesaria para un aprendizaje de calidad.

Interactividad

La misma puesta en marcha de la RA en cualquier asignatura o nivel hace que el proceso de enseñanza-aprendizaje se imbuya de una interactividad que hace que el producto final sea más productivo y agradable.

Simplicidad

Una de las principales razones para poner en práctica la tecnología aumentada en el sector educativo es simplificar los procesos. El alto grado de simplicidad que podemos lograr en el producto final utilizando RA permite facilitar a los estudiantes el acceso al conocimiento y a las habilidades asociadas por simulaciones tridimensionales virtuales superpuestas a la realidad. El uso de RA en el aula ofrece una estrategia directa para la adquisición de estos conocimientos y habilidades.

Magia y motivación

El efecto mágico que supone el uso de la RA, sobre todo la que se utiliza sin marcadores directamente sobre la realidad (*markerless*), hace de la experiencia aumentada algo sorpresivo y motivante.

Algunos ejemplos de uso de la RA en educación

RA y Astronomía

Si hablamos de astronomía, es una asignatura en la que la parte experimental puede estimularse con el empleo de tecnología aumentada junto con modelos tridimensionales de la Tierra y el Sol. Experimentos como

el de Shelton (2004) nos muestra que es posible posicionar un sistema solar en miniatura utilizando marcas aumentadas con la mano para luego manipular su orientación en coordinación con el punto de vista del estudiante. Esta disposición puede ser de mucha utilidad al permitir al estudiante controlar el ángulo de la visión y tener un claro entendimiento de cómo los elementos invisibles del Sistema Solar trabajan en conjunto con los elementos que sí están a la vista.

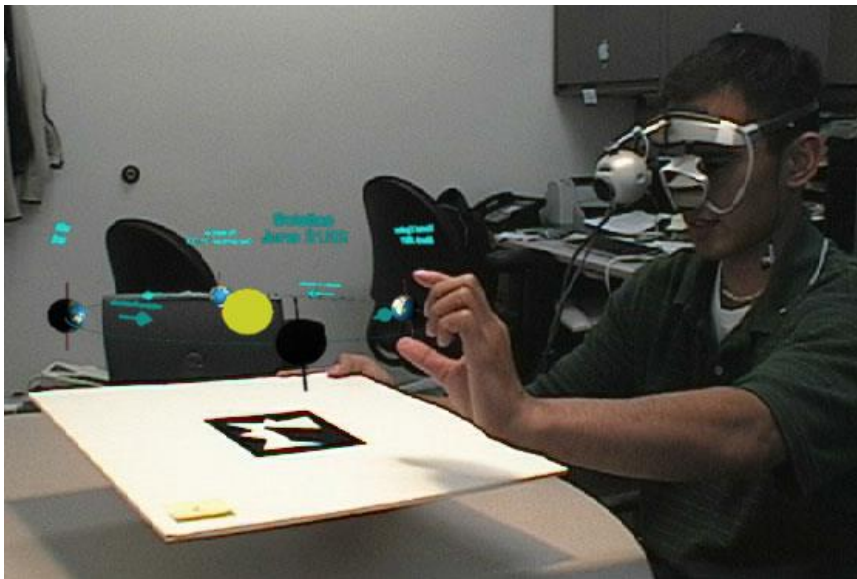


Ilustración 19: Sistema Solar aumentado con RA

Como vamos a ver, este sistema de RA con marcadores se ha repetido en diversas asignaturas.

El Google SkyMap es otro gran ejemplo de la tecnología aumentada que se puede utilizar para enseñar astronomía. Esta aplicación tiene la habilidad de superponer nombre e información específica sobre las estrellas y constelaciones a las que el usuario está apuntando desde su teléfono móvil. Utiliza la geolocalización para establecer la posición del usuario frente a la de la bóveda celeste.

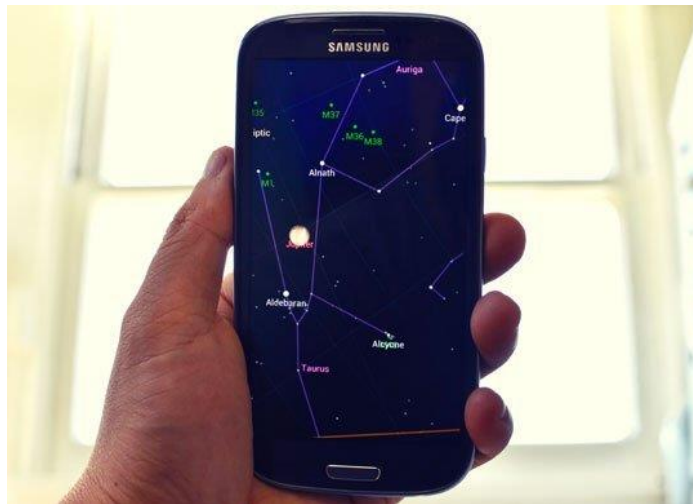


Ilustración 20: Google Sky Map en funcionamiento

Química y RA

El uso de la RA en la clase de química puede proporcionar una mesa de laboratorio interactiva que mejore la capacidad de entendimiento de los estudiantes en esta materia. Ya en 2002, se nos proporciona una primera experiencia de por dónde podría moverse esta tecnología en una asignatura

determinada, proponiendo un sistema parecido al MagicBook visto con anterioridad. Este experimento, llamado Química Aumentada, requiere de un cubo de realidad mixta, que más tarde se utilizará para diferentes asignaturas, un cuaderno con el mismo diseño estructural que el MagicBook (componentes con imagen impresa y nombre). A través de este cuadernillo, el cubo y un visor, el estudiante podrá identificar dónde y cómo los diferentes elementos se conectan con las moléculas.

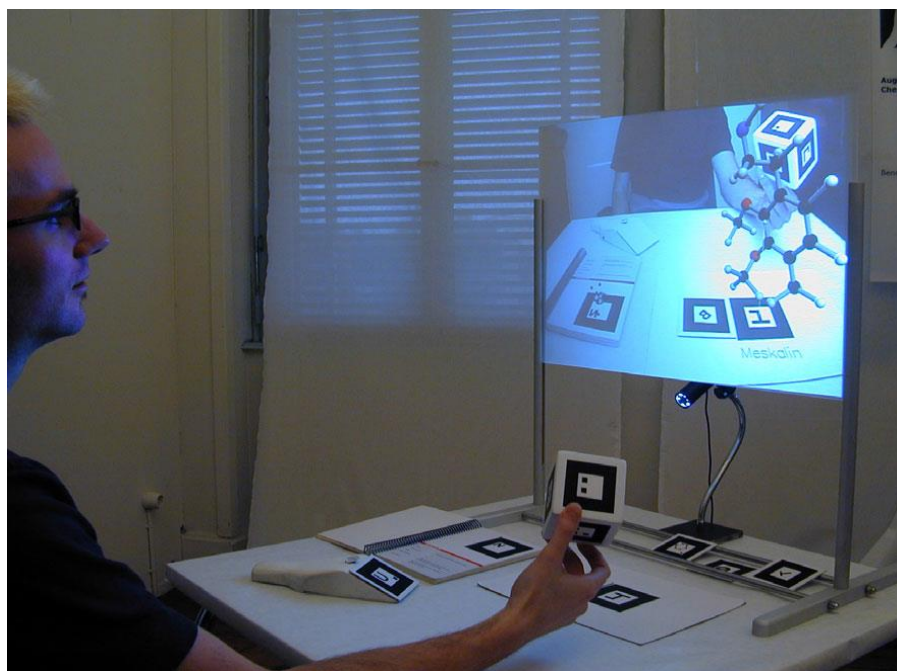


Ilustración 21: RA en clase de química

Es destacable una aplicación como *Elements 4D*, app educativa para el sistema IOS que permite interactuar con los elementos más importantes de la tabla periódica. Esta aplicación también se basa en marcadores

imprimibles que formarán un cubo. Cada cara del cubo muestra un elemento distinto que será posible visualizar desde el dispositivo móvil. Además de tener información sobre el elemento, si dos cubos se juntan se puede observar sin peligro como los elementos combinan entre ellos, reaccionan e incluso comprobar el componente resultante y la ecuación de la reacción.



Ilustración 22: visualización de elementos químicos con la app Elements 4D

Biología y RA

El estudio de la biología en el campo del cuerpo humano ha sido fácilmente simplificado con la ayuda de la RA, como podemos ver en la aplicación de la Specialist Schools and Academic Trust. Esta organización ha

planteado con éxito instrucciones para profesores de esta materia utilizando marcadores y objetos tridimensionales generados por ordenador. También permite a los alumnos estudiar anatomía de forma independiente.

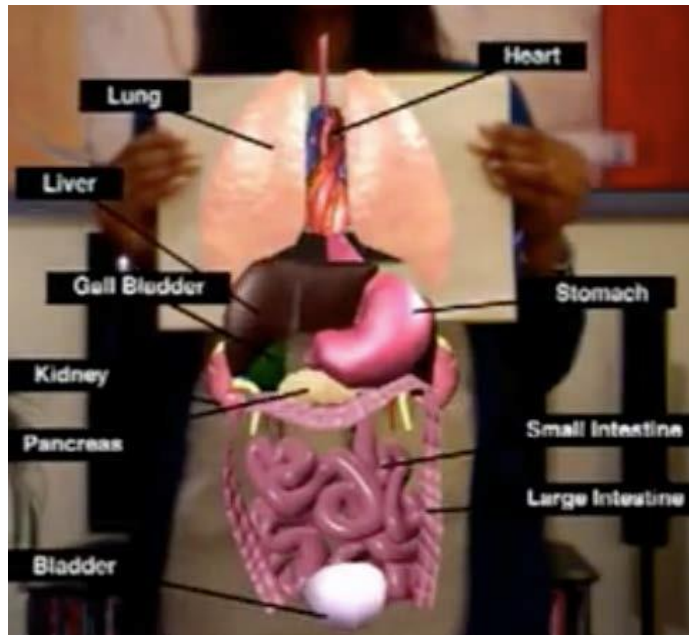


Ilustración 23: Estudio de los diferentes órganos del cuerpo humano con RA

Cámaras de documentos

Las cámaras de documentos son dispositivos que se utilizan para visualizar y proyectar documentos, libros y objetos en un proyector u ordenador. Es un aparato que se suele componer de una cámara montada en un brazo ajustable y móvil. La cámara muestra lo que enfoca la cámara y esta imagen va al ordenador. Es una versión moderna de un retroproyector.

Estos aparatos tienen una gran variedad de usos interesantes. El uso más básico sería poder colocar hojas, exámenes, libros, fichas, etc. debajo de la cámara para poder visualizarlo y hacer correcciones o escribir sobre la imagen si disponemos de Pizarra Digital Interactiva.

Con respecto a la Realidad Aumentada, cabe destacar el modelo de cámara de documentos de la empresa SMART Tech, ya que, por defecto, se acompaña de un cubo de realidad mixta con el cual podemos trabajar modelos tridimensionales.



Ilustración 24: SMART Document Camera 450 + Mixed Reality Cube

Este cubo tiene la característica de que, cuando lo usamos con uno de los modelos tridimensionales del programa anteriormente descrito

SMART Notebook, toma la identidad de ese modelo 3D por lo que se moverá en la Pizarra Digital Interactiva al mover el cubo. Esto permite una usabilidad más cómoda a la hora de manejar estos modelos.

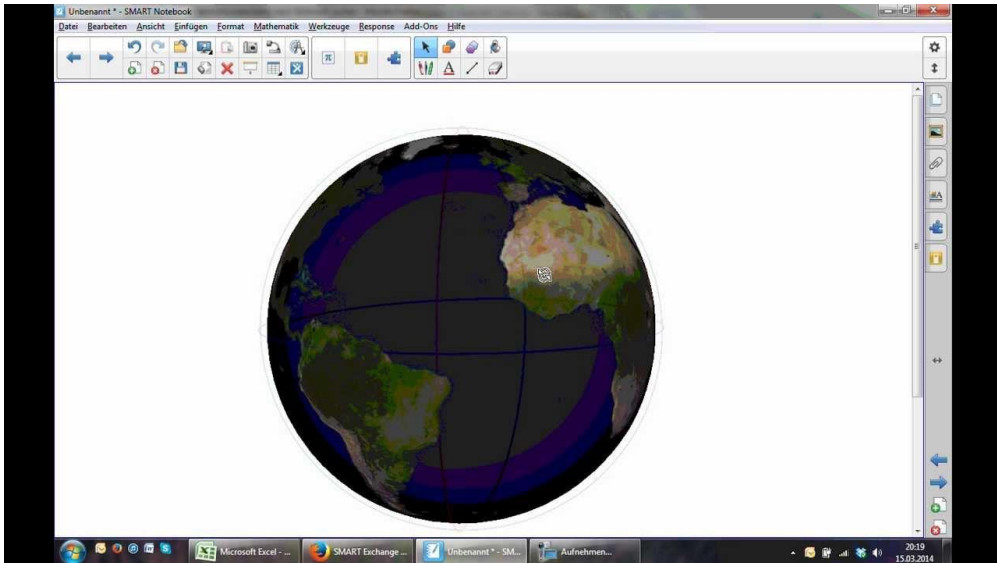


Ilustración 25: SMART Notebook 3D Tools

4.2. Pizarras digitales

4.2.1. Pizarra Digital y Pizarra Digital Interactiva

Hay definiciones muy simples de PDI en publicaciones recientes que reducen este sistema tecnológico a una pantalla interactiva de gran tamaño desde la que se gestiona un ordenador (Gallego, Alonso, Alconada, & Dulac, 2009). Estas definiciones son insuficientes al existir similitudes tanto

técnicas como didácticas entre el uso de la interactividad directa en la pantalla y el uso simple del ordenador.

Por eso, es necesario diferenciar una Pizarra Digital de una Pizarra Digital Interactiva (PDI). Marqués (2004) nos define el concepto de Pizarra Digital como un sistema tecnológico, integrado por un ordenador y un videoprojector, que permite proyectar contenidos digitales en un formato idóneo para visualización en grupo. Para aumentar este concepto e integrar la interactividad, el mismo autor nos define la Pizarra Digital Interactiva como "Sistema tecnológico, generalmente integrado por un ordenador, un videoprojector y un dispositivo de control de puntero, que permite proyectar en una superficie interactiva contenidos digitales en un formato idóneo para visualización en grupo. Se puede interactuar directamente sobre la superficie de proyección". Esto da al profesor al menos tantas ventajas como la pizarra digital simple y el pizarrón clásico. Con la PDI, es posible tanto el mostrar contenidos multimedia y digitalizados como el escribir sobre la superficie digital, permitiendo una interacción mucho mayor y más sencilla que la pizarra digital.

Estas dos definiciones se pueden entender perfectamente con los siguientes esquemas:

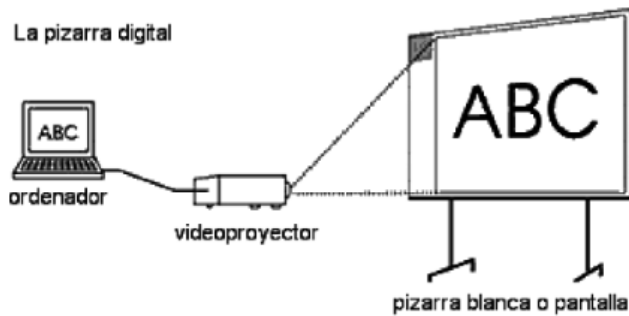


Ilustración 26: La PD (Marquès, 2007)

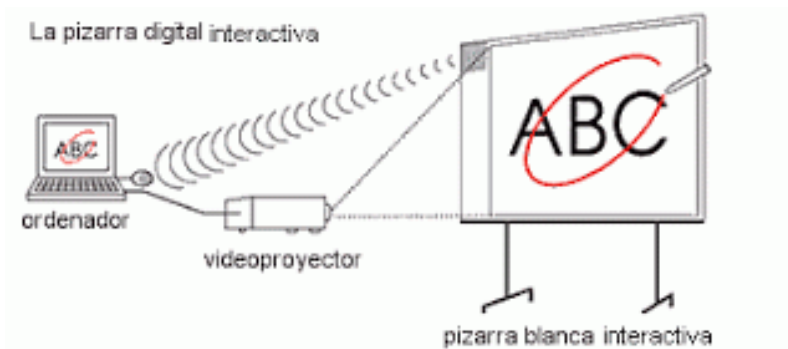


Ilustración 27: La PDI (Marquès, 2007)

Otros autores y organizaciones hacen referencia a esta capacidad interactiva y al concepto de pizarra digital interactiva no como un solo aparato, sino a la unión de varias tecnologías para un fin común. Así, podemos volver a definir la PDI como un gran panel sensitivo al tacto que está conectado a un proyector y a un ordenador. De esta forma, el proyector muestra la imagen que está en el ordenador y éste es controlado tocando directamente esta imagen o por medio de un puntero especial (BECTA, 2003).

La Pizarra Digital es el recurso tecnoeducativo que ha irrumpido con más fuerza en el contexto de la educación y formación en el siglo XXI (Gallego, Cacheiro y Dulac, 2009). Gracias a la pizarra digital, los contenidos que el profesor puede mostrar en el aula en cualquier área y ciclo formativo son mucho mayores y de más calidad, ya que puede no solamente utilizar la imagen digitalizada, sino material multimedia como películas, documentales, sonidos o animaciones.

Según la interacción con el ordenador

- **Pizarra Táctil:**

Son aquellas que permiten el uso directo del ordenador en la pantalla mediante el dedo o cualquier objeto rígido aplicado a la pantalla que refleja el proyector. Ejemplos: SMART Board, Hitachi, Team Board.

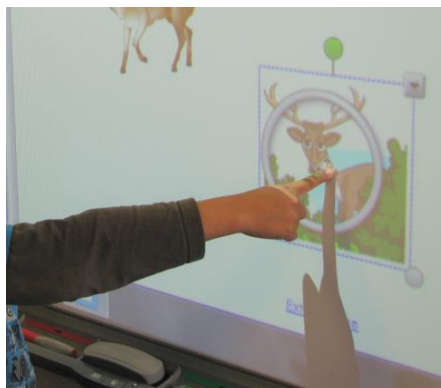


Ilustración 28: Detalle de uso táctil con la mano en PDI SMART Board 660

- **Pizarras no táctiles:**

Son aquellas que para interactuar con el ordenador no permiten el uso directo, sino que necesitan de un puntero especial que es el que va a permitir utilizar el ordenador desde la imagen reflejada en el proyector. Ejemplos: Promethean electromagnéticas, E-Beam, Mimio, Polyvision.

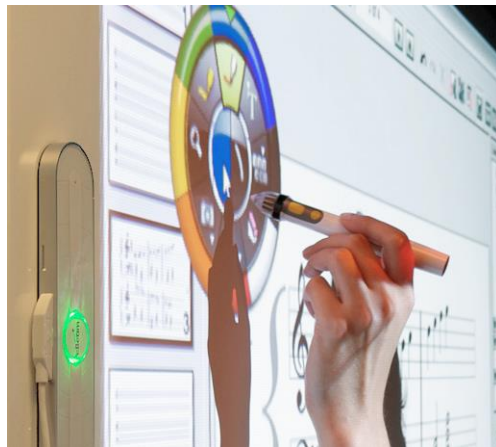


Ilustración 29: Detalle de uso no táctil con PDI E-Beam Edge

Según la portabilidad

- **Pizarra No Portatil:**

En este apartado, habría que incluir a todas aquellas pizarras que necesitan de un gran panel interactivo para utilizar el ordenador. Si bien hay soluciones con ruedas que permiten el movimiento de las

pizarras más grandes y pesadas, este uso no es nada común en ambientes educativos. Normalmente este tipo de PDI se instala con proyectores de tiro corto para un uso más adecuado. Ejemplos: SMART Board, Promethean, Interwrite, Hitachi.



Ilustración 30: Pizarra digital no portátil SMART Board Serie 800

- **Pizarra Portatil.**

Aquí se incluyen todas las pizarras que, por su tecnología, permiten convertir cualquier superficie donde el proyector esté visualizando la imagen del ordenador en interactiva. Éstas son PDI

maneables que permiten el hacer interactiva cualquier aula con proyector y ordenador. Ejemplos: E-Beam, Mimio.



Ilustración 31: PDI portátil E-Beam Edge

Según la tecnología

- **PDI Electromagnética**

La tecnología resistiva consiste en que el panel de la PDI está formado por dos capas separadas. La exterior es deformable al tacto y elástica y, al hacer presión y producirse el contacto entre ésta y la segunda capa, se produce una variación en la resistencia eléctrica. Esta variación es detectada por el software y permite al ordenador localizar el punto localizado. Ejemplos: Promethean, Interwrite.



Ilustración 32: PDI electromagnética Promethean Serie 100

- **PDI Ultrasonidos:**

Estas PDI utilizan una señal ultrasónica que emite el puntero y que el receptor manda al ordenador para saber en qué lugar de la pantalla se encuentra éste. Es la tecnología más empleada en pizarras digitales interactivas portátiles. Ejemplos: E-Beam, Mimio.



Ilustración 33: PDI con sistema basado en infrarrojos y ultrasonidos Mimio

- **PDI Basadas en patrón posicional:**

Estas pizarras funcionan con un puntero electrónico que reconoce el patrón posicional que está impreso de una forma no visible en la superficie de la pizarra. Este puntero utiliza tecnología bluetooth para comunicarse con el ordenador. Ejemplos: Polyvision.



Ilustración 34: PDI basada en patrón de posición ENO Polyvision

- **PDI Resistivas:**

En este apartado habría que incluir a todas aquellas pizarras que necesitan de un gran panel interactivo para el ordenador. A pesar de que existen ciertos modelos con ruedas que permiten el movimiento de aquellas pantallas más grandes y pesadas, no se trata de un elemento común dentro del mundo de la educación.

Normalmente, este tipo de PDI se instala con proyectores de tiro corto para un uso más conveniente. Ejemplos: SMART Board serie 600, Team Board.



Ilustración 35: PDI resistiva SMART Serie 600

- **PDI Ópticas:**

En estas pizarras se instalan cámaras infrarrojas a lo largo del perímetro del área interactiva que controlan permanentemente que no se rompa la línea de vista entre ellas. En el momento en que el usuario hace algún tipo de gesto interactivo en la superficie de la pizarra, el sistema realiza un cálculo donde se ha producido la interrupción del campo calculando la posición en el plano cartesiano

(x,y). Esto hace que no solamente funcione con el dedo, sino que cualquier cosa que toca en la superficie de la pizarra activará la interacción. Esto es útil para trabajar con otro tipo de objetos de lo que se benefician poblaciones como los niños de Educación Infantil o las personas con diversidad funcional. Ejemplos: SMART Board serie 800, Hitachi.



Ilustración 36: SMART Board serie 800

- **PDI basada en Wiimote:**

ese trata de una solución casera inventada por el ingeniero Johnny Chung Lee, en el que el elemento primordial es el bajo coste. Para crear esta pizarra, se necesita un mando de la consola Wii de

Nintendo (WIIMOTE), caracterizado por poder detectar el movimiento y por la posibilidad de apuntar y mover el cursor en pantalla gracias a la utilización de infrarrojos. Gracias a este mando, Chung Lee diseñó una pizarra de bajo coste llamada Low-Cost Multipoint Interactive Whiteboard using the Wiimote (Chung Lee, 2007). Desarrolló el software de reconocimiento del mando bajo PC (Wiimote Whiteboard) y lo ofreció a la comunidad educativa de forma gratuita. Este software permite el transformar una pantalla de ordenador (proyectada) en táctil gracias a la tecnología del mando de Nintendo.



Ilustración 37: PDI basada en Wiimote

- **Proyectores interactivos:**

Los proyectores interactivos combinan la función de proyectar la imagen en cualquier superficie con la posibilidad de hacerla interactiva. Suelen ser proyectores de ultracorta distancia para evitar la proyección de sombras y el deslumbramiento. La interactividad se consigue mediante la combinación del proyector con las tecnologías antes citadas como la infrarroja o la óptica. Ejemplos: SMART Board Lightraise, Epson.



Ilustración 38: Proyector interactivo SMART Lightraise

- **PDI basadas en LCD Táctiles:**

Este tipo de pizarras digitales interactivas son grandes paneles LCD con función táctil. Tienen la gran ventaja de no necesitar

proyector ya que son superficies autoproyectadas. Ejemplos: SMART Board LCD Display, Samsung



Ilustración 39: SMART LCD Display

Software de Pizarra Digital Interactiva

El uso de la pizarra digital interactiva normalmente está asociado al software de autoría de las diversas marcas:

- SMART Notebook
- Open Sankoré
- Active Inspire

- Draw
- Ebeam software
- Easytech
- ChalkBox

A pesar de la utilización (sobre todo en Secundaria y en el ámbito universitario) de software de diapositivas tipo Power Point, este software específico incluye una serie de mejoras pedagógicas.

Por su gran similitud, se ha elegido el software de PDI más utilizado del mundo. SMART Notebook 15 para analizar estas mejoras:

Facilidad de uso

Este tipo de software, como ya se ha comentado, suelen ser software integrales para crear, enseñar y gestionar clases interactivas. Aunque a simple vista parece un programa de presentación de diapositivas tipo Microsoft PowerPoint u Open Office Impress, lo primero que podemos observar es una interfaz de uso más sencillo, lo que va a ayudar en la implementación de este software en planes de formación para el profesorado.

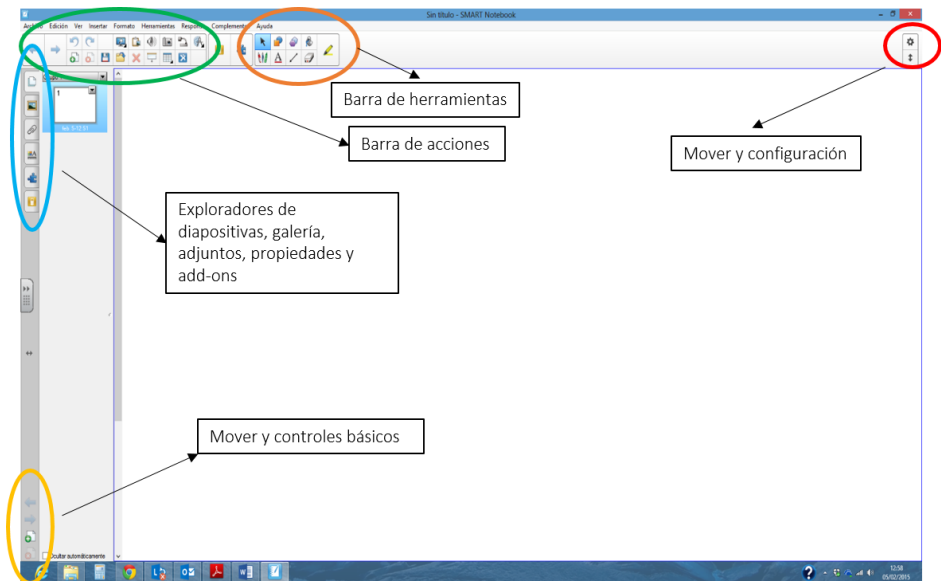


Ilustración 40: Interfaz de SMART Notebook 15

Adaptabilidad y configuración

Si por una cuestión de altura del docente o los alumnos es más cómodo tener la barra de herramientas en la parte inferior del programa, hay opciones para conseguirlo:

Además, la configuración de las herramientas es sencilla. Para situar cualquier utilidad en estas barras solamente habrá que pinchar sobre el icono y arrastrar a la barra correspondiente en el entorno del programa.



Ilustración 41: menú de personalización SMART Notebook

Herramientas de medición

Este tipo de software incorpora herramientas para el uso clásico de la medición en el aula. Así, nos podemos encontrar con reglas, transportadores de ángulos o compases interactivos.

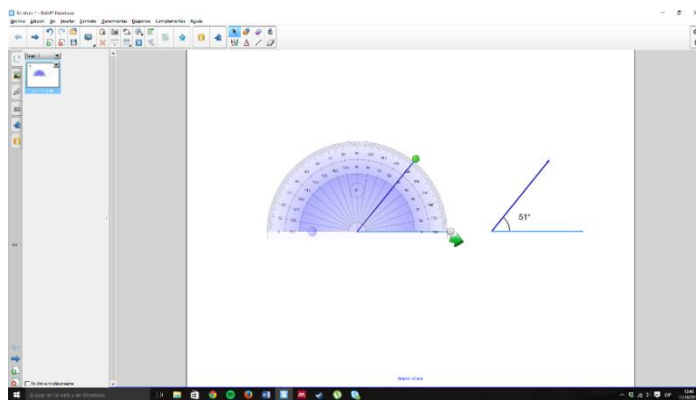


Ilustración 42: Uso del transportador de ángulos SMART Notebook 15

Uso de rotuladores

Este software incorpora una serie de diferentes rotuladores para poder emular de una forma efectiva la función de escritura en una pizarra tradicional.

Algunas de estas herramientas son interactivas produciendo efectos como foco (ver más adelante) o un zoom sobre la zona encuadrada.

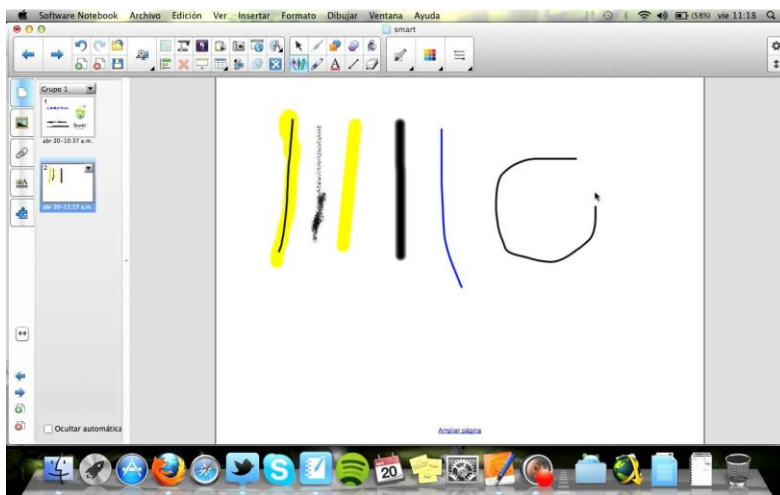


Ilustración 43: Ejemplo de trazos SMART Notebook 15

Foco

El foco es una de las herramientas pedagógicas más interesantes ofreciendo la posibilidad al profesor de ajustar la atención del alumnado en

un área específica, pero permitiéndole a su vez observar el todo del objeto que está resaltando.



Ilustración 44: Rotulador mágico con foco SMART Notebook 15

Formas y polígonos regulares

De una forma sencilla, permite poder insertar tanto autoformas como polígonos regulares y poder rellenarlas fácilmente.

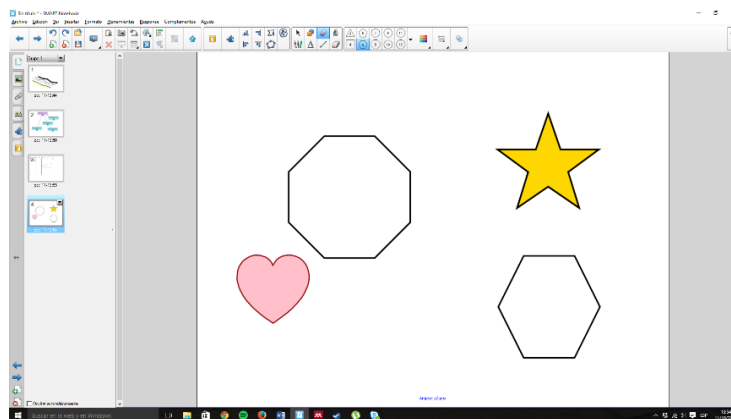


Ilustración 45: Autoformas y polígonos regulares en SMART Notebook 15

Ecuaciones

Para la clase de matemáticas, este tipo de software ha implementado en los últimos años editores de ecuaciones similares al de Microsoft Word y, también, la posibilidad de detectar el texto de la ecuación a mano alzada y hasta el poder pasarla a tipografía informática.

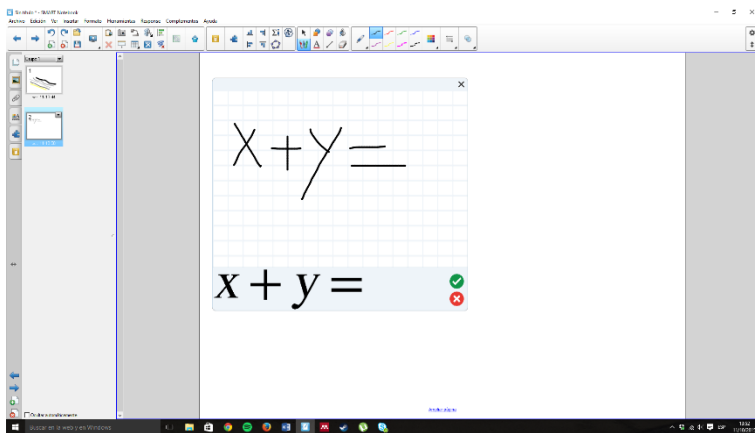


Ilustración 46: Editor de ecuaciones SMART Notebook 15

Mapas conceptuales

Como herramienta pedagógica fundamental, este software permite la creación de una forma sencilla, interactuando con la función de rotulador de mapas conceptuales interactivos, a los cuales se les puede añadir nodos y moverlos sin que el mapa se resienta.

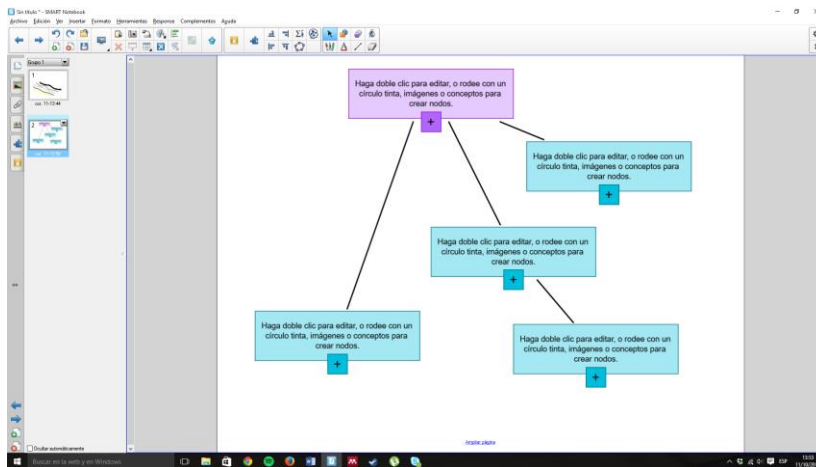


Ilustración 47: Mapas Conceptuales en SMART Notebook 15

Integración con software matemático

En ocasiones nos encontramos con que este software puede integrar otro tipo de software matemático externo, como Geogebra.

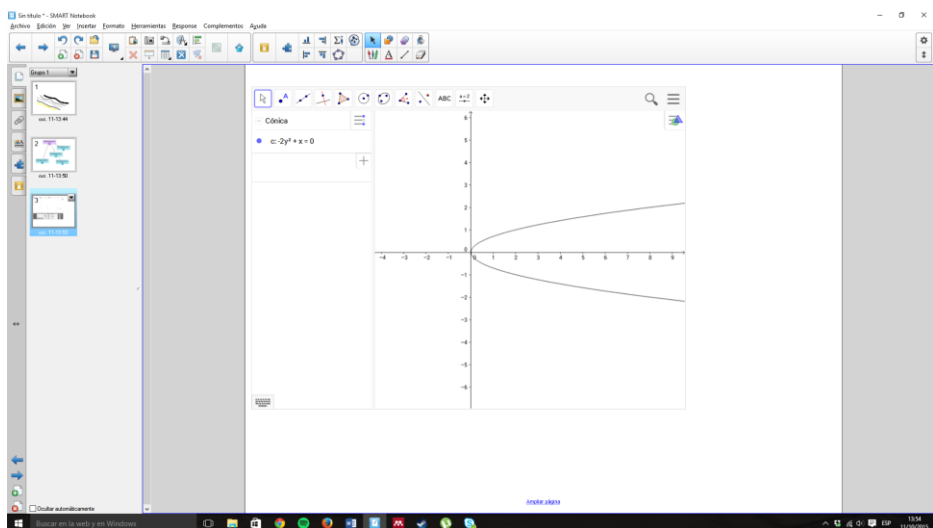


Ilustración 48: Integración de Geogebra y SMART Notebook 15

Galería de imágenes educativa

La característica galería de imágenes de los programas ofimáticos se especializa en el software para PDI, ofreciendo una gran cantidad de imágenes educativas clasificadas por materias.

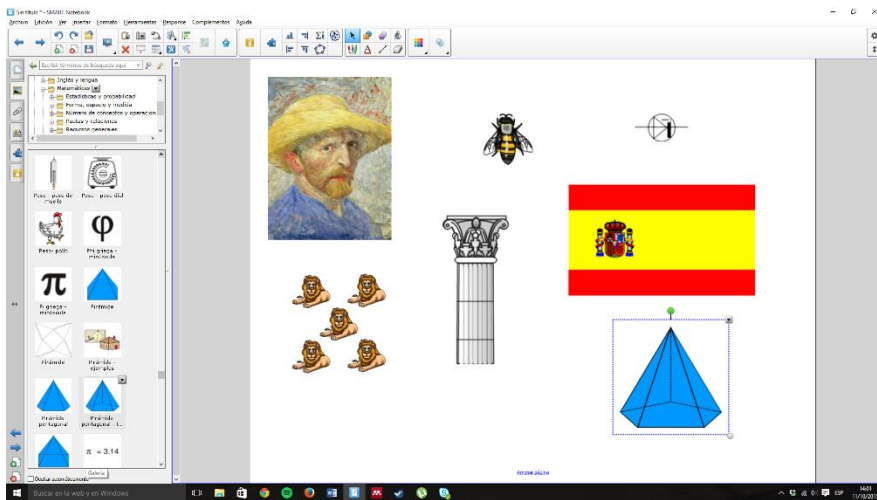


Ilustración 49: Ejemplo de clips de la galería de imágenes SMART Notebook 15

Creación de actividades interactivas

En las últimas versiones, se ha mejorado la interactividad de las actividades, permitiendo a los usuarios poder configurar actividades interactivas de carácter educativo como clasificaciones, ordenaciones o preguntas al azar.

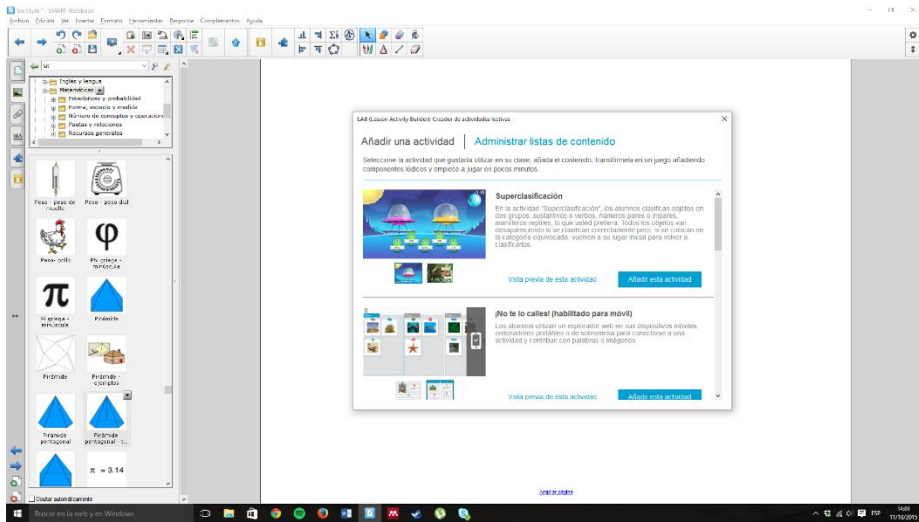


Ilustración 50: Lesson Activity Builder SMART Notebook 15

4.2.2. Pizarra Digital Interactiva en el Aula

Se ha investigado mucho sobre la forma de utilizar la PDI entendida como un instrumento de comunicación entre docentes y discentes de una clase, permitiendo al profesorado la aplicación tanto de metodologías tradicionales centradas en la enseñanza como de novedosas metodologías centradas en los estudiantes y sus procesos de aprendizaje (Marqués, 2008). Es necesario apostar por nuevos y múltiples enfoques entre los cuales las PDI están desempeñando una importante función (Istvan, 2009).

La importancia presente y futura de la PDI queda contrastada en investigaciones como las de Marqués (2007) en el ámbito de la educación

obligatoria, donde afirma que la base tecnológica sobre la que sustentará la escuela del siglo XXI hallará en la PDI uno de sus principales instrumentos. Otras investigaciones (Bayón and Grau 2009) colocan a la PDI como elemento fundamental en la renovación pedagógica del Espacio Europeo de Educación Superior dada su potenciación del aprendizaje basado en el trabajo colaborativo. Pero no solamente investigaciones nacionales nos demuestran las ventajas del uso de la PDI en el aula. También trabajos internacionales como los de Beelam (2002) o McNeese (2003) nos hablan de las bondades y beneficios de la PDI. Entre todas estas investigaciones se puede llegar a la conclusión de que la PDI tiene beneficios para docentes y alumnos.

Los beneficios para la práctica docente se pueden resumir en:

- El profesor presta más atención tanto a los alumnos como a sus posibles preguntas (Marquès, 2008).
- Actúa como germen de innovación induciendo una renovación de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Marquès, 2008).
- Fomenta la espontaneidad y la flexibilidad, facilitando a los profesores una gran oferta de recursos en texto, en gráficos, en sonidos y en imágenes (Kennewell, 2001). Así, las clases pueden ser mucho más atractivas y documentadas (Marquès, 2008).

- El profesorado aumenta su autoestima profesional al utilizar eficazmente las tecnologías avanzadas, mejorando el quehacer docente y la formación del alumnado (Marquès, 2008).
- Posibilita a los profesores el conservar e imprimir lo que está en la pizarra, incluyendo las notas realizadas durante la clase, facilitando así la revisión. (Walker, 2002). Facilita a los profesores el uso de las TIC, integrándolas en su diseño curricular de aula mientras se dirigen a toda la clase manteniendo el contacto visual. (Smith, 2001)

Los beneficios para los alumnos son los siguientes:

- Aumenta la participación de los alumnos facilitando el debate (Marquès, 2002).
- Aumenta la atención y retentiva de los alumnos (McNeese, 2003).
- Es motivadora para el alumno. El compromiso del estudiante en el proceso de aprendizaje se incrementa durante el uso de una PDI.
- Facilita el tratamiento a la diversidad con alumnos con necesidades educativas especiales y con distintos tipos de aprendizaje. De las múltiples formas de TIC disponibles para su uso por los profesores en el aula, las PDI tienen un importante potencial para satisfacer las necesidades de los estudiantes con diversos estilos de aprendizaje

(Beeland 2002). Se pueden tener en cuenta estos distintos estilos, ya que los profesores pueden acudir a muchas y variadas fuentes y recursos para responder a las necesidades específicas del alumno (Bell and Houston 2002).

- Capacita a los estudiantes para ser más creativos en sus presentaciones en clase, aumentando su autoconfianza y su autoconcepto. (Levy, 2002).
- Los alumnos pueden comprender conceptos más complejos gracias a las presentaciones más claras, más dinámicas y más eficientes (Smith, 2001). Las PDI, gracias a la macropantalla táctil, permiten el acceso al ordenador sin utilizar el teclado, facilitando el uso de la informática a niños pequeños y a estudiantes de educación especial o con minusvalías. (Goodison, 2002)

A todo esto hay que sumarle la facilidad de uso. Doe (2010) nos cuenta experiencias en centros en los que, a pesar de que se tardó casi cinco años en comenzar a utilizar el correo electrónico, las PDI se han empezado a utilizar muy eficazmente en un sólo año. Se trata de un recurso fácil de usar y al que los docentes y discentes se acostumbran con rapidez como se puede ver en los resultados del estudio de Gallego et al. (2009).

La PDI resulta útil en todas las asignaturas y niveles educativos, proporcionando muchos recursos visuales y nuevas posibilidades

metodológicas que facilitan la presentación y comprensión de los contenidos, el tratamiento de la diversidad, el aprovechamiento educativo de Internet, la realización de actividades más dinámicas y una mayor motivación y participación de los estudiantes (Marqués, 2005). De hecho, la PDI es una de las herramientas que más nos va a permitir interactuar con los alumnos. Es aconsejable recordar en este punto que uno de los papeles clave reclamados a las TIC para promover el aprendizaje es la interactividad, entendida como la capacidad de responder de forma adecuada a las acciones del alumno (Beauchamp and Kennewell 2010).

Según muestran estudios, como el de Marqués (2005) sobre la evidencia del potencial de innovación pedagógica y de renovación metodológica que puede aportar la PDI al día a día de la clase, es necesario que este proceso de cambio e innovación se lleve a cabo de la mejor forma posible. Es por eso que es de gran importancia el separar los dos grandes factores que van a propiciar la integración y el uso de la PDI en el aula:

- Por un lado, la formación, que deberá proporcionar una capacitación técnica y didáctica sobre el uso de la PDI y todas las posibilidades educativas que ésta tiene.
- Por otro, el uso propio en el centro una vez que el docente ya está formado adecuadamente.

Factores influyentes sobre el centro y el aula

Existe una gran cantidad de factores influyentes a la hora de integrar una tecnología en un centro o en un aula. Podemos destacar factores como la facilidad de acceso a las mismas, estructuras organizativas que favorezcan su utilización y la posibilidad de acceso a contenidos digitalizados de calidad (Llorente, 2010).

De todos estos, el factor que influye de una manera esencial en la implantación de las TIC en el centro, como se puede apreciar en las publicaciones de Lai (2004) o Somekh et al. (2001) y en informes de la *British Education Communication and Technology Agency* (BECTA 2003), es el liderazgo tecnológico. Este elemento está personificado en la dirección y en la coordinación TIC. Aunque se reconoce a la dirección de la escuela como agente de cambio clave para la innovación (Fullan 1991), el concepto de liderazgo compartido en el ámbito escolar sugiere un mejor modelo para la implantación de innovaciones, especialmente las relacionadas con las TIC (Lai y Pratt, 2004). Así pues, no sólo la dirección del centro es considerada la única fuente de liderazgo tecnológico, ya que, en este caso, el coordinador TIC suele tener una comprensión más profunda de la integración de las TIC en el currículum escolar, pudiendo ser un mejor modelo para los profesores.

Este papel de los coordinadores TIC es esencial para la implantación eficaz de la PDI. Una conclusión clara de la literatura (Lucock y Underwood,

2001) es que los coordinadores TIC no tienen que acabar haciendo todo lo relacionado con ellas en la escuela. No debemos olvidar que son profesionales de la educación y, por lo tanto, su responsabilidad principal es guiar la enseñanza de las TIC y su aprendizaje en la escuela (Potter, 2005). Así pues, volviendo a la formación, factor esencial para la implantación de la PDI en los centros, es recomendable que estos coordinadores estén más formados y capacitados que sus compañeros en el campo de las TIC para poder ayudar a los demás a utilizar de una manera más eficaz la PDI en la práctica docente (Lai y Pratt, 2004).

Factores influyentes sobre la formación y las competencias

En este apartado, se tratan factores como la capacitación del profesorado para su utilización e incorporación (Llorente, 2010) y que tengan una actitud abierta y positiva ante la tecnología a integrar (Marqués, 2008).

Hay numerosos estudios que aluden a la formación del profesorado como uno de los factores principales en la implementación con éxito de la PDI dentro del aula. Sin formación, no hay garantía alguna de éxito en el uso de la PDI (Dooly 2009). En cuanto a la formación general para profesores, es necesario distinguir la referida a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), y en concreto a las PDIs, de aquella referida a otros temas. De esta formación, dada su naturaleza diferenciada, cabe destacar los siguientes aspectos:

- En general, los profesores se encuentran formados para manejar las TIC técnicamente, si bien su grado depende de la novedad de la tecnología (Llorente, 2010). Respecto a esto, aunque la PDI no es una tecnología nueva, su implantación sí que lo es.
- Hay una tendencia general en el profesorado para autoevaluarse y considerar que no se encuentran capacitados para utilizar las TIC que tienen a su disposición (Ching and Cher 2010).
- Poseen menos formación para el diseño y la producción de medios que para su utilización didáctica (Llorente, 2010).
- Los docentes no han recibido una verdadera cualificación a lo largo de sus estudios para incorporarlas a su práctica profesional (Davis, Preston et al. 2009).

Modelos de uso de la Pizarra Digital Interactiva

Según publicaciones recientes (Beauchamp & Kennewell, 2010; Beeland, 2002; Doe, 2010; G. Cabezas, 2012; Marqués, 2008), podemos distinguir diversos modelos de empleo, que posteriormente incidirán en los usos didácticos de las diferentes etapas educativas que veremos en el próximo punto. Estos modelos son los siguientes:

- El profesor explica con el apoyo de la PDI.
- Realización de síntesis de clase con PDI.
- Realización de ejercicios por parte del alumnado.
- Corrección de ejercicios.
- Improvisaciones en clase.
- Videoconferencias y chats.
- Presentación de trabajos por parte del alumnado.
- Explicación de partes de clase por parte del alumnado.
- Revisión de la prensa online.
- Exposición de multimedia.
- Ejercicios interactivos con software de PDI.
- Uso de cubos de Realidad Aumentada y códigos QR para mover objetos en 3D.
- Búsquedas del tesoro.
- Ghymkanas centradas en la PDI.

Usos didácticos en las diferentes etapas educativas

La aparición de las Pizarras Digitales Interactivas (PDI) ha irrumpido de lleno en todas las etapas del sistema educativo, de manera que puede utilizarse con alumnos de todas las edades y en todas las áreas del currículo, sin exigir (ni a los profesores ni a los alumnos) grandes conocimientos de informática, lo que facilita la incorporación de la PDI en el aula. A pesar de que no se requieran grandes habilidades informáticas, es necesario que el

profesorado invierta un tiempo extra en la creación y/o adaptación de materiales didácticos. A continuación, se mostrarán los usos didácticos de la PDI en las diferentes etapas educativas:

Educación infantil

A pesar de la creencia de muchos docentes de que la PDI en Educación Infantil no es muy funcional, lo cierto es que, al igual que en otras etapas educativas, la PDI en Educación Infantil es de gran utilidad y nos aporta todo tipo de oportunidades para apoyar el aprendizaje de los niños en esta edad, tanto en el ámbito cognitivo como social (Cascales & Laguna, 2009). De esta manera, el permitir a los estudiantes de esta etapa interactuar con la PDI les va a ayudar a:

- Resolver problemas.
- Tomar decisiones más autónomas.
- Consolidar competencias adquiridas en otras áreas.
- Adquirir nuevas habilidades colaborativas.

Los diferentes usos que tiene la PDI en esta etapa educativa son entre otros:

- Pizarra convencional. Con la ventaja de la PDI es un recurso altamente motivador para los estudiantes.
- Rutinas. Se puede utilizar para realizar rutinas diarias como, por ejemplo, la asamblea.
- Apoyo a la lectoescritura con el teclado virtual o escribiendo sobre pautas con un puntero o el dedo, realizar dictados y autodictados, contar cuentos, etc.
- Apoyo a la enseñanza lógico-matemática realizando actividades de ordenar, secuenciar, clasificar, etc.
- Apoyo a la enseñanza artística dibujando, visualizando presentaciones y webs.
- Trabajo de unidades didácticas interactivas utilizando software específico.
- Utilización de recursos multimedia.

4.3 Dispositivos móviles y M-Learning

Podríamos definir los dispositivos móviles como aquellos aparatos electrónicos capaces de realizar las mismas funciones, pero limitadas, que un ordenador personal, que gozan de cierta autonomía propia. Hoy en día los dispositivos móviles han evolucionado de tal manera que pueden realizar prácticamente las mismas tareas que un ordenador personal, desde la organización del calendario hasta la navegación por internet pasando por otras innumerables funciones más.

Smartphones y tabletas

Historia de los Dispositivos Móviles

Los primeros dispositivos móviles conocidos datan de la 2ª Guerra Mundial. Desde entonces han evolucionado enormemente tanto en tamaño como en prestaciones. En el caso que nos aplica, los *smartphones* o teléfonos inteligentes, se podría considerar que el primer dispositivo móvil con características avanzadas fue el teléfono creado por IBM, llamado "Simon". Fue el primer dispositivo en contar con todas las funciones de las PDA además de la capacidad de realizar llamadas y enviar SMS con una pantalla táctil que se podía operar con un solo dedo. Las dimensiones y la disponibilidad en únicamente algunas ciudades de Estados Unidos impidieron su expansión.



Ilustración 51: Simon de IBM

El Ericsson GS88, en 1997, fue el que se considera el primer *smartphone*, con funciones tales como navegación web, correo electrónico, teclado físico y la importante conexión a un PC, entre otras.



Ilustración 52: Ericsson GS88

La verdadera expansión de los *smartphones* empezó en el año 2000 con el lanzamiento del sistema operativo Windows Pocket PC. HTC, una marca de smartphones, puso a la venta diversos dispositivos con este sistema operativo, que tuvieron muy buena cabida en el mercado.

Sin embargo, en el 2007 la multinacional Apple presentó el primer iPhone. En ese momento cambia el concepto de *smartphone* y se convierte en lo que actualmente se conoce como teléfono inteligente. Este dispositivo se asemeja mucho a los actuales, con una interfaz clara con una pantalla

táctil capacitiva y múltiples funciones de todos los tipos, además incluye la opción de instalar aplicaciones de terceros. Meses después sale al mercado el nuevo sistema operativo de Google: Android, actualmente el SO más usado. Desde entonces la oferta de *smartphones* ha crecido exponencialmente, con múltiples opciones en cuanto a fabricantes, sistemas operativos, funcionalidades, tamaños, etc.



Ilustración 53: iPhone 1

En el 2010, con la aparición del iPad de manos de Apple, irrumpen en el mercado las llamadas tabletas, o tabletas, una evolución del *smartphone* en cuanto a capacidad de procesar datos e información, sin la funcionalidad telefónica.



Ilustración 54: Evolución iPad 2010-2014

Actualmente, según el informe de la Sociedad de la Información en España (Fundación Telefónica, 2015) en España el 81% de la población posee un dispositivo móvil capaz de conectarse a internet, siendo el mayor índice de penetración de Europa.

Tipos de dispositivos móviles

En la actualidad hay principalmente dos tipos de dispositivos móviles: los *smartphones* y las tabletas. Ambos comparten muchas características en común hasta el punto de que hoy en día ya existen las llamadas phablets, un híbrido entre el *smartphone* y las tabletas convencionales.

Como ya se ha comentado el *smartphone* proviene del teléfono móvil convencional, cuya función se limitaba principalmente a las llamadas de voz

y envío de mensajes de texto. Actualmente el servicio de telefonía móvil y de envío de mensajes de texto sigue operativo, siendo todavía una de las funciones más importantes.



Ilustración 55: Servicio de mensajería Whatsapp

En el caso de los *smartphones* estas funcionalidades se han incrementado hasta el punto de poder realizar múltiples tareas de forma simultánea. Los *smartphones* están dotados de una pantalla táctil relativamente pequeña que limita ciertas funciones como la navegación por internet o la lectura de libros o información.

Las tabletas se podría decir que son ordenadores personales miniaturizados. Cuentan con una pantalla normalmente más grande que los *smartphones* siendo así muy útiles para la lectura de contenido digital, la navegación por internet o la visualización de vídeos y películas.

Además las tabletas poseen un procesador más rápido que el de los teléfonos inteligentes, convirtiéndose en una alternativa para aquellos que necesiten tener las funcionalidades de su ordenador personal en un dispositivo móvil, con ciertas limitaciones. Por este motivo las tabletas han encontrado un segmento de mercado en la gente que necesita disponer de todas las funcionalidades básicas de un ordenador en cualquier lugar y cualquier momento. Ambos dispositivos evolucionan muy rápidamente junto con todas sus funcionalidades en forma de sistema operativo o aplicaciones.

Sistemas Operativos

El sistema operativo de un dispositivo móvil es un programa capaz de hacer funcionar dicho dispositivo.

Hay diferentes sistemas operativos actualmente en el mercado de los dispositivos móviles, algunos de ellos para *smartphones* y tabletas y otros solamente para alguno de los dos tipos de dispositivos.

- **Android:** es el sistema operativo que domina el actual mercado de los dispositivos móviles, disponible tanto en *smartphones* como en tabletas. Es el sistema operativo de la empresa Google, que fue lanzado al mercado el año 2007. Dispone de multitud de aplicaciones

de todo tipo disponibles para ser descargadas en el Google Play, el mercado de aplicaciones de este sistema operativo.

- **iOS Apple:** es el sistema operativo de la famosa marca Apple. Es el segundo SO más usado en el mercado actual, con aproximadamente un 25% de los usuarios usando su producto. También está disponible para sus *smartphones* (iPhone) y sus tabletas (iPad). Solamente está disponible para los productos de la misma empresa. En el App Store es posible descargar todo tipo de aplicaciones.
- **Windows Phone:** desarrollado por Microsoft es otro de los más importantes sistemas operativos en uso de la actualidad. Una de sus grandes ventajas es una sincronización total con los ordenadores con el mismo sistema operativo de Microsoft. Está disponible para ambos tipos de dispositivos móviles. El *Windows Phone Shop* es el equivalente al *Google Play* y el *App Store* mencionados anteriormente.
- **Otros Sistemas Operativos:** además de los sistemas operativos citados existen otras alternativas en el mercado, aunque con menor uso entre los usuarios de dispositivos móviles. Es el ejemplo de *Ubuntu Mobile*, *Symbian* el sistema operativo para los *smartphones* de Nokia, *Blackberry10* (BB10) el correspondiente a la marca de mismo nombre y *FirefoxOS* creado por Mozilla, la misma empresa del navegador Mozilla Firefox.



Ilustración 56: Detalle de Ubuntu Mobile

4.3.1 M-Learning

Durante los últimos años es indudable que el crecimiento de la tecnología, y en concreto el mercado de los *smartphones* y tabletas, ha experimentado un crecimiento exponencial.

No existen motivos para creer que la implantación de ésta tecnología cada vez más popular no pueda aplicarse a la enseñanza a todos los niveles. De este modo nacen los conceptos del e-learning y el m-learning.

El uso de las tecnologías para el aprendizaje, primero el *electronic learning* y posteriormente el *mobile learning*, supone un ahorro económico

para el usuario y las empresas de un 30-40% en concepto de traslados de los individuos hasta su lugar de trabajo o aprendizaje. Además se ha podido comprobar que el uso de la tecnología aumenta de forma considerable la capacidad de llegar eficientemente a grandes grupos de destinatarios (González, s.f.).

El concepto de flexibilidad cobra mucha importancia en la sociedad actual. Cada vez más gente quiere mejorar su calidad de vida sin dejar de lado la necesidad de una formación continua para sobresalir en una sociedad muy competitiva. Aquí es donde el *m-learning* y el aprendizaje colaborativo juegan un papel vital (González, s.f.).

El *mobile learning* es un concepto relativamente nuevo que nace a raíz de la necesidad de aprovechar las nuevas tecnologías asociadas al uso de dispositivos móviles para contribuir a la mejora del modelo educativo.

Se puede considerar el *m-learning* como un subconjunto del *e-learning*. La diferencia entre estos dos conceptos radica principalmente en la forma en que se desarrollan ambos aprendizajes. Mientras que el *e-learning* todavía es dependiente de una conexión a Internet mediante un ordenador fijo a un lugar físico, el *m-learning* permite llevar a cabo el aprendizaje en cualquier lugar y en cualquier momento (Georgiev, Georgieva, & Smrikarov, 2004).

Además, en el modelo de aprendizaje móvil se consigue que el entorno educacional se extienda no sólo a un programa concreto de aprendizaje sino también a cualquier contexto social, consiguiendo así que el aprendizaje se convierta en un interés continuo por parte del individuo (Etxeberria, Otaño, & Brouard, 2012).

Como se cita en Saccol, Reinhard, Schlemmer & Barbosa (2010, p. 264), según Sharples et al (2007a), el concepto de movilidad del mobile learning se resume en los siguientes criterios:

- El concepto de aprendizaje en un espacio físico se elimina. Con el m-learning el aprendizaje puede llevarse a cabo en cualquier lugar.
- Actualmente existen numerosos tipos de dispositivos de tamaño portable por el usuario que permiten el acceso inmediato a la información mediante Internet.
- El marco de aprendizaje se extiende a todas las facetas de la vida cotidiana, siendo el aprendizaje fruto de un interés propio.
- El usuario aprende en los diferentes entornos sociales en los que está involucrado, relacionado con las múltiples interacciones relacionadas con las tecnologías sin cable.

- A lo largo de tiempo se acumulan experiencias que resultan en un aprendizaje completo.

Tal y como se puede comprobar el concepto de *mobile learning* choca totalmente con el modelo de educación actual, basado, según McRaine (2008), en un aprendizaje formal en el que el alumno simplemente actúa como receptor de contenido de forma pasiva, sin ser descubierto por sí mismo.

Según Ambriz (2012) la comunidad docente está dividida en cuanto a la aceptación de los dispositivos móviles en el aula. Por un lado hay quienes ya ven sus posibilidades como herramienta pedagógica, aunque por otro parte todavía hay quien cree que deberían ser prohibidos en las aulas debido a la distracción que generan los dispositivos electrónicos en los alumnos.

Para rebatir ésta cuestión se han realizado numerosos estudios, que se detallarán más adelante en éste artículo, sobre el factor motivacional y la distracción que pueda ser causada por el uso de la tecnología en un entorno de aprendizaje.

Durante el transcurso del proyecto MoLeNET algunos profesores mostraban su preocupación por el mal uso de los dispositivos móviles por parte de algunos alumnos. Sin embargo se pudo observar que el comportamiento de estos alumnos mejoró notablemente, además se

demonstró que los alumnos parecían estar más interesados en el proceso de aprendizaje (UNESCO, 2012).

A continuación se enumeran las principales ventajas e inconvenientes del uso del mobile learning, mencionadas por Hajim (2012):

Ventajas

- **Apoyo educacional:** el *mobile learning* ofrece una gran ayuda al alumnado y al personal docente, mejorando el acceso a la información.
- **Interacción:** la interacción entre profesor y alumnos se simplifica. En ciertos casos, como alumnos con dificultades para expresarse, se facilita la comunicación entre ambos.
- **Gestión:** tal como se ha citado anteriormente el proceso de aprendizaje surge de una motivación individual del usuario. Aplicando el concepto de m-learning el alumno es más autónomo.
- **Mayor acceso:** es una de las mayores ventajas del aprendizaje móvil. El acceso a la información, herramientas online, seminarios, blogs, foros es prácticamente ilimitado. De esta forma los estudiantes pueden incrementar el marco de su aprendizaje.

- **Inclusión:** además de todas las mencionadas anteriormente, el *mobile learning* permite a alumnos con diversidad funcional a adquirir los conocimientos mínimos necesarios. Debido a su capacidad de enseñanza y aprendizaje a distancia supone una gran herramienta también para personas con dificultades físicas.

Desventajas

- **Coste:** es evidente que es el mayor problema asociado al *mobile learning*. Los dispositivos móviles como *smartphones* o tabletas tienen un precio elevado. Además hay que sumar los costes de las tarifas de datos, que pueden llegar a ser muy costosos.
- **Tamaño del dispositivo:** Aunque a medida que se avanza en el tiempo este deja de ser un problema, el reducido tamaño de los dispositivos conlleva ciertos problemas tales como el aumento de la presión ocular, además de que las pantallas pequeñas sólo pueden mostrar una parte de la información. Por otro lado, los dispositivos grandes podrían limitar la movilidad tan fuertemente ligada al concepto *m-learning*.
- **Duración de la batería:** la productividad con dispositivos móviles está supeditada a la duración de la batería de dicho dispositivo. Se depende de tener una fuente de energía cercana, limitando así la movilidad, concepto altamente asociado al *m-learning*.

- **Tecnología:** la tecnología todavía tiene limitaciones en ciertos aspectos. Los problemas de compatibilidad entre programas o sistemas operativos y el espacio de almacenamiento son claros ejemplos de ello.
- **Facilidad de uso:** muchos dispositivos no ofrecen la comodidad necesaria para poder usar-se durante un lapso de tiempo elevado.

Debido a la rápida evolución de la tecnología, la mayoría de estas desventajas nombradas anteriormente tienen tendencia a desaparecer, de tal forma que, cada vez más, las ventajas del *mobile learning* superan a las desventajas (Goretti, 2013).

Aplicación del M-Learning en un aula

Hay diversos factores que son necesarios conocer para poder aplicar el concepto *m-learning* de forma efectiva. El potencial del *mobile learning* es enorme, excepto si se comete el error de usarlo como un simple instrumento de envío de contenido (Nuez & Sánchez, 2014).

Uno de los principales problemas con los que choca este nuevo concepto de enseñanza es la actitud social negativa (UNESCO, 2012). Existe parte de la comunidad docente, de padres e incluso de los propios alumnos que están preocupados por la irrupción de las tecnologías en el aula.

Argumentan que son causa de distracción y de mal comportamiento en muchos casos. Tal como ya se ha comentado, se han realizado múltiples experimentos en los que se demuestra precisamente lo contrario, por lo tanto, hay que difundir la información de tal forma que se resalten sus aspectos positivos.

Para que esta difusión sea efectiva es realmente importante que se explique y enseñe detalladamente la forma correcta de usar las tecnologías móviles para el aprendizaje en la vida cotidiana, evitando así un uso incorrecto, con la consecuente desaprobación de la sociedad.

Es cierto que la tecnología móvil está teniendo una aceptación enorme por parte de la mayoría de la población, pero por diferentes motivos no está todavía completamente extendida. Por éste motivo se debe tener especial cuidado en aplicar el *mobile learning* en cualquier ámbito, pudiendo provocar una división digital entre la población capaz de costear un dispositivo móvil y la que no tiene recursos suficientes.

En caso de aplicar el *m-learning* debe tenerse en cuenta la elección correcta del dispositivo que se requiere para las tareas establecidas. Así si únicamente se requiere una herramienta que pueda enviar y recibir mensajes o llamadas sólo será necesario un dispositivo básico. Si por el contrario es necesario intercambiar fotografías, vídeos, archivos y tener

acceso a Internet de inmediato se necesita un dispositivo más avanzado, del tipo *smartphone* (UNESCO, 2012).

Conociendo todos los factores determinantes para que el *m-learning* se convierta realmente en una herramienta imprescindible en la enseñanza y el aprendizaje del individuo solo se necesita una mayor interrelación entre los diferentes campos implicados. Tanto personal docente, como desarrolladores informáticos y la administración deben trabajar al unísono, el profesorado debe involucrarse en la creación de las aplicaciones, sitios web y demás recursos electrónicos para evitar que estos carezcan de un contenido didáctico apropiado.

Según la UNESCO (2012) la administración tiene un papel relevante. Exceptuando el Reino Unido, Holanda y Dinamarca muy pocos países de la Unión Europea han incluido el *mobile learning* en el currículo escolar. Sin la creación de una política adecuada es muy poco probable que éste nuevo concepto de enseñanza pueda llegar a brindar todo su potencial.

M-Learning y Aprendizaje colaborativo

En el contexto actual, en el que las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) cada vez tienen más relevancia en todos los aspectos socioeconómicos, surge el concepto del aprendizaje colaborativo mediante las tecnologías móviles. Es un concepto estrechamente ligado al *m-learning*.

El aprendizaje colaborativo surge de la idea inicial del trabajo colaborativo mediante ordenadores (CSCW) que posteriormente se modifica por el aprendizaje colaborativo mediante ordenadores (CSCL).

Éste matiz está totalmente justificado en el contexto actual. Hay autores anteriormente citados que hablando del caso de la escritura colaborativa, exponen un caso muy sencillo: el trabajo colaborativo se puede entender como la simple revisión de un texto de otra persona, mientras que el aprendizaje colaborativo fuerza a todas las personas a implicarse activamente en el proceso de escritura de dicho texto, ejemplo perfectamente extrapolable a todos los ámbitos que abarca el aprendizaje colaborativo.

Además el aprendizaje colaborativo mediante las tecnologías móviles es una herramienta que permite el desarrollo de los procesos de aprendizaje, interacción y diálogo entre los miembros de un equipo de trabajo, incluyendo tanto alumnos como profesores. (Pérez-Mateo, Romero, & Romeu, 2014)

Por lo tanto se puede entender el concepto de aprendizaje colaborativo mediante la tecnología móvil como una extensión del *mobile learning*, y viceversa. Con la unión de ambos conceptos se pretende conseguir una experiencia completa del aprendizaje, usando las tecnologías móviles como hilo conductor del conocimiento, ya sea de forma individual o colaborativa.

Tal como se cita en Guitert & Pérez-Mateo (2013, p. 13), y según Roberts (2005) el aprendizaje colaborativo aporta 3 beneficios básicos a los estudiantes.

- **Académicos:** debido a que los estudiantes se ven inmersos en un proceso de participación activa, la retención de los contenidos trabajados se incrementa. Además, con el trabajo en grupo se consiguen mayores logros de los que podrían conseguir los estudiantes por sí mismos de forma individual.
- **Psicológicos:** las relaciones sociales aumentan y disminuyen los efectos negativos que se asocian al aprendizaje virtual. La autoestima y la motivación aumentan, como se ha comentado, por el mayor logro de objetivos.
- **Sociales:** se genera un clima de trabajo y aprendizaje idóneo para desarrollar las habilidades comunicativas.

Mediante el uso de las tecnologías móviles durante el desarrollo del conocimiento los estudiantes incrementan las competencias digitales, que a su vez refuerzan el aprendizaje, permitiendo siempre una mejora continua del proceso de desarrollo, tanto en la vertiente académica como en la social.

Aunque este concepto de aprendizaje aporta muchas ventajas respecto del aprendizaje habitual, también esconde algunas desventajas. El hecho de que diferentes individuos trabajen conjuntamente en una misma temática puede desembocar en un flujo de información confuso, desordenado y sin sentido si no se usan las herramientas correctas o se carece de unas buenas competencias digitales.

En el aprendizaje colaborativo mediante tecnología móvil se deben tener en cuenta varios aspectos clave para garantizar que el resultado es el óptimo.

Hay muchos factores que influyen en el correcto desarrollo del aprendizaje, pero la gran mayoría de ellas giran alrededor del profesor o tutor. En el caso del aprendizaje colaborativo es más conveniente hablar de tutor que de profesor, ya que según Fructuoso (2013) la tarea del docente en este caso es de aconsejar y guiar a los alumnos en el proceso de aprendizaje, habilidades más propias de un tutor que de un profesor.

En un estudio realizado por la UOC (Universitat Oberta de Catalunya) se recogen algunas opiniones del alumnado relacionadas con la intervención del tutor durante el desarrollo de la actividad en un entorno colaborativo. Todos ellos coinciden en que el rol de guía que ejerce resulta en un mejor entendimiento de las competencias digitales necesarias (Pérez-Mateo, Romero, & Romeu, 2014).

En el aprendizaje colaborativo el alumno se ve inmerso en un entorno virtual, en el que el personal docente ha de desempeñar la función de asegurar que se usan herramientas de comunicación efectivas. Este difiere totalmente del concepto de colaboración presencial. En la mayoría de los casos en la colaboración presencial se obvian muchos aspectos formales de la comunicación y gestión del tiempo. Para asegurar que el resultado del proyecto además es necesaria la realización de una planificación detallada de las tareas. (Citado en Guitert & Pérez-Mateo (2013, p. 25), según Guitert et al. (2005) y Pérez-Mateo (2010)).

Fructuoso (2013) propone cuatro etapas para diseñar y guiar al alumnado acerca del aprendizaje colaborativo. A continuación se detallan:

1. *Diseño de la tarea y preparación individual.*

En ésta fase el objetivo principal se basa en el aprendizaje individual del alumno sobre la temática del proyecto. Esto permite que el estudiante forme una opinión propia y un aprendizaje acerca de la tarea. Así, puede colaborar posteriormente fomentando el debate y el intercambio de opiniones entre miembros de un mismo equipo.

En esta fase el tutor se debe centrar en crear una tarea adecuada y entendible por el alumnado, de tal forma que no sea demasiado larga o compleja ni demasiado corta o sencilla. Del mismo modo es igual de

importante que guíe a los estudiantes a través del aprendizaje en un entorno virtual, controlando las interacciones que se generan entre alumnos y profesores.

2. Organización de la tarea y negociación de grupo.

Durante esta etapa el estudiante comparte las opiniones y el conocimiento que ha generado durante el proceso de trabajo individual. El equipo decide los roles internos y la mejor forma de trabajar conjuntamente. Además los miembros determinarán la mejor forma de afrontar la tarea.

El rol del tutor es el de promover el intercambio de opiniones y la participación de los diferentes miembros de un mismo grupo, de tal forma que sean capaces de definir los puntos clave de la tarea.

En cuanto al espacio virtual, es necesario que, como mínimo se disponga de una herramienta para chatear y un espacio para compartir documentos.

3. Ejecución de la tarea y crecimiento del conocimiento del aprendizaje colaborativo.

En esta etapa el equipo desarrolla los conocimientos de aprendizaje colaborativo mientras trabajan en la propia tarea.

El tutor debe asegurarse de que la interacción entre los miembros de un mismo equipo sea fluida de tal forma que puedan acrecentar la colaboración entre ellos. También interviene en la tarea cuando los alumnos necesitan una pequeña ayuda. O en la elección de una herramienta electrónica para mejorar el trabajo colaborativo.

Son necesarias diversas herramientas en línea para crear contenido en línea simultáneamente y poder trabajar conjuntamente con el resto del equipo

4. Evaluación crítica.

Una vez la tarea se ha finalizado es necesario pasar un proceso de crítica constructiva, tanto de la propia tarea como del resultado del aprendizaje colaborativo. Se trata principalmente de evaluar los puntos positivos y negativos que se han detectado durante la ejecución de la tarea y crear una retroalimentación de carácter positivo.

El equipo debe cuestionar todos los puntos importantes que se han tenido en cuenta durante las etapas de organización y ejecución (los roles, la

gestión del tiempo, la forma de trabajar, las herramientas en línea utilizadas, el enfoque de la tarea a realizar, etc.)

Es tarea del profesor crear una reflexión acerca de todas las facetas involucradas en el proceso, además de asegurar que la evaluación de cada equipo se ponga en común con los otros grupos con el fin de crear un feedback más amplio.

Es necesario crear entornos virtuales de discusión y herramientas para editar y corregir las tareas desarrolladas.

Experiencias de M-Learning y Aprendizaje Colaborativo

Tal como se ha explicado anteriormente se han realizado numerosos estudios para determinar la eficacia de ambos conceptos, interrelacionados entre sí, así como para conocer las diversas formas de aplicación de los mismos. A continuación se enumeran algunos de los más importantes:

HANDLER (Handheld Learning Resources Project) (UNESCO, 2012b):

El Proyecto HANDLER se puso en marcha el año 1998, siendo uno de los pioneros en el campo del *mobile learning*, en la universidad de Birmingham, UK. Esta experiencia tuvo como objetivo desarrollar

tecnologías móviles útiles para un aprendizaje en múltiples contextos. Los resultados mostraron que la tecnología por aquel entonces no tenía suficientes ventajas para convertir el *mobile learning* en una herramienta útil. Se pudieron definir varios puntos clave, principalmente referidos a la capacidad de desarrollar el aprendizaje en cualquier momento y lugar



Ilustración 57: El concepto HandLeR en una Fujitsu Stylistic Tablet (Sharples, 2000)

MOLENET (Mobile Learning Network) (UNESCO, 2012b):

Posiblemente uno de los mayores programas de Europa y del mundo. Lanzado en el Reino Unido durante los años 2007 al 2010, se implicaron alrededor de 40.000 estudiantes y 7.000 profesores. Anteriormente se han comentado ciertos aspectos relevantes descubiertos durante el transcurso de éste proyecto, relacionados con la actitud de la sociedad respecto de las tecnologías móviles en la educación. De nuevo las mayores ventajas que se encuentran es son relativas al don de la ubicuidad de las tecnologías móviles.

LET'S GO (Learning Ecology with Technologies from Science for Global Outcomes) (UNESCO, 2012b):

Proyecto realizado durante los años 2008 al 2011 en universidades de Suecia y Estados Unidos. De temática científica, este estudio se centró en enseñar métodos científicos y ciencia ecologista. Los alumnos pudieron llevar a cabo diversos estudios científicos con dispositivos móviles y posteriormente compartirlos para crear una comunidad online donde pudieran debatir y comparar los resultados de otros estudiantes.



Ilustración 58: Proyecto LETS GO

Otros proyectos:

Existen muchos otros proyectos a pequeña escala como el propuesto por Etxeberria, Otaño, & Brouard (2012) centrándose principalmente en el uso del concepto *mobile learning* para mejorar el aprendizaje en el entorno del Museo de Arte e Historia de Zarautz. Los resultados muestran que la asimilación de los contenidos mostrados es mayor en el caso de los usuarios de las tecnologías móviles, sin interferir en la atención que se presta a la actividad.

En cuanto al aprendizaje colaborativo Fructuoso (2013), mediante un entorno on-line en la Universitat Oberta de Catalunya propone una experiencia para determinar las pautas que debe seguir un profesor o tutor en un entorno virtual. Dichas pautas se encuentran descritas anteriormente.

Como se puede observar, la práctica totalidad de los estudios realizados resaltan que el uso de las tecnologías móviles está en claro desarrollo. Cada las TIC evolucionan más rápido, provocando que el aprendizaje formal pueda llegar a quedar desfasado. Hay que adaptar la enseñanza a los nuevos tiempos, de tal forma que el alumnado siga mostrando un interés por aprender de una forma dinámica.

Tanto el *mobile learning* como el aprendizaje colaborativo abren un nuevo campo de trabajo en el que se debe profundizar para garantizar un entorno de aprendizaje adecuado para el alumno.

Capítulo 5

Método

Durante los capítulos anteriores, hemos visto que la tecnología ha interrumpido en la sociedad donde vivimos de una forma extrema, cambiando su faz de principio a fin. Estos cambios indudablemente afectan, y de qué manera, a la educación. Las TIC y las TAC son actuales protagonistas del cambio educativo y de las aulas de nuestros colegios, institutos y universidades.

No solamente nos encontramos en un país lleno de pizarras digitales interactivas, sino que además estas aulas están llenas de profesores y maestros que abogan por una mejora educativa y muchos ven en las TIC la oportunidad para conseguir eso. Cualquier cambio a mejor desde el punto de vista de la tecnología viene dado por un cambio metodológico en el cual la tecnología sea parte de esta metodología como se cree que ocurre en la metodología TPACK. Además, los niveles de integración tecnológica donde nos deberíamos mover según el modelo de integración tecnológica SAMR son los de modificación y redefinición. Una vez que le demos a la tecnología la importancia que tiene y que transformemos la educación gracias a ella, estaremos hablando de los auténticos entornos aumentados de aprendizaje, con un hardware (pizarras digitales, realidad aumentada y dispositivos

móviles) puesto al alcance de la metodología (TPACK) en una capa de transformación a la hora de integrarlo en las actividades del aula (SAMR)

Una vez comprendido esto, podemos decir que el objeto de estudio de esta tesis son los entornos aumentados de aprendizaje. Llamaremos entornos aumentados de aprendizaje a aquellos contextos de enseñanza donde se utiliza la realidad aumentada integrándola como un conocimiento tecnológico-pedagógico disciplinar según la metodología TPACK dentro de los niveles de Modificación y Redefinición de la capa de transformación del modelo SAMR. Estos entornos donde se trabaja con la realidad aumentada para crear actividades que antes eran inconcebibles, requieren de una serie de software y de hardware para poder llevarse a cabo. Así pues, en los entornos aumentados de aprendizaje estudiaremos a su vez la relación de la realidad aumentada con las pizarras digitales y los dispositivos móviles.

Así pues, la presente investigación surge a partir de las siguientes interrogantes:

- ¿Hasta qué punto los alumnos se familiarizan de manera adecuada con este tipo de tecnologías? ¿Son accesibles para el alumnado? ¿Cuentan con experiencias previas?
- ¿Existen diferencias de rendimiento al utilizar este tipo de tecnologías?

- ¿Existen diferencias en cuanto a la motivación de los alumnos?
- ¿Existen diferencias en la percepción del alumnado entre actividades aumentadas y colaborativas con actividades tradicionales?
- ¿Existen diferencias en la preparación del profesorado con respecto a las TIC?

Valoración del objeto de estudio.

Pérez Juste (1990) plantea algunos criterios para analizar la resolubilidad y contrastabilidad del objeto de estudio, que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4: indicadores de resolubilidad y contrastabilidad

Criterio	Indicador
REAL	¿Es nuevo el problema?
	¿Se dispone ya de una contestación al mismo?
RESOLUBLE	¿Es este el tipo de problema que puede ser eficazmente resuelto mediante el proceso de investigación?
	¿Pueden ser recogidos datos relevantes para probar la teoría o encontrar respuesta al problema bajo consideración?

RELEVANTE	¿Es el problema significativo?
	¿Se halla implicado en él un principio importante?
FACTIBLE	¿Tiene el equipo la necesaria competencia para realizar un estudio de este tipo?
	¿Conoce el equipo lo suficiente en este campo para comprender sus aspectos más importantes y para interpretar los hallazgos?
	¿Dispone el equipo de los conocimientos técnicos suficientes para recoger, analizar e interpretar los datos?
	¿Pueden obtenerse los datos pertinentes?
	¿Se dispone de sistemas o procedimientos de recogida de datos válidos y fiables?
	¿Se tienen los recursos económicos y humanos necesarios para llevar el trabajo?
	¿Hay posibilidades de conseguir una financiación?
	¿Se tiene el tiempo suficiente para finalizar el proyecto?
GENERADOR	¿Produciría la solución algún avance en lo que se refiere a la teoría o la práctica?
	¿Va a abrir nuevos interrogantes en el campo de estudio?

El problema de investigación consiste en describir y profundizar en el aporte que tiene una experiencia de entorno aumentado de aprendizaje en educación secundaria en las asignaturas de arte, biología y geografía.

- **Real:** Este problema es real ya que no existen hasta ahora experiencias de investigación que nos acerquen al objeto de estudio, en este caso los entornos aumentados de aprendizaje. Sí existen estudios sobre el uso de la realidad aumentada o de las pizarras digitales pero no de crear entornos donde estas tecnologías junto a otras como los dispositivos móviles y a una metodología de aprendizaje (En este caso TPACK+SAMR)
- **Resoluble:** Este problema es resoluble ya que se opta por un método *ex post facto* dada la complejidad que supone un estudio experimental en el mundo de la educación formal. Este método nos va a permitir recoger una serie de datos relevantes para responder al problema.
- **Relevante:** Por razones similares a las del primer criterio, el problema de investigación es relevante en tanto en cuanto no se ha estudiado las metodologías y tecnologías abordadas de una manera conjunta e inseparable.
- **Factible:** La resolución del problema es factible ya que tanto el equipo de investigación como los profesores y colegios donde se realiza el estudio están preparados y conocen los campos de estudio. A su vez, la facilidad que han mostrado estos centros durante el

estudio hacen que no sea complicado la recogida de datos. Para finalizar, se dispone de sistemas y procedimientos de recogida de datos válidos y fiables que más tarde se recogerán en el consiguiente apartado.

- **Generador:** La respuesta al problema de estudio generará nuevos interrogantes sobre la utilización de los entornos aumentados de aprendizaje en secundaria abriendo nuevas investigaciones en otros campos y otras etapas educativas como educación primaria o infantil.

En este sentido, podemos sintetizar el objeto de estudio de los Entornos Aumentados de Aprendizaje como un entorno metodológicamente complejo en el cual se trabajan diferentes asignaturas por medio de la Realidad Aumentada, las Pizarras Digitales Interactivas y los Dispositivos Móviles.

5.1. Objetivos

Objetivo general:

El objetivo general es describir y caracterizar el aporte de un entorno aumentado de aprendizaje en diferentes asignaturas de educación secundaria.

Objetivos específicos:

- Investigar sobre la motivación de los alumnos ante esta nueva experiencia.
- Inquirir sobre el conocimiento que los alumnos tienen sobre la Realidad Aumentada.
- Comprobar las diferencias que hay en los resultados entre las diferentes asignaturas estudiadas.
- Discernir el papel del profesorado en esta experiencia.
- Describir de qué manera influye la realidad aumentada en la intervención.
- Describir a su vez de qué manera influye la pizarra digital interactiva en la intervención.
- Establecer las diferencias que puede haber utilizado ordenadores o dispositivos móviles a la hora de hacer las actividades.

5.2. Diseño de la investigación

5.2.1. Planificación de un diseño mixto: justificación

Dadas las características de la intervención realizada en el aula, mediante el método de Realidad aumentada, así como de los objetivos de

investigación propuestos, el diseño metodológico más adecuado para elaborar los resultados y conclusiones que se proponen en este trabajo es aquel que combine tanto el enfoque cuantitativo como el cualitativo.

Martínez-Arias, Castellanos y Chacón (2014), y en línea con la metodología interdisciplinar de "Mixed Methods Research" (Journal of Mixed Methods Research. SAGE, factor de impacto = 2,186), han identificado la combinación de estos dos enfoques bajo la denominación de *diseños mixtos*, cuyas características más importantes se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Son útiles cuando tenemos problemas complejos y multidimensionales. Los fenómenos suelen presentar múltiples facetas y realidades, y a menudo necesitamos de datos cualitativos y cuantitativos para cubrir todas ellas.
- La unión de las dos metodologías permite superar las limitaciones de cada una por separado. Esta complementariedad es muy relevante, ya que utilizando ambos tipos de datos se puede superar la tradicional falta de profundidad de los estudios cuantitativos así como la falta de control y generabilidad de los estudios cualitativos.
- La convergencia de resultados entre los datos de tipo cuantitativo y cualitativo puede suponer una fortaleza para la validez del estudio. Esta convergencia redonda en un mayor

nivel de evidencia o seguridad sobre las conclusiones de investigación. No obstante, la falta de convergencia no significa necesariamente que los resultados sean incorrectos, pudiendo estar reflejando distintas realidades de un mismo problema.

- La introducción de datos cualitativos en estudios empíricos hace a estos estudios menos técnicos y fríos, volviéndolos más persuasivos y facilitando su divulgación, no solo académica, sino especialmente entre los organismos y agencias gubernamentales encargadas de tomar decisiones políticas, sociales y educativas.
- Hay que considerar los costes de llevar a cabo un diseño mixto. En general, suponen un mayor gasto tanto económico como de tiempo y esfuerzo. Un diseño mixto con varias etapas secuenciales cualitativo-cuantitativo complicará las etapas de diseño, de recogida de datos y de análisis. Para la realización de este estudio se tuvo en cuenta la viabilidad de la recogida de información, previa a la intervención.
- Es habitual en los estudios mixtos presentar una jerarquía o subordinación de un tipo de datos al otro por lo que hay que estar seguros de que las condiciones necesarias para ello se cumplen.

- Requieren perfiles de investigadores muy variados. Al estar compuestos de ambos tipos de datos se necesita especialistas con conocimientos en ambas áreas o enfoques.
- La evidencia está cargada de teoría. Especialmente en los diseños cuantitativos, de toda la evidencia posible, solo se atiende a aquella que viene determinada por nuestra hipótesis, es decir, la existencia de evidencia depende de la teoría previa. Este supuesto necesario en la investigación cuantitativa puede rebajarse sustancialmente, introduciendo una parte cualitativa que permita a sujetos o expertos involucrarse y participar en la construcción teórica.

Tradicionalmente, este tipo de aproximaciones metodológicas combinadas o “mixtas” no han sido entendidas o aceptadas por los distintos comités de evaluación (en contextos de publicación y/o de financiación de proyectos), debido a los fuertes posicionamientos epistemológicos de los investigadores “cuantitativos” (objetivismo, positivismo) y de los “cualitativos” (subjetivismo, constructivismo). No obstante, como indican León y Montero (2003), existen cada vez más ejemplos de investigaciones que utilizan técnicas de un tipo dentro del enfoque opuesto, y en las últimas décadas se evidencia un grado de acuerdo mayor entre los distintos comités sobre su utilidad práctica y científica. Aunque la confrontación epistemológica entre lo cuantitativo y lo cualitativo es relevante, si separamos la dimensión epistemológica de la tecnológica (en el sentido de

las técnicas de recogida de evidencia empírica), la controversia desaparece y resulta compatible la utilización de diseños y técnicas de investigación en cualquiera de los dos posicionamientos de partida.

Siguiendo con las orientaciones y la clasificación propuesta por Martínez-Arias, Castellanos y Chacón (2014), el escenario metodológico en el que se inserta el presente trabajo de investigación es aquel cuyo fin es realizar comparaciones entre resultados cualitativos y cuantitativos. De esta forma se recogen ambos tipos de datos y se compara su coherencia. Además, dentro de este escenario, los datos y análisis de tipo cualitativo se han utilizado con el fin de cualificar (en el sentido de profundizar) y validar los datos que provienen de los cuestionarios precodificados utilizados (ver más adelante subapartado *Instrumentos y técnicas de recogida de información*), siguiendo una estrategia o diseño de triangulación.

Entre los diseños de triangulación se pueden diferenciar dos grandes tipos. El primero, en el diseño de triangulación puro, tanto la parte cuantitativa como la cualitativa se diseñan al mismo tiempo, en paralelo. Las técnicas de recogida de información se aplican también en paralelo, y se analizan con el fin de llegar a una interpretación conjunta, contribuyendo en ambos casos con la misma importancia y relevancia en la elaboración de las conclusiones. El segundo tipo de diseño de triangulación es el denominado diseño integrado (*embedded design*), el cual se diferencia del anterior en que existe una subordinación o jerarquía entre las estrategias de investigación cuantitativa y cualitativa. En otras palabras, en los diseños

integrados, una de las dos estrategias se subordina a la otra con el fin de potenciar y reorientar a la estrategia principal.

La forma de proceder ha consistido en aplicar cuestionarios con preguntas abiertas (a modo de entrevista semiestructurada) una vez se obtuvo la información cuantitativa mediante los cuestionarios precodificados. De esta manera, se ha seleccionado la información relevante sobre la que indagar, tratando de profundizar en los aspectos cuantitativos. Los cuestionarios abiertos se aplicaron tanto con profesores como con mentores que habían seguido la modalidad de Realidad Aumentada en el aula. Por tanto, se ha elaborado un *diseño mixto integrado*, en el que la parte cualitativa se subordina a la parte cuantitativa previa.

Para la elaboración de este diseño mixto se han seguido las siguientes recomendaciones y etapas. Martínez-Arias, Castellanos y Chacón (2014) recomiendan no interiorizar estas etapas de una forma rígida y lineal, sino considerarlas de una forma flexible, asumiendo que existe una interrelación entre ellas y que, decisiones en etapas posteriores pueden conllevar cambios en etapas anteriores.

- Identificación del problema: se ha estudiado el fenómeno que se quiere evaluar utilizando la bibliografía experta necesaria y consultando las fuentes oportunas.

- Consideraciones metodológicas: se ha considerado antes de poner en marcha la investigación qué partes o elementos del fenómeno solo pueden ser estudiadas desde un enfoque cuantitativo y cuáles desde un enfoque cualitativo. Se valoró también si la mejor opción para realizar la presente investigación era la utilización de un diseño mixto frente a otros tipos de diseños (experimental, cuasi-experimental, etc.).
- Identificación del tipo de información a recoger (cuantitativa y cualitativa): esta etapa se deriva de la anterior. Se valoró la posible reactividad entre las dos recogidas de datos y se diseñaron los instrumentos apropiados.
- Consideraciones sobre el análisis de datos, incidiendo en las diferencias entre el análisis de tipo estadístico y cualitativo. Se valoró el tipo de información que aportan las técnicas de recogida de datos cuantitativas y las cualitativas, y la idoneidad y viabilidad de convertir ambas a un formato común. Cuando se integran los datos deben tenerse en cuenta las siguientes opciones:
 - Fusión (diseño de triangulación): los datos son redundantes y se integran en una única base de datos. Los datos deben ser transformados (normalmente de

cualitativos a cuantitativos, aunque no exclusivamente) y así analizarlos conjuntamente.

- Integración (*embedding*): cuando unos datos llevan asociados otros del otro tipo. Por ejemplo, con cuestionarios estructurados en los que alguna respuesta conlleva una pregunta de respuesta abierta, o estudios de casos que incorporan estadísticos como frecuencias sobre alguna conducta del sujeto. Esta fue la opción finalmente seleccionada.
- Diseño del cronograma: la recogida en un diseño mixto suele ser compleja por lo que se diseñó una estricta planificación de las etapas de recogida y análisis. Una buena praxis consiste en utilizar cronogramas o diagramas de Gantt para visualizarlo en su conjunto.
- Realización de la investigación. Las etapas de recogida y análisis son comunes a otras investigaciones, como los diseños experimentales y cuasi-experimentales.

5.2.2. Consideraciones finales sobre el diseño elaborado

La utilización de entornos aumentados de aprendizaje en el aula pretende ser un tipo de recurso de intervención educativa complementario a los que existen actualmente, en línea con la introducción cada vez más

significativa de las TIC en la educación. Por tanto, y como se articuló en los objetivos, no se pretende con esta investigación mostrar su eficacia como método de enseñanza alternativo, sino profundizar en el aporte que supone la utilización de la Realidad Aumentada para los alumnos, desde su experiencia, identificando semejanzas y diferencias de carácter tanto cuantitativo como cualitativo respecto a las aulas en las que no se utilizan.

Dado que no se quiere establecer la posible eficacia de la intervención (o eficacia del *tratamiento*), se ha descartado establecer hipótesis causales como las que se definen en los estudios de carácter cuasi-experimental, en los que se utiliza una medida pre-tratamiento (o varias) y se comparan los resultados con una medida post-tratamiento (o varias).

En el presente trabajo solamente se recoge información durante el procedimiento (información de seguimiento y control periódico de la experiencia en el aula), y al finalizar el curso en el que se ha desarrollado el entorno aumentado de aprendizaje. Por tanto, otro aspecto a tener en cuenta en el diseño de esta investigación es que la VI no *antecede* a la VD, uno de los tres requisitos (junto a la variación conjunta de VI y VD y la posibilidad de descartar hipótesis alternativas), que se deben cumplir para el establecimiento de relaciones causales características de los métodos experimentales y cuasi-experimentales (León y Montero, 2003).

Al basar la mayoría de nuestras mediciones y registros de información en la experiencia de los alumnos y de los profesores (*perspectiva émica o "desde dentro"*; Stake, 1998), primero tiene que producirse la intervención mediante entornos aumentados de aprendizaje. De esta manera, el registro de información se produce hacia atrás una vez se termina el curso, indagando mediante cuestionarios (precodificados y con preguntas abiertas semiestructuradas) sobre la percepción subjetivas de la experiencia de los participantes. En otras palabras, se utiliza una medida *post-intervención* para indagar de forma retrospectiva sobre las características propias de la experiencia en el aula.

Siguiendo esta lógica, podemos definir el método de investigación empleado como *ex post facto retrospectivo con grupo cuasi control*. Los participantes son seleccionados por asistir a un curso en el que se han desarrollado los entornos aumentados de aprendizaje diseñados para esta investigación.

El *grupo de cuasi control* lo forman alumnos del mismo centro educativo pero que no participan de la experiencia de realidad aumentada. Se trata de grupos o aulas en las que se desarrolla la experiencia objeto de estudio frente a grupos o aulas en las que no se realiza. El grupo de cuasi control comparte muchas de las características que comparte el grupo participante en la experiencia (mismo centro educativo, mismo curso, misma materia o asignatura, mismo período de tiempo,...), exceptuando el haber realizado parte del curso en entornos aumentados de aprendizaje, de

ahí su definición operativa. En adelante, a los grupos que han seguido la modalidad "entorno aumentado de aprendizaje" se les denominará EAA y a los grupos que han seguido la modalidad "entorno tradicional de aprendizaje" se les denominará ETA. También se realizó una aplicación del cuestionario dirigido a alumnos que han seguido la modalidad entorno aumentado de aprendizaje en una muestra de estudiantes universitarios, que denominaremos a partir de ahora Grupo EAA-U. Las características concretas de estos grupos de alumnos se detallan en el subapartado 2.3 sobre los participantes de estudio.

La investigación se ha completado mediante un análisis en profundidad de la experiencia de los participantes mediante la obtención de información cualitativa mediante cuestionarios con preguntas abiertas, como se comentó más arriba. Estos cuestionarios fueron respondidos tanto por los profesores responsables de las clases como por las alumnas universitarias que mentorizaban el proceso.

Las preguntas a responder mediante el estudio de casos se detallan en el apartado sobre herramientas y técnicas de recogida de información, así como la localización de las fuentes de datos. En el apartado de participantes en el que se detalla el plan de análisis se concreta el tipo de análisis realizado mediante la información estructurada dentro de este método de investigación.

5.3. Participantes

Colegio Santamarca

El primer centro donde se llevó a cabo el estudio es el Colegio Santamarca de Madrid. Este colegio-asilo debe su origen a la Condesa de Santamarca, viuda del Duque de Nájera, que falleció en 1914 sin hijos y siendo propietaria de una vasta fortuna. Antes de morir decidió la fundación del colegio-asilo para niños huérfanos y pobres de Madrid. Actualmente se trata de un centro Agustiniiano en el que se imparten enseñanzas de Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Secundaria. En este colegio se eligió para el estudio a los grupos de tercero y cuarto de la ESO en las asignaturas de arte, biología y geografía.

Colegio Las Chapas-Attendis

El segundo centro donde se realizó el estudio es el colegio Las Chapas-Attendis, centro fundado en Marbella en 1980. En el curso 1985/1986 entra a pertenecer al Grupo Attendis. Este colegio se caracteriza por sus proyectos pedagógicos de estimulación temprana, como el Proyecto Príncipe, o el nuevo Proyecto iPad de Attendis. Es un centro bilingüe autorizado por la Junta de Andalucía en las etapas de Infantil, Primaria y Secundaria, además de ser centro examinador de Trinity College y Cambridge. En el curso 2013/2014 fue elegido el 15º mejor colegio de España

por su internacionalidad, según EF-Education First. En este colegio se eligió para el estudio a los grupos de cuarto de la ESO en la asignatura de biología.

Colegio La Salle Maravillas

El tercer centro donde se realizó el estudio es el colegio La Salle Maravillas de Madrid. Este centro abrió sus puertas en 1882 y pasa por tres localizaciones distintas antes de establecerse en su definitivo sitio en 1941. Actualmente se trata de un centro de espíritu lasaliano donde se pueden estudiar las etapas de Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria y Bachillerato. En este colegio se eligió para su estudio a los grupos de cuarto de primaria en la asignatura de ciencias sociales (en la parte de geografía).

Centro Universitario La Salle

Además de estos centros, este estudio ha utilizado para el grupo EEA-U a los estudiantes del grado de Educación Primaria del Centro Universitario La Salle. Este es un centro adscrito a la UAM donde se pueden cursar grados universitarios de magisterio, educación social, trabajo social, fisioterapia y terapia ocupacional.

5.4. Instrumentos y técnicas de recogida de información

5.4.1. Enfoque cuantitativo

Una vez finalizado el curso, se han aplicado cuestionarios a todos los participantes con bloques de preguntas comunes a todos ellos y bloques de preguntas específicos dirigidos bien a los grupos EAA bien a los grupos ETA

En los bloques de preguntas comunes se ha indagado acerca del grado de motivación hacia la asignatura y el grado de satisfacción con su aprendizaje, expectativas futuras. En el bloque de preguntas específico del cuestionario dirigido a los alumnos que han seguido la modalidad EAA (en adelante, CUEAA) se profundiza en las valoraciones de los participantes sobre la propia modalidad, y se recoge su grado de satisfacción con la misma. En el bloque de preguntas específico del cuestionario dirigido a los alumnos que han seguido la modalidad ETA (en adelante CUETA) se indaga sobre la percepción o valoración de la posibilidad de participar en los entornos aumentados de aprendizaje dentro de las asignaturas y grados analizados.

Por otro lado, con los resultados obtenidos en los cuestionarios se diseñó un conjunto de entrevistas que han servido para profundizar en la experiencia de aprendizaje de los alumnos participantes, tanto los grupos EAA como los ETA. Los resultados de los cuestionarios se han utilizado siguiendo una doble vía:

- en primer lugar, han servido para identificar y seleccionar a los alumnos sobre los que realizar el estudio de casos.
- En segundo lugar, para profundizar en aspectos relevantes que no han quedado suficientemente aclarados en el paso previo y en aspectos de la investigación que no son directamente accesibles mediante el formato de respuestas precodificadas de los cuestionarios y que están directamente relacionados con la experiencia de aprendizaje de los alumnos.

El conjunto de entrevistas diseñado se completó con entrevistas dirigidas a los profesores y a las alumnas mentoras, relacionadas con la valoración de los aspectos docentes de EAA por parte de los profesionales que imparten las asignaturas a partir de su experiencia directa.

5.4.2. Enfoque cualitativo

Sabemos que el proceso de obtención de la información en un estudio cualitativo es emergente y cambiante siendo completado y precisado en la medida en la que se avanza el estudio). Esto no supone que no tenga una intencionalidad o lógica por parte del investigador sino que se recurre a la flexibilidad para acceder a lo que se quiere comprender (Bisquerra, 2004). Esto es justamente lo que se pretende, dar una flexibilidad al posible encorsetamiento del análisis cuantitativo.

Para realizar este estudio cualitativo se utilizará un cuestionario de preguntas abiertas dirigido a los profesores y alumnos mentores del grupo EEA-U. En este pequeño estudio se intentará obtener información sobre:

- La evaluación en conjunto de la experiencia.
- La motivación a la hora de repetir la experiencia.
- La autovaloración dentro del proyecto.
- La valoración de los alumnos sobre el proyecto.

5.5. Definición de variables e indicadores

Se han definido una serie de variables independiente, covariables y variables dependientes. Estas variables van a ser definidas de forma operativa y serán medidas mediante escalas nominales, ordinales y dicotómicas

Para una mejor visualización y entendimiento de este punto y de cuáles son los indicadores de medición, se ha resumido todo esto en el siguiente cuadro:

Tabla 5. Definición operativa de variables

Variable	Tipo	Valores	Nivel de medida
Aplicación de la metodología de Realidad Aumentada (RA) en el aula	VI	1. Con intervención (Grupo EAA) 2. Sin intervención (Grupo ETA)	Nominal
Centro de Estudios	Covariable	1. Santamarca 2. Chapas – Attendis 3. Madrid 4. Málaga	Nominal
Sexo	Covariable	0. Hombre 1. Mujer	Nominal
Edad	Covariable	1. 14-15 años 2. 16 años 3. 17-18 años	Ordinal
Curso	Covariable	1. Tercero de ESO 2. Cuarto de ESO	Nominal
Asignatura (solo Grupo EAA)	Covariable	1. Arte 2. Bioquímica 3. Geografía	Nominal
Rendimiento académico (nota media: solo Grupo EAA y grupos sin RA de cursos anteriores)	Covariable	Rango 0 – 10	Ordinal
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN - RECOGIDA DE INFORMACIÓN			
Cuestionario dirigido a alumnos CON intervención (Grupo EAA)			
¿Sabes qué es la RA?	VD	Batería de 8 ítems (SI/NO)	Dicotómica
En tu opinión, la RA es...	VD	Batería de 12 ítems (escala 1 – 7)	Ordinal
Si comparas entre este curso y el anterior en el que no utilizabais la RA, dirías que...	VD	Batería de 16 ítems (escala 1 – 7)	Ordinal
Mientras practicabas con la RA en clase, ¿comentaste con amigos de fuera del colegio o de otros grupos lo que estabais haciendo?	VD	1. No 2. Sí, un poco 3. Sí, bastante	Nominal
(<i>FILTRO: Si anterior</i>). ¿Crees que les interesó a tus amigos lo que les estabas contando?	VD	1. No 2. Sí, un poco	Nominal

		3. Sí, estaban muy interesados	
¿Recomendarías a tus amigos (o a otros alumnos) realizar esta experiencia en clase?	VD	Escala valoración 1 – 10	Ordinal
¿Crees que la RA es más fácil de usar en clase cuando...? Recursos materiales y de apoyo (pizarra digital, tableta, PC)	VD	Batería de 3 ítems (escala 1 – 7)	Ordinal
Sobre los profesores con los que has desarrollado la experiencia en clase de RA, consideras que...	VD	Batería de 5 ítems (escala 1 – 7)	Ordinal
Autovaloración de características como alumno/estudiante	VD	Batería de 6 ítems (escala 1 – 7)	Ordinal
Cuestionario dirigido a alumnos SIN intervención (Grupo ETA)			
¿Sabes qué es la RA?	VD	Batería de 8 ítems (SI/NO)	Dicotómica
En tu opinión, la RA es...	VD	Batería de 12 ítems (escala 1 – 7)	Ordinal
Sobre el uso de la RA en el aula dirías que...	VD	Batería de 12 ítems (escala 1 – 7)	Ordinal
¿Te comentó alguno de tus compañeros o amigos de otras clases lo que estaban haciendo con la RA?	VD	1. No 2. Sí, un poco 3. Sí, bastante	Nominal
(<i>FILTRO: Si anterior</i>). ¿Te pareció interesante lo que te estaban contando?	VD	1. No 2. Sí, un poco 3. Sí, muy interesante	Nominal
Autovaloración de características como alumno/estudiante	VD	Batería de 6 ítems (escala 1 – 7)	Ordinal

5.6. Análisis de la información

5.6.1. Enfoque cuantitativo

A pesar de que el uso de las técnicas paramétricas está muy extendido en la práctica investigadora en el campo de las Ciencias Sociales, dado que el tamaño muestral es reducido no resulta fácil el cumplimiento de los supuestos estadísticos necesarios para su utilización. Además, el nivel de medida de las variables analizadas (escalas de valoración entre 1 y 7, y entre 1 y 10) no es estrictamente de carácter continuo, requisito también para utilizar pruebas estadísticas de tipo paramétrico. Este tipo de variables tienen un nivel de medida ordinal. Por todo ello, se considera necesario un procedimiento de validación de los resultados obtenidos mediante la utilización de pruebas no paramétricas.

Las pruebas no paramétricas son recomendables en aquellos contextos en los que el cumplimiento de supuestos estadísticos puede verse comprometido, así como en escenarios de análisis con tamaños muestrales reducidos. El proceso de validación utilizado para la comparación de puntuaciones entre el Grupo EAA y el Grupo ETA supone realizar ambos tipos de aproximaciones estadísticas, la paramétrica y la no paramétrica. Solamente en aquellos casos en los que los resultados coinciden en ambas aproximaciones se concluye que existen diferencias estadísticamente

significativas entre ambos grupos comparados, y que dichas diferencias no se deben a la técnica estadística utilizada.

La alternativa no paramétrica a la prueba T de Student para muestras independientes es la prueba de Mann-Whitney, y la alternativa no paramétrica a la prueba ANOVA de 1 factor es la prueba de Kruskal-Wallis. Por su parte, cuando se han realizado comparaciones entre porcentajes o proporciones de respuestas mediante la prueba de Chi^2 , ya se está utilizando una prueba no paramétrica al comparar la distribución combinada entre variables categóricas, por lo que no resulta necesario aplicar el proceso de validación comentado.

Dado que los cuestionarios se han elaborado en buena medida a partir de baterías de preguntas o ítems temáticos (ve Anexos), en varios puntos del capítulo 3 de resultados se han utilizado análisis de clasificación para tratar de identificar patrones de respuesta que permitieran clasificar perfiles de alumnos, especialmente en el caso de los alumnos que han seguido las asignaturas mediante el método de Realidad aumentada (Grupo EAA). Más concretamente, se han elaborado análisis *cluster* de tipo jerárquico para configurar diferentes grupos de alumnos en función de sus respuestas a los distintos bloques de contenidos elaborados en los cuestionarios.

El análisis clúster jerárquico es una técnica estadística multivariada considerada como aglomerativa. Se parte de los casos individuales y se van

identificando y creando los grupos en función de su grado de homogeneidad o similitud en cuanto a las variables objeto de estudio. Esta técnica de análisis multivariante resulta coherente con los objetivos de investigación, ya que se pretende identificar grupos de alumnos en los que se observen patrones de respuesta similares con el fin de profundizar en los posibles tipos de experiencias relacionadas con la Realidad Aumentada en el aula que se hayan producido tras la intervención educativa (especialmente), y con el fin de profundizar en diferentes expectativas y percepciones previas entre los alumnos que no han participado de dicha metodología educativa.

Frente a otras técnicas multivariadas, el análisis clúster jerárquico suele denominarse también como técnica no supervisada o de clasificación *post hoc* puesto que no existen clases o grupos predefinidos, como sí ocurre en el análisis clúster de k-medias (determinación inicial del número de grupos a agrupar), en el análisis discriminante (clasificación *ad hoc*), o la regresión logística (con la variable de agrupación funcionando como variable dependiente).

El método de conglomeración o *clustering* empleado ha sido el de vinculación promedio o vinculación inter-grupos, en donde la distancia entre dos conglomerados se calcula como la distancia promedio existente entre todos los pares de elementos que componen cada conglomerado. La medida de distancia utilizada (*d*) ha sido el valor de Ch^2 cuando las respuestas se recogían en formato SI/NO (medida de frecuencias) y el valor

de la correlación de Pearson (r^2) cuando las respuestas se recogían en formato escala de valoración del 1-7 o del 1-10 (medida de intervalo).

El procedimiento de transformar los valores es bastante habitual cuando se utiliza el análisis clúster ya que es frecuente en la práctica analizar variables con distintos grados de heterogeneidad, incluso con variables con el mismo rango de valores de respuesta (como ítems con una misma escala de valoración, por ejemplo). El procedimiento de transformación de los valores utilizado en este caso ha consistido en obtener valores estandarizados, implementado en el software estadístico utilizado, en el procedimiento correspondiente al análisis *cluster*.

5.6.2. Enfoque cualitativo

El análisis de la información desde el punto de vista cualitativo se utilizará para completar el análisis cuantitativo desde el punto de vista del profesorado.

5.7 Procedimiento

El procedimiento por el cual se efectuará el estudio comprende una serie de etapas que van desde la capacitación del profesorado hasta la creación de los objetos aumentados en las diferentes asignaturas.

Capacitación del profesorado

La primera etapa del procedimiento será formar a los profesores de los diferentes centros que van a llevar a cabo el experimento. Para esto se realizará un curso online de formación sobre el uso de la Realidad Aumentada en las aulas por medio de una plataforma Moodle cedida por la empresa Possible Evaluación y Desarrollo S.L.

The screenshot shows a Moodle course interface. At the top, the course title is 'Realidad Aumentada y Geolocalización en el Aula'. Below the title, there is a welcome message and a list of resources including 'Preguntas frecuentes', 'Manual del curso', 'Glosario de términos', 'Fero de dudas y preguntas', and 'Guía didáctica'. The main content area features a section titled 'La realidad aumentada y su aplicación en la educación' with sub-sections for 'RA: definición y tipos' and 'RA y modelos en 3D'. On the right side, there is a sidebar with a tutor profile (Sergio G. Cabezas), a 'Mensajes' section, a 'Barra de Progreso' section, 'Mis últimas insignias', and an 'Administración' section.

Ilustración 59: Curso de capacitación sobre la Realidad Aumentada en el Moodle de Possible Lab

Este curso se desarrollará en un ambiente gamificado y evaluado por competencias. Estas competencias y sus respectivas actividades profesionales evaluables son:

- Es capaz de emplear técnicas y utilizar software de realidad aumentada en su actividad docente.
 - Distingue los principales tipos de realidad aumentada.
 - Elige el mejor modelo de realidad aumentada teniendo en cuenta la tecnología disponible.
 - Diseña códigos QR y los emplea como marcas de realidad aumentada.
 - Descarga modelos 3D que utiliza en marcas de realidad aumentada.
 - Combina elementos multimedia y realidad aumentada para la impartición de contenidos.

- Es capaz de emplear la tecnología de la geolocalización en el ámbito educativo
 - Diseña recorridos geolocalizados para su aplicación en el aula.
 - Conoce cómo crear mapas con POI y extraerlos en un archivo KLM.

Los contenidos que se impartirán en este curso serán:

- La Realidad Aumentada y su aplicación en la educación.
- RA, definición y tipos.
- RA y modelos 3D.
- RA: aplicaciones y futuro.
- Las utilidades de la geolocalización en el ámbito educativo.

Este mismo temario pero integrado en la asignatura de “TIC para la Sociedad Digital” se impartirá al grupo EAA-U en el Centro Universitario La Salle dentro del Grado de Educación Primaria. De esta forma, este grupo se convertirá en un grupo de alumnos pero con la formación de los profesores. Además de tener una visión sobre la educación propia de la profesión de maestro, de la cual se están formando.

Grupo EEA-U: Proyecto

Al mismo tiempo, el grupo EEA-U llevará a cabo el proyecto. Esta fase se realizará en este grupo casi al mismo tiempo que la anterior. Primero aprenderán y se capacitarán y luego realizarán una simulación de lo que fue llevar a cabo un Entorno Aumentado de Aprendizaje en un aula.

- Se escogerá el tema del arte para realizar el proyecto.

- Se dividirá al gran grupo en pequeños grupos de 4 o 5 estudiantes.
- Cada grupo realizará una investigación sobre un cuadro, la época histórica, el estilo artístico, el autor, etc.
- Se confeccionará con esa información un guión para realizar un video multimedia para sustituir los personajes del cuadro por personas reales.
- Se realizará la grabación con chroma key del video.
- Se realizará la edición del video.
- Se aumentarán los cuadros con los videos.
- Se organizará una exposición llamada Algo pasa en el Museo con los cuadros de los alumnos e instrucciones para poder visualizarlos por medio de dispositivos móviles.

Grupo EEA-U: Selección de mentores

En este punto se seleccionará a los mentores que ayudarán a los profesores del grupo EEA. Estos estudiantes serán escogidos por:

- Ser los que mejor dominen la técnica.
- Muestren más predisposición para ayudar en el proyecto.

Grupo EEA:

El orden de implementación de las diferentes fases del proyecto será el siguiente:

- Los estudiantes mentores harán una demostración en los colegios para los estudiantes.
- En cada asignatura los profesores escogerán un tema relacionado con la materia para realizar el proyecto.
- Se dividirá al gran grupo en pequeños grupos de 4 o 5 estudiantes.
- Cada grupo realizará una investigación sobre el tema elegido.
- Se confeccionará con esa información un guión para realizar un video multimedia para sustituir los personajes del cuadro por personas reales.
- Se realizará la grabación con chroma key del video.
- Se realizará la edición del video.
- Se aumentarán posters e imágenes con esos videos.
- Se organizará una exposición en los colegios con el material confeccionado.

Recogida Análisis de datos

Una vez acabados los proyectos se efectuará la recogida de datos por medio de los cuestionarios cuantitativos a los alumnos y cualitativos a los

profesores y alumnos mentores del grupo EEA-U y se realizará el estudio de los datos obtenidos.

Capítulo 6

Análisis de los datos obtenidos

Una vez recogidos y analizados los datos, comenzaremos este capítulo ofreciendo un análisis de las diferentes variables que hemos estudiado por medio del cuestionario, realizando en primer lugar un análisis descriptivo de los datos proporcionados por la herramienta y a continuación un estudio estadístico de cada una de estas variables.

En cuanto al análisis cualitativo, éste se utilizará en el siguiente capítulo de la tesis para reforzar las conclusiones a las que finalmente se han llegado.

6.1. Comprensión del concepto de Realidad Aumentada y su aplicación en el aula

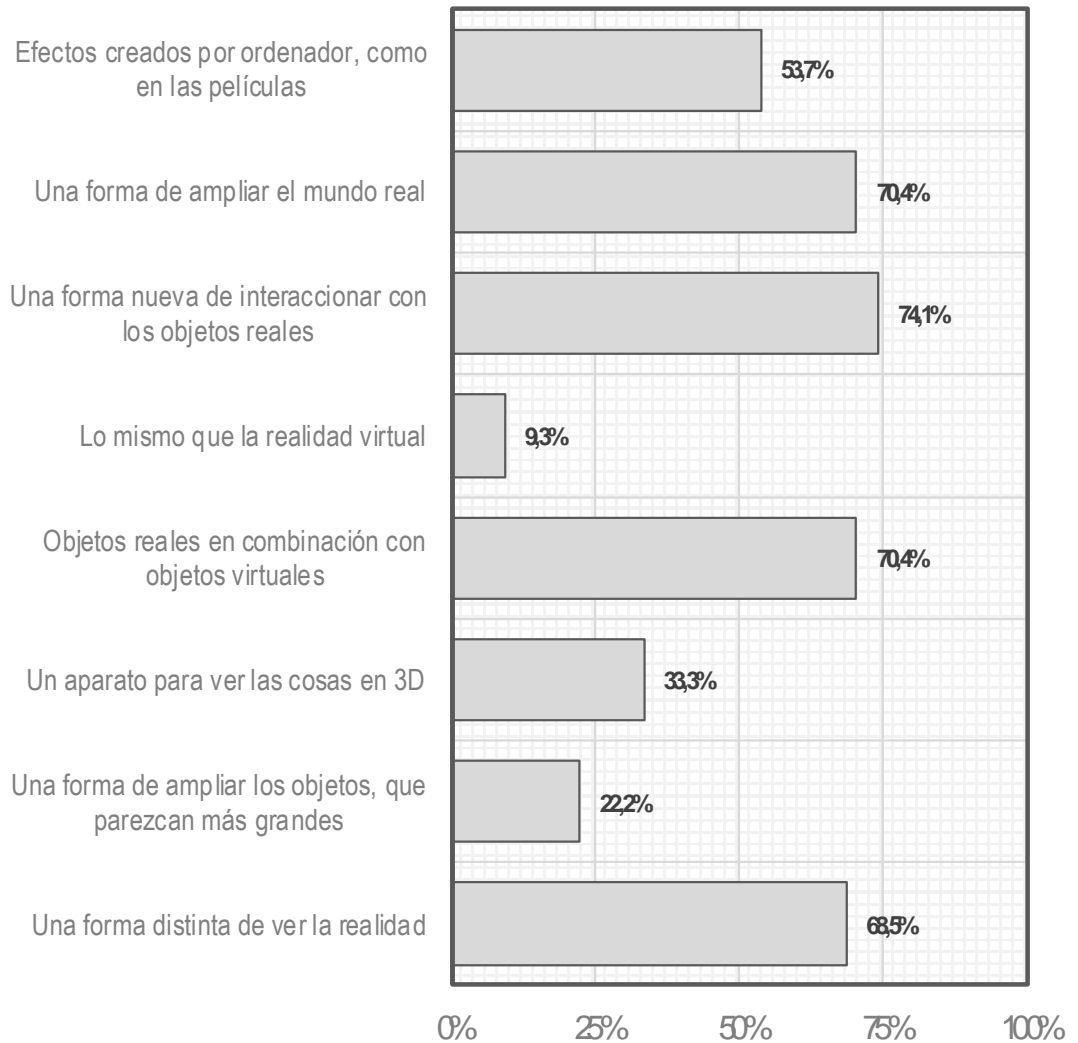
Lo primero que vamos a analizar es la comprensión por parte del alumnado del concepto de Realidad Aumentada y su aplicación en el aula. Para esto se preguntó a los estudiantes la definición de Realidad Aumentada con varios ítems donde elegir algunos de los cuales eran parte de la definición de Realidad Aumentada desde un punto de vista tanto científico

(objetos reales en combinación con objetos virtuales) como social (Una forma distinta de ver la realidad o Una forma de ampliar el mundo real). Estas se combinaban con definiciones falsas o más cercanas a la realidad virtual.

En los Gráficos 1 y 2 se recoge la distribución de las respuestas (en porcentaje) sobre aspectos relacionados con el conocimiento que han adquirido los alumnos tras la intervención sobre la Realidad Aumentada (Gráfico 1: Grupo EAA), o que tiene a priori sin haber entrado en contacto con la misma en el aula (Gráfico 2: Grupo ETA). Los resultados indican una clara diferenciación en las respuestas del Grupo EAA y del Grupo ETA:

- Para el Grupo EAA (Gráfico 1), la Realidad Aumentada supone una nueva forma de interacción con los objetos reales (74,1%), supone una forma de ampliar el mundo real (70,4%), una tecnología que combina los objetos reales con los objetos virtuales (70,4%), y una forma diferente de ver la realidad (68,5%). En un nivel intermedio de respuesta se encuentra la consideración de que la Realidad aumentada es un conjunto de efectos creados por ordenador (53,7%). Solamente un 22,2% de los alumnos en este grupo consideran que la Realidad Aumentada es una forma de ampliar el tamaño de los objetos, en el sentido de *cómo se ven* (sentido perceptivo), y un 33,3% considera que es un aparato para ver los objetos en 3D. Apenas 1 de cada 10 alumnos considera que la Realidad Aumentada es lo mismo que la realidad virtual.

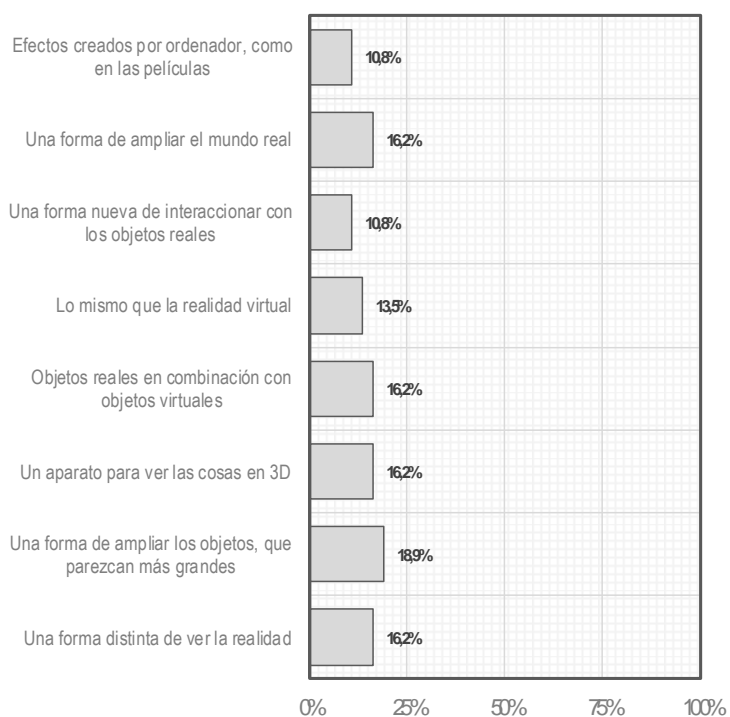
Gráfico 1: Distribución de las respuestas (%) de los alumnos a la cuestión “¿Qué es la Realidad Aumentada?” GRUPO EAA



- Para el Grupo ETA (Gráfico 2), todas las respuestas obtienen valores inferiores al 20%, lo que indica un claro desconocimiento por parte de los alumnos de este grupo sobre qué es la Realidad Aumentada y sobre cuál es su funcionamiento. En otras palabras, estos

resultados indican que los alumnos no son capaces de discriminar o identificar características que definen la Realidad Aumentada de otros aspectos relacionados con las TIC. De hecho, unas tasas de respuesta tan bajas implican que los alumnos *no han arriesgado* en su valoración, por lo que se puede entender que existe desconocimiento, no un conocimiento erróneo.

Gráfico 2: Distribución de las respuestas de los alumnos a la cuestión "¿Qué es la Realidad Aumentada?" GRUPO ETA



Mediante la prueba de χ^2 se han contrastado las diferencias estadísticas en la tasas de respuesta entre un grupo y otro. Los resultados son muy claros, tal y como se desprende del análisis descriptivo previo y como se muestra en la Tabla 2. El grupo que ha tenido la experiencia en el

aula con la Realidad Aumentada (Grupo EAA) obtiene tasas de respuesta estadísticamente más elevadas en todos los ítems valorados a excepción de: “Una forma de ampliar los objetos, que parezcan más grandes”, “Lo mismo que la realidad virtual”.

Respecto al ítem “Un aparato para ver las cosas en 3D”, aunque la diferencia en porcentaje es del doble a favor del Grupo EAA (33,3% frente al 16,2% del Grupo ETA), no se han obtenido diferencias estadísticamente significativas ($Chi^2 = 3,3$; $p = 0,069$).

Tabla 6. Contraste de hipótesis (Chi^2) sobre el grado de conocimiento que tienen los alumnos sobre la Realidad Aumentada (comparación EAA – ETA)

Características valoradas sobre la RA	Chi^2	g.l.	p
Una forma distinta de ver la realidad	24,1***	1	,000
Una forma de ampliar los objetos, que parezcan más grandes	0,1	1	,703
Un aparato para ver las cosas en 3D	3,3*	1	,069
Objetos reales en combinación con objetos virtuales	25,8***	1	,000
Lo mismo que la realidad virtual	0,4	1	,524
Una forma nueva de interaccionar con los objetos reales	35,2***	1	,000
Una forma de ampliar el mundo real	25,8***	1	,000
Efectos creados por ordenador, como en las películas	17,5***	1	,000

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,01$.

Se aplicó la técnica de análisis *cluster* jerárquico sobre las respuestas del Grupo EAA a los ítems que valoran el conocimiento de la Realidad Aumentada, obteniendo como resultado una clasificación en dos grupos: G1 (N = 43; 79,6%) y G2 (N = 10; 18,5%). Uno alumno ha quedado fuera de esta clasificación porque sus patrones de respuesta no eran asimilables por ninguno de los grupos anteriores, por lo que formaba un solo grupo tras el proceso de clasificación (ver subapartado sobre análisis cuantitativo).

En la Tabla 3 se muestra la distribución de respuestas a los ítems que valoran el grado de conocimiento de la Realidad Aumentada para cada grupo clasificado mediante análisis *cluster* para los alumnos del Grupo EAA.

Se puede observar que los grupos clasificados se diferencian estadísticamente en un conjunto de ítems, manteniendo homogénea su respuesta en el resto de elementos valorados. G1 considera que la Realidad Aumentada combina objetos reales y virtuales (88,4% frente a 0% de G2; $p < 0,0005$), mientras que, proporcionalmente, G2 considera que la Realidad Aumentada es una forma de ampliar los objetos (que parezcan que son más grandes, 70% frente a 9,3% de G1; $p < 0,0005$), un aparato para ver las cosas en 3D (90% frente a 20,9% de G1; $p < 0,0005$), y efectos creados por ordenador, como en las películas (90% frente a 46,5% de G1; $p < 0,05$). Parece, por tanto, que G2 tiene un conocimiento algo más desajustado de la Realidad Aumentada que G1.

Tabla 7. Distribución de los grupos resultantes del análisis *cluster* y contraste de hipótesis (Chi^2) (Grupo EAA – conocimiento sobre la Realidad Aumentada)

Características valoradas sobre la RA	G1		G2		Dif.	Chi ²	g.l.	p
	N	%	N	%	G1 – G2			
Una forma distinta de ver la realidad	29	67,4%	7	70,0%	-2,6%	,0	1	,876
Una forma de ampliar los objetos, que parezcan más grandes	4	9,3%	7	70,0%	-60,7%	18,2***	1	,000
Un aparato para ver las cosas en 3D	9	20,9%	9	90,0%	-69,1%	17,3***	1	,000
Objetos reales en combinación con objetos virtuales	38	88,4%	0	0,0%	88,4%	31,2***	1	,000
Lo mismo que la realidad virtual	4	9,3%	0	0,0%	9,3%	1,0	1	,316
Una forma nueva de interactuar con los objetos reales	32	74,4%	8	80,0%	-5,6%	,1	1	,712
Una forma de ampliar el mundo real	29	67,4%	8	80,0%	-12,6%	,6	1	,436
Efectos creados por ordenador, como en las películas	20	46,5%	9	90,0%	-43,5%	6,2**	1	,013

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,01$.

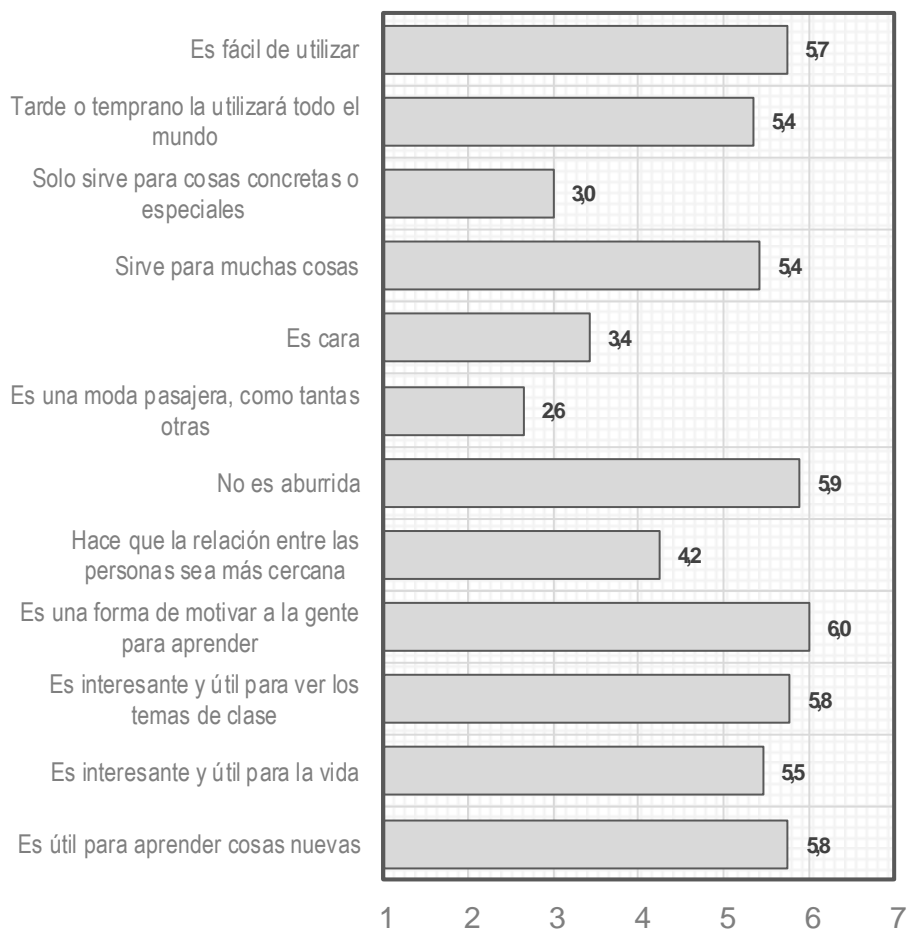
6.2. Valoración del uso de la Realidad Aumentada en la sociedad y en la vida cotidiana

Tras conocer si los estudiantes entienden lo que es la Realidad Aumentada, en este punto vamos a estudiar si saben las utilidades que tiene esta tecnología en la vida cotidiana y en la sociedad. El conocimiento entendido como aquella información adquirida por una persona a través de la experiencia o la educación, también comprende una parte práctica de éste, no solo la parte teórica. De ahí este ítem de estudio sobre la utilidad más cotidiana de la Realidad Aumentada.

En los Gráficos 3 y 4 se recoge la distribución de las respuestas (en puntuación media) sobre la valoración que han realizado los alumnos respecto al uso de la Realidad Aumentada a nivel general, en la sociedad y en la vida cotidiana.

Los resultados indican una valoración relativamente escéptica de los alumnos del Grupo ETA (Gráfico 4), mientras que los alumnos del Grupo EAA realizan una valoración bastante positiva (Gráfico 3).

Gráfico 3: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre el uso de la Realidad Aumentada. GRUPO EAA



- El Grupo EAA (Gráfico 3), con puntuaciones medias de valoración en torno al 6 en una escala de respuesta del 1 al 7, considera que la Realidad Aumentada es fácil de utilizar, es entretenida, es una fuente de motivación orientada hacia el aprendizaje y de utilidad para la adquisición de nuevos aprendizajes, y es interesante y útil dentro de los espacios educativos. Con valoraciones medias también bastante elevadas (en torno al 5,5) aunque algo más bajas que las anteriores, los alumnos del Grupo EAA consideran que esta

tecnología tarde o temprano será asimilada e interiorizada por la sociedad ya que presenta múltiples facetas y utilidades para la vida cotidiana.

En torno al valor intermedio de valoración (valor 4 en una escala del 1 al 7) se encuentra la opinión de que la Realidad Aumentada permite una relación más cercana entre las personas. Parece, por tanto, que el uso de esta tecnología se percibe en mayor medida a nivel individual que a nivel colectivo, colaborativo o en red.

Por último, y en consonancia con las valoraciones anteriores, los alumnos que han tenido la experiencia en el aula con la Realidad Aumentada no perciben que tenga un alcance limitado (“Solo sirve para cosas concretas o especiales”), que su implementación/utilización tenga un coste económico elevado, o que sea una moda pasajera.

- El Grupo ETA (Gráfico 4), por el contrario, considera en mayor medida que la Realidad Aumentada es una tecnología entretenida aunque cara de implementar/utilizar. El resto de valoraciones se encuentran en torno al valor medio de la escala de 1 a 7, con puntuaciones que oscilan entre 3,5 y 4 puntos, aproximadamente, lo que indica nuevamente que sin una experiencia directa con este tipo de tecnología no resulta fácil discriminar sus aspectos más

relevantes o característicos. El aspecto peor valorado (media = 3,2) es la capacidad que tiene la Realidad Aumentada para facilitar los nuevos aprendizajes.

Gráfico 4: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre el uso de la Realidad Aumentada. GRUPO ETA



Mediante la prueba T de Student para muestras independientes (y su equivalente no paramétrico, la prueba de Mann-Whitney), se han contrastado las diferencias estadísticas entre las valoraciones realizadas en un grupo y otro (EAA – ETA). Los resultados se pueden consultar en la Tabla 4.

En primer lugar, se puede observar que el uso de ambas pruebas de contraste de hipótesis permiten alcanzar el mismo resultados (ver subapartado 2.6.1 sobre análisis de la información).

En segundo lugar, el Grupo EAA obtiene valoraciones promedio significativamente mayores en cuanto a los ítems “Es útil para aprender cosas nuevas”, “Es interesante y útil para la vida”, “Es interesante y útil para ver los temas de clase”, “Es una forma de motivar a la gente para aprender”, “Sirve para muchas cosas”, “Tarde o temprano la utilizará todo el mundo”, y “Es fácil de utilizar” ($p < 0,0005$!).

En tercer lugar, el Grupo ETA ha realizado una valoración promedio significativamente mayor en el ítem “Es cara” ($p < 0,0005$).

Tabla 8. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la valoración sobre el uso de la Realidad Aumentada (comparación EAA – ETA)

Características valoradas sobre la RA	Med ia EAA	Med ia ETA	<i>T de Student</i>			<i>Mann-Whitney</i>		
			<i>t</i>	<i>g.l.</i>	<i>p</i>	<i>Z</i>	<i>g.l.</i> (a)	<i>p</i>
Es útil para aprender cosas nuevas	5,8	3,2	9,0***	89,0	,000	- 6,5***	n.a.	,000
Es interesante y útil para la vida	5,5	3,7	5,1***	58,9	,000	- 4,5***	n.a.	,000
Es interesante y útil para ver los temas de clase	5,8	3,7	6,0***	60,2	,000	- 5,1***	n.a.	,000

¹ Cuando se utilicen pruebas paramétricas y no paramétricas de forma combinada, se tomara como valor del nivel crítico obtenido (p) el de la prueba no paramétrica correspondiente.

Es una forma de motivar a la gente para aprender	6.0	3.4	8.8***	52.6	.000	- 6.7***	n.a.	.000
Hace que la relación entre las personas sea más cercana	4.2	3.8	1.2	88.0	.217	-1.3	n.a.	.200
No es aburrida	5.9	4.9	3.4***	89.0	.001	- 3.5***	n.a.	.000
Es una moda pasajera, como tantas otras	2.6	3.4	-2.0**	64.4	.046	-1.8*	n.a.	.065
Es cara	3.4	4.8	- 4.0***	89.0	.000	- 3.8***	n.a.	.000
Sirve para muchas cosas	5.4	3.6	5.6***	89.0	.000	- 4.7***	n.a.	.000
Solo sirve para cosas concretas o especiales	3.0	3.6	-1.6	89.0	.121	-1.6	n.a.	.115
Tarde o temprano la utilizará todo el mundo	5.4	3.4	6.1***	60.6	.000	- 5.2***	n.a.	.000
Es fácil de utilizar	5.7	3.9	5.8***	56.9	.000	- 5.0***	n.a.	.000

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0.1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0.05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0.01$.

(a) n.a.: Z es un estadístico que se distribuye aproximadamente según $N(0,1)$. Esta distribución no aplica grados de libertad (g.l.).

Nuevamente, se aplicó la técnica de análisis *cluster* jerárquico sobre estas respuestas para el caso del Grupo EAA, obteniendo como resultado una clasificación en tres grupos: G1 (N = 18; 33,3%), G2 (N = 11; 20,4%), y G3 (N = 24; 44,4%). En la Tabla 5 se muestra la valoración media de los ítems que valoran distintas características de la Realidad Aumentada para cada grupo clasificado del Grupo EAA y el resultado de la prueba estadística ANOVA de 1 factor (y su complementaria no paramétrica la prueba de Kruskal-Wallis, ver subapartado 2.6.1 sobre análisis de datos cuantitativos).

Los resultados de las pruebas de contraste indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos identificados mediante análisis *cluster*, salvo en el ítem “la Realidad Aumentada es fácil de utilizar”.

Tabla 9. Distribución de las valoraciones medias de los grupos resultantes del análisis *cluster* y contraste de hipótesis sobre medias (Grupo EAA – características valoradas sobre la Realidad Aumentada)

Características valoradas sobre la RA	G1	G2	G3	ANOVA 1 factor			Kruskal-Wallis		
				F	g.l.	p	Chi²	g.l.	p
Es útil para aprender cosas nuevas	5.4	4.5 ^v	6.5 [^]	15.2 ***	2	.000	19.9***	2	.000
Es interesante y útil para la vida	4.8 ^v	4.9	6.2 [^]	9.2* **	2	.000	14.7***	2	.001
Es interesante y útil para ver los temas de clase	5.1 ^v	6.0	6.1 [^]	3.9* .	2	.026	6.6**	2	.037
Es una forma de motivar a la gente para aprender	5.6 ^v	6.5 [^]	6.0	4.3* .	2	.019	7.5**	2	.024
Hace que la relación entre las personas sea más cercana	4.1	5.5 [^]	3.8 ^v	4.3* .	2	.018	7.7**	2	.021
No es aburrida	5.2 ^v	6.5 [^]	6.1	4.7* .	2	.013	8.3**	2	.016
Es una moda pasajera, como tantas otras	4.2 [^]	2.2	1.8 ^v	30.0 ***	2	.000	26.7***	2	.000
Es cara	3.9 [^]	2.1 ^v	3.8	6.6* **	2	.003	13.0***	2	.001
Sirve para muchas cosas	4.7 ^v	5.4	6.0 [^]	3.9* .	2	.027	6.9**	2	.031
Solo sirve para cosas concretas o especiales	4.6 [^]	3.0	1.9 ^v	27.2 ***	2	.000	26.3***	2	.000

Tarde o temprano la utilizará todo el mundo	4,8 ^v	5,2	5,8 [^]	4,1 [*]	2	,023	7,5 ^{**}	2	,024
Es fácil de utilizar	5,6 ^v	5,8	5,9 [^]	,3	2	,751	,3	2	,868

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,01$.

[^] Puntuación promedio intergrupo más alta. ^v Puntuación promedio intergrupo más baja.

Los resultados de las pruebas de contraste indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos identificados mediante análisis *cluster*, salvo en el ítem “la Realidad Aumentada es fácil de utilizar”.

El Gráfico 5 se ha elaborado con el fin de facilitar la interpretación de las diferencias estadísticas identificadas en la Tabla 4. En este gráfico se observa que, a nivel promedio, las tendencias de respuesta de G1 se distinguen más claramente de las tendencias de G2 y G3. Las diferencias encontradas entre estos grupos pueden resumirse de la siguiente manera:

- G1: este grupo destaca por tener puntuaciones más bajas en el ítem “es interesante y útil para la vida”, “es interesante y útil para ver los temas de clase”, “es una forma para motivar a la gente para aprender”, “hace que la relación entre las personas sea más cercana”, “no es aburrida” (luego consideran que es más aburrida que los otros dos grupos), “sirve para muchas cosas”, y “tarde o

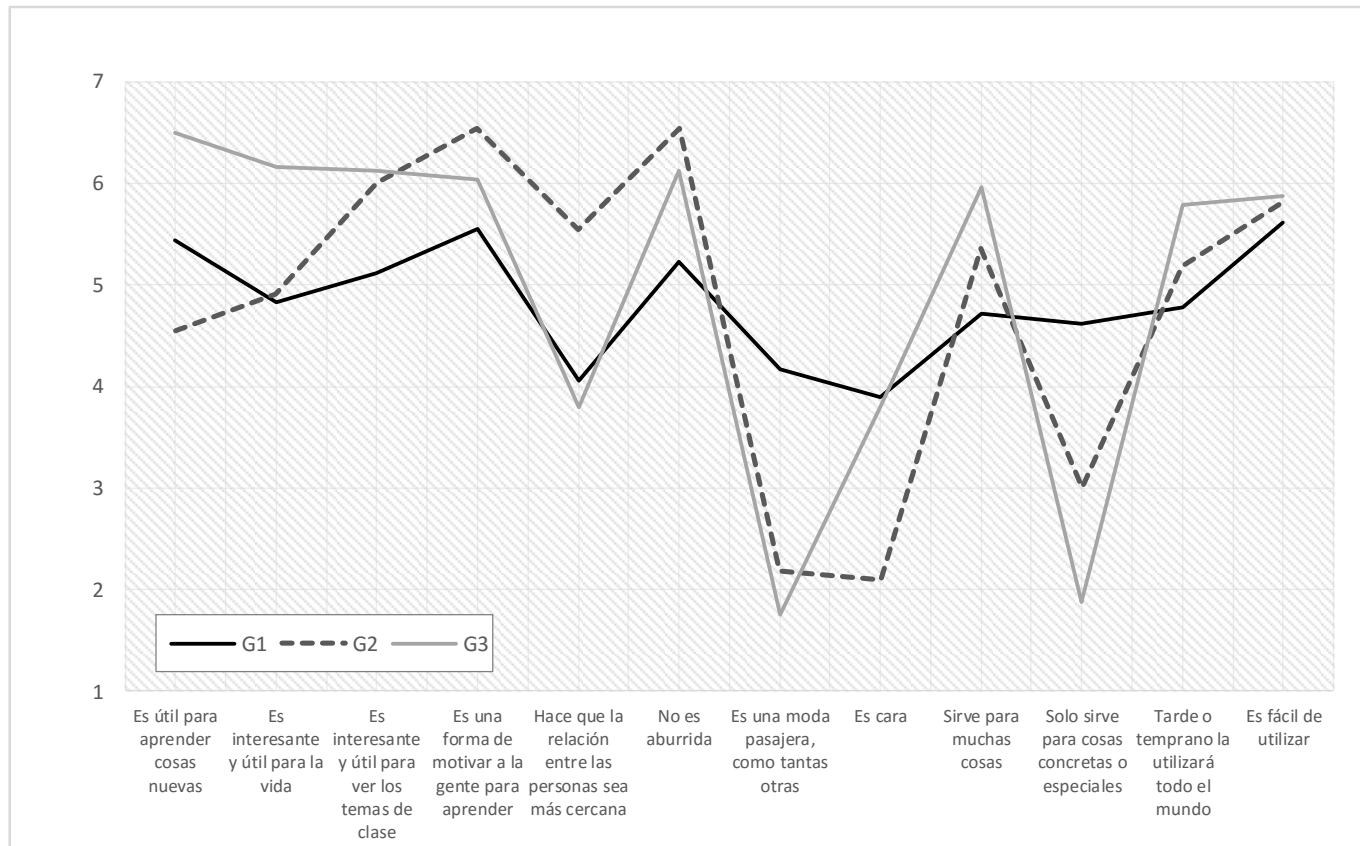
temprano la utilizará todo el mundo”. Este grupo destaca por obtener las valoraciones promedio más altas en los ítems “es una moda pasajera, como tantas otras”, “es cara”, y “solo sirve para cosas concretas o especiales”. De la distribución de las puntuaciones en este grupo se desprende cierto escepticismo por la Realidad Aumentada, o al menos, cierto sentido crítico, por lo que al G1 lo denominaremos a partir de ahora como “Grupo escéptico”.

- G2: este grupo destaca por tener puntuaciones más bajas en el ítem “es útil para aprender cosas nuevas”, “es interesante y útil para la vida” y “es cara”. Por otro lado, en este grupo se producen las valoraciones medias más altas respecto a los ítems “es interesante y útil para ver los temas de clase”, “es una forma de motivar a la gente para aprender”, y “hace que la relación entre las personas sea más cercana”. Por tanto, parece que G2 orienta sus valoraciones hacia la Realidad Aumentada en torno a su valor en el aula, considerando que es una metodología adecuada para ver los temas de clase, para motivar a los alumnos y para fomentar la relación entre compañeros. A partir de ahora denominaremos a este grupo como “RA útil en el aula”.
- G3: este grupo destaca por tener puntuaciones más bajas en el ítem “hace que la relación entre las personas sea más cercana”, “es una moda pasajera, como tantas otras” y “solamente sirve para cosas concretas o especiales”. Por otro lado, en este grupo se producen

las valoraciones medias más altas respecto a los ítems “es útil para aprender cosas nuevas”, “es interesante y útil para la vida”, “sirve para muchas cosas”, y “tarde o temprano la utilizará todo el mundo. G2 y G3 se parecen entre sí en el sentido de que los alumnos que los componen valoran positivamente la Realidad Aumentada, a diferencia del Grupo escéptico (G1). La principal diferencia entre G2 y G3 estriba en que el primero considera más interesante y útil la Realidad Aumentada cuando se aplica en el aula, mientras que el segundo considera la utilidad de esta metodología a un nivel más global, para la vida cotidiana y para el aprendizaje de una gran variedad de cosas nuevas. A partir de ahora denominaremos a G3 como “RA útil para la vida”.

En la página siguiente podemos ver un gráfico resumen gráfico de las valoraciones medias de este análisis *cluster*.

Gráfico 5. Resumen gráfico de las valoraciones medias de los grupos resultantes del análisis *cluster* (Grupo EAA – características valoradas sobre la Realidad Aumentada)



6.3. Valoración del uso de la Realidad Aumentada en aula

Una vez visto el nivel de conocimiento de los alumnos del concepto de Realidad Aumentada y su uso cotidiano en la sociedad, pasamos a analizar la valoración de esta tecnología dentro del aula, para empezar a introducirnos en el estudio más enfocado de los Entornos Aumentados de Aprendizaje.

En los Gráficos 6 y 7 se recoge la distribución de las respuestas (en puntuación media) sobre la valoración que han realizado los alumnos respecto al uso de la Realidad Aumentada en entornos educativos. En esta ocasión, los ítems de cada cuestionario difieren sobre los aspectos indagados ya que para el Grupo EAA se pedían valoraciones directas, en base a su experiencia, mientras que para el Grupo ETA se pedían valoraciones indirectas a partir de expectativas. Por esta razón, al tratarse de ítems similares pero aplicados desde perspectivas distintas, no resultan aplicables las pruebas de contraste de hipótesis estadísticas.

En una escala del 1 al 7 y respecto al curso anterior en el que no utilizaron la Realidad Aumentada, el Grupo EAA (Gráfico 6) valora como aspectos más positivos un mayor nivel de colaboración entre compañeros de clase ($M = 5,8$), la especial atención que les produce la novedad de este tipo de tecnología en el aula ($M = 5,5$), y un mayor nivel de motivación hacia el

aprendizaje de la asignatura ($M = 5,5$). También este grupo ha expresado un elevado nivel de satisfacción con la experiencia, manifestando su voluntad por repetir en cursos posteriores ($M = 5,9$).

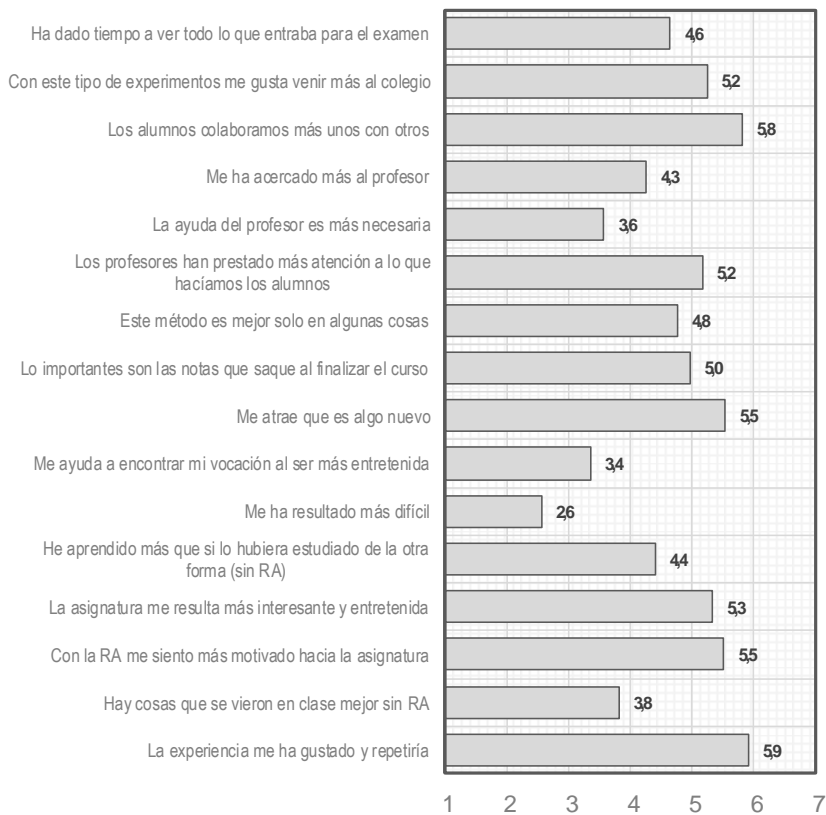
Con niveles de valoración también elevados, aunque algo más moderados, el Grupo EAA afirma estar más dispuesto a acudir al Centro Educativo cuando utilizan la Realidad Aumentada ($M = 5,2$), han percibido que los profesores prestan mayor atención a las actividades realizadas en clase ($M = 5,2$), y un mayor interés y entretenimiento por la asignatura ($M = 5,3$). No obstante, destaca de manera importante la valoración promedio que ha obtenido la nota final de la asignatura ($M = 5$), independientemente del método educativo utilizado, por lo que este grupo de alumnos está valorando positivamente la Realidad Aumentada en el aula siempre y cuando no interfiera en su rendimiento académico. Sobre este punto se volverá más adelante.

En niveles de valoración más próximos al valor intermedio de la escala utilizada, los alumnos del Grupo EAA han valorado que con la Realidad Aumentada se desarrolla todo el programa de la asignatura, es decir, que esta tecnología no produce retrasos sobre el programa ($M = 4,6$), se han sentido más próximos al profesor ($M = 4,3$), y han aprendido más que con el método tradicional ($M = 4,4$). Por otro lado, conviene matizar que también ha recibido una valoración entre moderada y alta ($M = 4,8$) que el método basado en la Realidad Aumentada es mejor que el método tradicional solo en

algunos aspectos, y una valoración moderada el ítem “Hay cosas que se vieron mejor en clase sin Realidad aumentada” ($M = 3,8$).

Por último, en los valores promedio más bajos, los alumnos parecen estar de acuerdo en que no se precisa de mayor ayuda de los profesores para desarrollar la asignatura mediante la Realidad Aumentada ($M = 3,6$), esta tecnología no aumenta su vocación por la asignatura ($M = 3,4$), y no es un método difícil de seguir ($M = 2,6$).

Gráfico 6: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre el uso de la Realidad Aumentada en el aula. GRUPO EAA



Por otro lado, y a partir de la misma escala de valoración del 1 al 7, los alumnos del Grupo ETA (Gráfico 7) han expresado una actitud muy favorable hacia las nuevas tecnologías, que les lleva a afirmar en su mayoría su disposición a utilizarlas en el aula en general ($M = 5,8$), y en el caso particular de la Realidad aumentada ($M = 5,7$). También les atrae de forma clara el método de Realidad Aumentada por su novedad ($M = 5,7$).

Gráfico 7: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre el uso de la Realidad Aumentada en el aula. GRUPO ETA



Con niveles de valoración también elevados, aunque algo más moderados, el Grupo ETA cree que la ayuda del profesor puede ser más necesaria frente al método tradicional ($M = 5$), consideran este método *desconocido* mejor que el *conocido* método tradicional ($M = 5,2$) y creen que va a ser un método con el que les va a resultar más fácil estudiar la asignatura ($M = 4,8$). En definitiva, es una experiencia educativa que les resulta interesante ($M = 5$).

En cuanto a su posible influencia sobre el rendimiento académico, en sintonía con el Grupo EAA, consideran que lo importante no es el método educativo sino la nota final que se obtenga al finalizar el curso ($M = 4,9$), aunque este grupo de alumnos cree que la asignatura se puede desarrollar a partir de la Realidad Aumentada (4,4), y cree que se puede obtener la misma nota (o superior) mediante este método aplicado en el aula ($M = 4,7$).

Las valoraciones que han obtenido una puntuación media más baja, aunque en torno al valor medio de la escala, es el ítem “Los alumnos tienen la oportunidad de colaborar más en clase” ($M = 4,1$) y el ítem “Voy a aprender más y mejor” ($M = 4,2$).

Tabla 10. Distribución de las valoraciones medias de los grupos resultantes del análisis *cluster* y contraste de hipótesis sobre medias (Grupo EAA – valoración del uso de la RA en el aula)

Uso de la RA en el aula	G1	G2	G3	ANOVA 1 factor			Kruskal-Wallis		
				F	g.l.	p	Chi²	g.l.	p
La experiencia me ha gustado y repetiría	4,7 ^v	6,6 [^]	6,6 [^]	16,1 ^{***}	2	,000	22,1 ^{***}	2	,000
Hay cosas que se vieron en clase mejor sin RA	4,8 [^]	4,3	2,6 ^v	15,5 ^{***}	2	,000	19,9 ^{***}	2	,000
Con la RA me siento más motivado hacia la asignatura	4,6 ^v	6,0 [^]	6,0 [^]	6,3 ^{***}	2	,004	13,0 ^{***}	2	,002
La asignatura me resulta más interesante y entretenida	4,6 ^v	6,0 [^]	5,6	5,3 ^{***}	2	,008	10,5 ^{***}	2	,005
He aprendido más que si lo hubiera estudiado de la otra forma (sin RA)	4,2	5,9 [^]	3,9 ^v	5,7 ^{***}	2	,006	10,0 ^{***}	2	,007
Me ha resultado más difícil	2,9	3,8 [^]	1,7 ^v	10,2 ^{***}	2	,000	13,7 ^{***}	2	,001
Me ayuda a encontrar mi vocación al ser más entretenida	3,3	4,2 [^]	3,0 ^v	1,4	2	,245	2,2	2	,331
Me atrae que es algo nuevo	4,7 ^v	5,6	6,2 [^]	7,3 ^{***}	2	,002	11,7 ^{***}	2	,003
Lo importantes son las notas que saque al finalizar el curso	6,2 [^]	3,5 ^v	4,6	13,7 ^{***}	2	,000	21,3 ^{***}	2	,000
Este método es mejor solo en algunas cosas	4,9	5,5 [^]	4,2 ^v	3,2 ^{**}	2	,047	4,8 [*]	2	,092
Los profesores han prestado más atención a lo que hacíamos los alumnos	5,1	3,8 ^v	6,0 [^]	9,8 ^{***}	2	,000	14,5 ^{***}	2	,001
La ayuda del profesor es más necesaria	4,3 [^]	3,3	3,2 ^v	2,1	2	,128	4,6	2	,101
Me ha acercado más al profesor	4,1 ^v	4,3	4,5 [^]	,3	2	,714	,8	2	,680
Los alumnos colaboramos más unos con otros	5,5 ^v	5,6	6,1 [^]	1,7	2	,187	3,0	2	,223
Con este tipo de experimentos me gusta venir más al colegio	4,3 ^v	5,6	5,9 [^]	6,0 ^{***}	2	,005	7,6 ^{**}	2	,023
Ha dado tiempo a ver todo lo que entraba para el examen	3,7 ^v	4,1	6,0 [^]	14,5 ^{***}	2	,000	21,7 ^{***}	2	,000

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,01$.

^ Puntuación promedio intergrupo más alta. ^v Puntuación promedio intergrupo más baja.

Tras aplicar la técnica de análisis *cluster* jerárquico sobre estas respuestas (Grupo EAA) se obtuvo una clasificación en tres grupos: G1 (N = 20; 37%), G2 (N = 11; 20,4%), y G3 (N = 22; 40,7%). En la Tabla 6 se muestra la valoración media de los ítems de este subapartado y el resultado de la prueba estadística ANOVA de 1 factor (y su complementaria no paramétrica la prueba de Kruskal-Wallis). El Gráfico 8 se ha elaborado con el fin de facilitar la interpretación de las diferencias estadísticas identificadas en la Tabla 6.

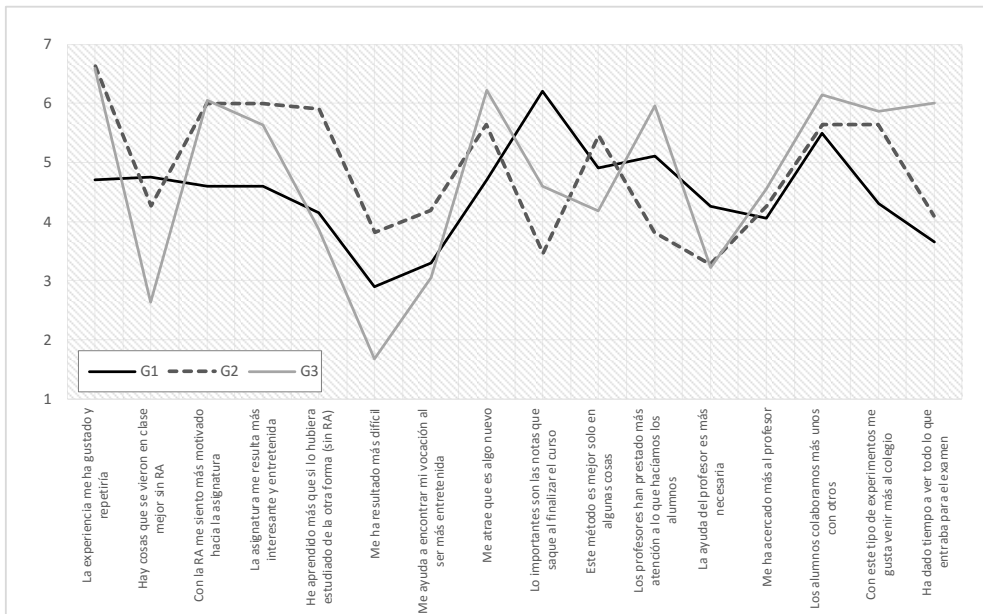
- G1: este grupo se caracteriza por tener puntuaciones promedio más bajas que el resto en los ítems “la experiencia me ha gustado y repetiría”, “con la RA me siento más motivado hacia la asignatura”, “la asignatura me resulta más interesante y entretenida”, “me atrae que es algo nuevo”, “con este tipo de experimentos me gusta venir más al colegio”, y “ha dado tiempo a ver todo lo que entraba para el examen”.

Este grupo destaca por obtener las valoraciones promedio más altas en los ítems “hay cosas que se vieron en clase mejor sin RA”, y “lo importantes son las notas que saque al finalizar el curso”. De la distribución de las puntuaciones en este grupo se desprende una cierta falta de interés y de motivación por la Realidad Aumentada, en comparación con el resto de *clusters*, además de una mayor preferencia por el método tradicional y un sentido más pragmático (la importancia conferida a las notas al final del curso obtiene una valoración media de 6,2, frente a las valoraciones de G2 y G3: M =

3,5 y $M = 4,6$, respectivamente. Por esta razón, a partir de ahora se denominará a G1 como "Grupo pragmático".

- G2: este grupo se caracteriza por tener puntuaciones promedio más bajas que el resto en los ítems "lo importantes son las notas que saque al finalizar el curso", y "los profesores han prestado más atención a lo que hacíamos los alumnos". En cuanto a las valoraciones promedio más altas, destacan los ítems "la experiencia me ha gustado y repetiría", "con la RA me siento más motivado hacia la asignatura", "la asignatura me resulta más interesante y entretenida", "he aprendido más que si lo hubiera estudiado de la otra forma (sin RA)", y "me ha resultado más difícil".
- G3: este grupo se caracteriza por tener puntuaciones promedio más bajas en los ítems "hay cosas que se vieron en clase mejor sin RA", "he aprendido más que si lo hubiera estudiado de la otra forma (sin RA)", y "me ha resultado más difícil" (por lo que es el grupo al que le ha resultado más fácil). En cuanto a las valoraciones promedio más altas, destacan los ítems "la experiencia me ha gustado y repetiría", "con la RA me siento más motivado hacia la asignatura", "me atrae que es algo nuevo", "los profesores han prestado más atención a lo que hacíamos los alumnos", "con este tipo de experimentos me gusta venir más al colegio", y "ha dado tiempo a ver todo lo que entraba para el examen".

Gráfico 8: Resumen gráfico de las valoraciones medias de los grupos resultantes del análisis *cluster* (Grupo EAA – uso de la RA en el aula)



Las agrupaciones o clasificaciones G2 y G3 son bastante similares: ambos grupos han quedado satisfechos con la experiencia y se siente más motivados por el carácter novedoso de la Realidad Aumentada. No obstante, las mayores diferencias se producen en la facilidad para utilizar esta metodología, la atención prestada por los profesores durante su desarrollo, y el hecho de que diera tiempo a ver en clase todos los temas (lo que se relaciona también con la facilidad percibida). Por esta razón, se denominarán de aquí en adelante a G2 como “RA dificultad media” y a G3 como “RA dificultad baja”, asumiendo que en ambos casos el nivel de satisfacción y de motivación con la RA es bastante elevada.

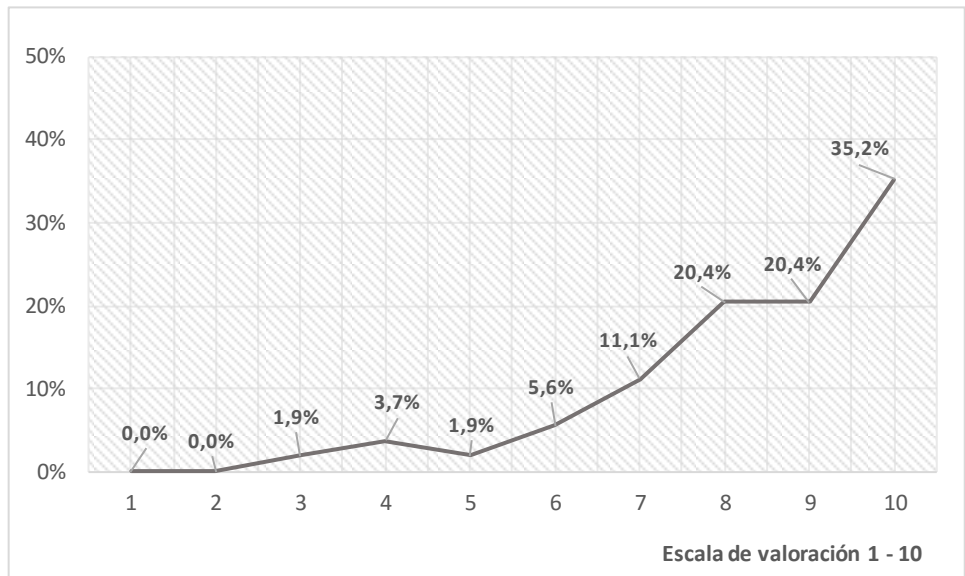
6.4. Satisfacción con la experiencia de la Realidad Aumentada y nivel de expectativas previas

Una vez introducidos en el estudio de la experiencia de los Entornos Aumentados de Aprendizaje, pasamos al análisis de la satisfacción y el nivel de expectativas previas. En este apartado se reunirá información sobre la opinión en este nivel teniendo en cuenta que no es lo suficientemente fiable como para determinar si la acción formativa ha resultado eficaz o no (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 1994). En los sucesivos ítems de investigación será donde profundicemos en la utilidad de los Entornos Aumentados de Aprendizaje.

El nivel de satisfacción con la experiencia de Realidad Aumentada implementada en el aula (Grupo EAA) es bastante elevado, como se desprende del Gráfico 9. La valoración más alta (10 en una escala del 1 al 10) es la que ha obtenido un porcentaje de respuesta más alto (35,2%), con una tasa de respuesta superior al 75% en las valoraciones más altas de la escala (entre 8 y 10).

Las valoraciones son muy positivas en prácticamente todos los casos, por lo que no se identifican diferencias relevantes en función de otras variables de clasificación o características muestrales (sexo, edad, curso, etc.)

Gráfico 9: Satisfacción con la experiencia de la Realidad Aumentada en el aula. GRUPO EAA



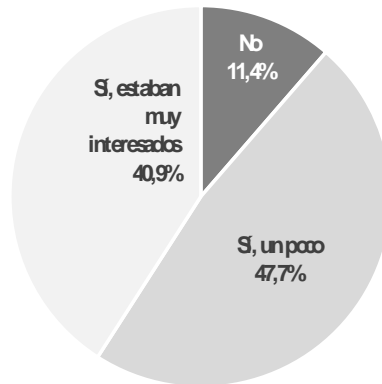
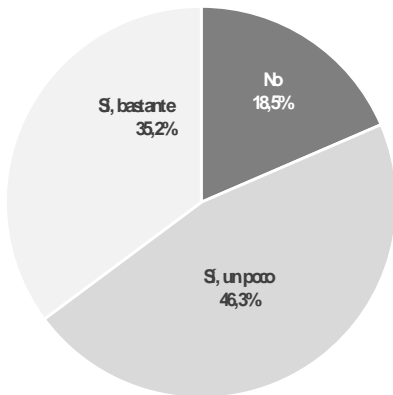
En cuanto al nivel de expectativas previas, se ha abordado esta información desde dos perspectivas distintas aunque complementarias. En primer lugar, mediante el cuestionario dirigido a EAA se consultó con los alumnos si habían comentado su experiencia con la Realidad Aumentada con amigos u otros compañeros de clase, y en su caso cuál había sido el grado de interés mostrado por esta metodología educativa. El Gráfico 10.a (posición izquierda) muestra que más del 80% de los alumnos EAA habían comentado su experiencia con otros chicos (un 46,3% había comentado algo y un 35,2% había comentado bastante su experiencia). Entre este grupo de alumnos (ver Gráfico 10.b en la posición derecha), la percepción sobre el interés que habían mostrado otros chicos ante la metodología de la Realidad

Aumentada fue que dicha metodología generaba bastante expectación e interés (un 42,7% opina que se mostró algo de interés y un 40,9% opina que se mostró mucho interés; base = 44 alumnos EAA, 81,5% de alumnos que comentaron su experiencia con otros chicos)

Gráfico 10 (a y b): Nivel de expectativas previas percibidas sobre el método de Realidad aumentada en el aula. GRUPO EAA

P8. Mientras practicabas con la RA en clase, ¿comentaste con amigos de fuera del colegio o de otros grupos lo que estabais haciendo en el aula?

P8.1. ¿Crees que les interesó a tus amigos lo que les estabas contando?



En segundo lugar, mediante el cuestionario dirigido a ETA se consultó con los alumnos si alguno de sus compañeros les había comentado su experiencia con la Realidad Aumentada, para obtener así el otro punto de

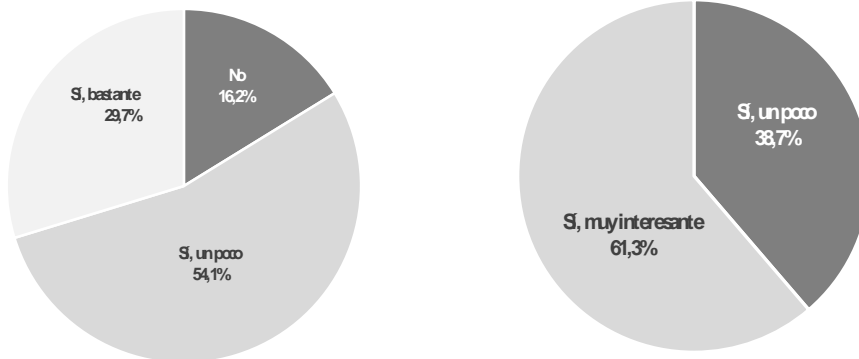
vista sobre las expectativas que esta metodología ha despertado. El Gráfico 11.a (posición izquierda) muestra que casi el 85% de los alumnos ETA había tenido algún tipo de conversación sobre la Realidad Aumentada y la experiencia que supone su aplicación en el aula (un 54,1% había escuchado algo y un 29,7% había escuchado bastante sobre esta experiencia).

Entre este grupo de alumnos (ver Gráfico 11.b en la posición derecha), las expectativas e interés mostrado ante la metodología de la Realidad Aumentada es muy elevada (un 38,7% se muestra algo interesado y un 61,3% se muestra muy interesado; base = 31 alumnos ETA, 83,8% de alumnos que habían escuchado sobre la experiencia de la Realidad Aumentada)

Gráfico 11 (a y b): Grado de interés sobre el método de Realidad aumentada en el aula. GRUPO ETA

P8. ¿Te comentó alguno de tus compañeros o amigos de otras clases lo que estaban haciendo con la RA?

P8.1. ¿Te pareció interesante lo que te estaban contando?



6.5. El papel del profesorado y de los recursos materiales

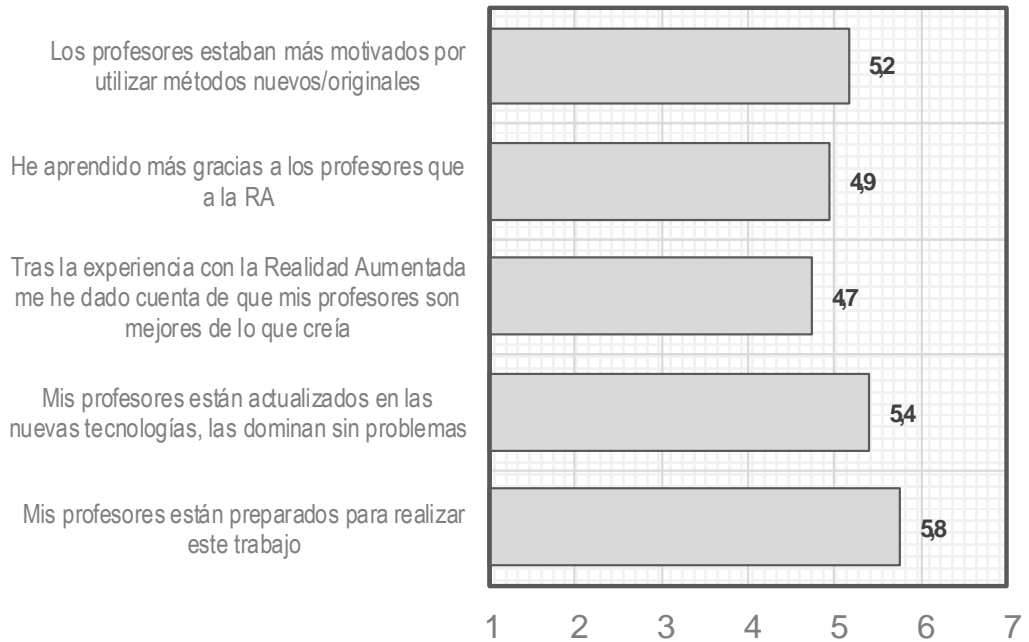
En este punto vamos a estudiar el papel que ha tenido en la experiencia, desde el punto de vista del alumno, el profesorado y los recursos materiales que se han utilizado. Este es un apartado esencial ya que nos va a dar respuesta a dos de los objetivos de la tesis:

- Describir a su vez de qué manera influye la pizarra digital interactiva en la intervención.
- Establecer las diferencias que puede haber utilizado ordenadores o dispositivos móviles a la hora de hacer las actividades.

La valoración de los profesores que han aplicado la metodología de la Realidad Aumentada en el aula es bastante elevada, con puntuaciones promedio por encima del 4,5 en una escala del 1 al 7 (ver Gráfico 12). Las valoraciones más elevadas son aquellas relativas a la preparación que tiene el profesorado para realizar este tipo de trabajo ($M = 5,8$), su grado de actualización respecto a las nuevas tecnologías ($M = 5,4$), y el grado de motivación propio o intrínseco del profesorado por utilizar métodos novedosos (5,2).

Gráfico 12: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre la cuestión *"Sobre los profesores con los que has desarrollado la experiencia en*

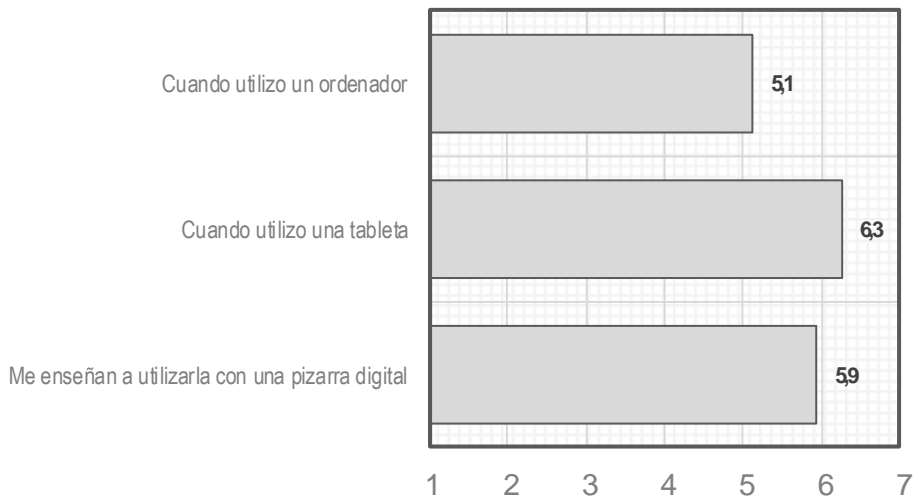
clase de Realidad Aumentada, consideras que.... GRUPO EAA



En cuanto a los recursos materiales que resultaría recomendable utilizar para facilitar a los alumnos el acceso y la potencialidad de la Realidad Aumentada, los alumnos EAA han valorado como recomendables tanto el ordenador, como la tableta y la pizarra digital (ver Gráfico 13). Frente al ordenador ($M = 5,1$), destaca sobre todo el uso de tabletas ($M = 6,3$) y la pizarra digital ($M = 5,9$) como facilitadores del seguimiento de la asignatura mediante la Realidad Aumentada.

Gráfico 13: Distribución de la valoración media de los alumnos sobre la cuestión "*¿Crees que la Realidad Aumentada es más fácil de usar en clase cuando...?*".

GRUPO EAA



Se ha realizado un contraste de hipótesis estadísticas para valorar si las diferencias observadas entre la valoración de estos tres recursos materiales son estadísticamente significativas. Mediante un ANOVA de medidas repetidas (y su equivalente no paramétrico, la prueba de Friedman), se puede concluir que existen diferencias estadísticamente significativas entre las tres valoraciones (ANOVA: $F = 15,61$; $p = 0,000$, Friedman: $Chi^2 = 21,14$; $p = 0,000$), siendo la tableta y la pizarra digital mejor valoradas que el ordenador. No obstante, conviene matizar que el ordenador también ha recibido una puntuación promedio elevada, por lo que no debe descartarse como recurso material relevante.

6.6. Autovaloración del alumnado e identificación de perfiles

Tras la valoración de los profesores se pasa al estudio y análisis de la autovaloración del alumnado. Aquí gracias a este examen vamos a poder identificar perfiles que serán analizados más detenidamente en el capítulo de conclusiones.

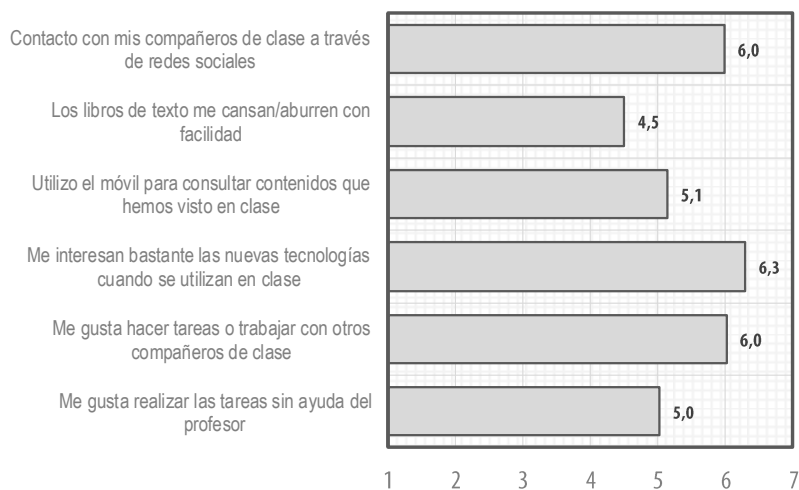
En los Gráficos 3 y 4 se recoge la distribución de las respuestas (en puntuación media) sobre la valoración que han realizado los alumnos respecto al uso de la Realidad Aumentada a nivel general, en la sociedad y en la vida cotidiana. Los resultados indican una valoración relativamente escéptica de los alumnos del Grupo ETA (Gráfico 4), mientras que los alumnos del Grupo EAA realizan una valoración bastante positiva (Gráfico 3). Estos análisis se amplían ahora con la visión que tienen los alumnos de sí mismos respecto a distintas cuestiones relacionadas con sus conductas e intereses como estudiantes:

- Los alumnos EAA (Gráfico 14) se perciben como altamente interesados por la utilización de las nuevas tecnologías en clase ($M = 6,3$). Además, el Grupo EAA refleja una fuerte orientación hacia el trabajo en grupo o colaborativo: valoran positivamente la utilización de las redes sociales para contactar con los compañeros

de clase ($M = 6$), y muestran un marcado interés por hacer tareas o trabajos de clase con otros compañeros ($M = 6$).

La ayuda del profesor no les resulta demasiado imprescindible o necesaria ($M = 5$), y utilizan el móvil con bastante frecuencia para consultar contenidos que se han visto durante la clase ($M = 5,1$). Por otro lado, su interés por los libros de texto no es muy elevado, ya que afirman cansarse o aburrirse con facilidad ($M = 4,5$). No obstante, esta última valoración es la más moderada de todas las registradas, encontrándose cercana al valor intermedio de la escala de valoración (1 a 7).

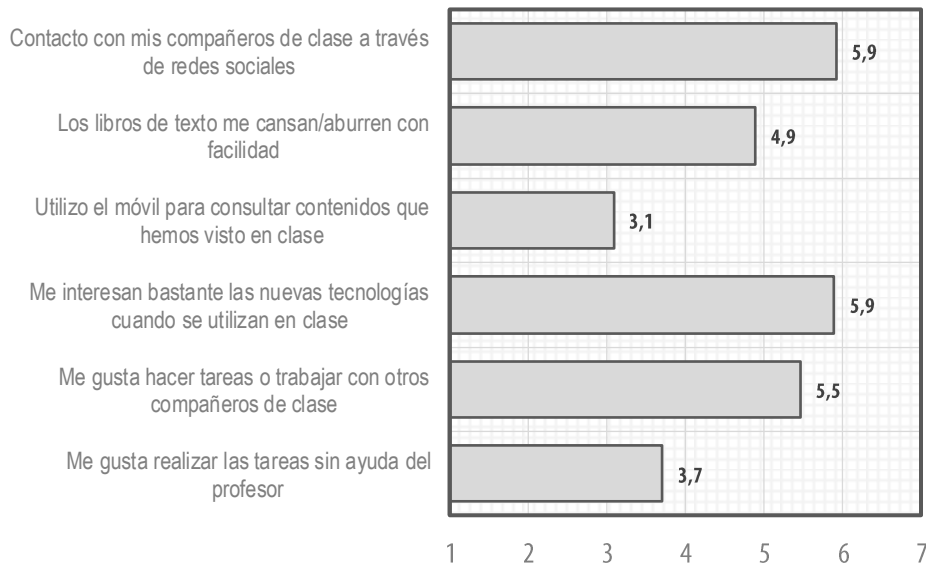
Gráfico 14: Distribución de la autopercepción media de los alumnos sobre la cuestión "¿Nos gustaría que valorases algunas características tuyas como alumno?". GRUPO EAA



- Los alumnos ETA (Gráfico 15) se perciben también como altamente interesados por la utilización de las nuevas tecnologías en clase ($M = 5,9$). Además, este grupo también refleja una fuerte orientación hacia el trabajo en grupo o colaborativo: valoran positivamente la utilización de las redes sociales para contactar con los compañeros de clase ($M = 5,9$), y muestran un marcado interés por hacer tareas o trabajos de clase con otros compañeros ($M = 5,5$), por lo que la Realidad Aumentada no tiene por qué estar produciendo efectos en este sentido.

La ayuda del profesor resulta más necesaria a este grupo que a los que tuvieron la experiencia con la Realidad aumentada ($M = 3,7$), y utilizan el móvil mucho menos para consultar contenidos que se han visto durante la clase ($M = 3,1$). Por otro lado, su interés por los libros de texto no es muy elevado, ya que afirman cansarse o aburrirse con facilidad ($M = 4,9$), algo más en realidad que los alumnos del Grupo EAA. Esta última valoración no es tan moderada como la del Grupo EAA, encontrándose más próxima a los valores medio-altos de la escala de valoración (1 a 7) que a su valor intermedio.

Gráfico 15: Distribución de la autopercepción media de los alumnos sobre la cuestión “¿Nos gustaría que valorases algunas características tuyas como alumno?”. GRUPO ETA



Al igual que en otros subapartados, mediante la prueba T de Student para muestras independientes (y su equivalente no paramétrico, la prueba de Mann-Whitney), se han contrastado las diferencias estadísticas entre las autopercepciones como alumnos realizadas en un grupo y otro (EAA – ETA). Los resultados se pueden consultar en la Tabla 7.

En primer lugar, se puede observar que el uso de ambas pruebas de contraste de hipótesis permiten alcanzar el mismo resultado, lo que redundaría en la precisión de la interpretación en términos de relación estadística. En el caso del ítem “Me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase” se obtiene un nivel crítico $p < 0,1$ mediante la prueba

paramétrica y un nivel crítico $p < 0,05$ mediante la prueba no paramétrica, por lo que finalmente se ha decidido asumir que existen diferencias estadísticamente significativas entre el Grupo EAA y el Grupo ETA.

En segundo lugar, el Grupo EAA obtiene valoraciones promedio significativamente mayores en cuanto a los ítems “Me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor” ($p < 0,0005$), “Me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase” ($p < 0,05$), y “Utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase” ($p < 0,0005$). Estas diferencias son las que finalmente deberían ser interpretadas, ya que son las únicas que ofrecen resultados estadísticamente significativos.

Tabla 11. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en distintas autopercepciones del alumnado (comparación EAA – ETA)

Características valoradas sobre la RA	Media EAA	Media ETA	T de Student			Mann-Whitney		
			t	g.l.	p	Z	g.l. (a)	p
Me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor	5,0	3,7	4,1** *	89, 0	,00 0	- 3,9* **	n.a.	,00 0
Me gusta hacer tareas o trabajar con otros compañeros de clase	6,0	5,5	1,9*	55,4	,06 3	-1,5	n.a.	,144
Me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase	6,3	5,9	1,9*	89, 0	,06 4	- 2,5* *	n.a.	,013

Utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase	5.1	3.1	6.0* **	89, 0	,00 0	- 5.1** *	n.a.	,00 0
Los libros de texto me cansan/aburren con facilidad	4.5	4.9	-1.0	89, 0	,319	-0.9	n.a.	,365
Contacto con mis compañeros de clase a través de redes sociales	6.0	5.9	0.2	89, 0	,825	-0.7	n.a.	,505

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0.1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0.05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0.01$.

^(a) n.a.: Z es un estadístico que se distribuye aproximadamente según $N(0,1)$. Esta distribución no aplica grados de libertad (g.l.).

El análisis *cluster* jerárquico se aplicó tanto sobre las respuestas del Grupo EAA como sobre las respuestas del Grupo ETA. En los subapartados anteriores no se aplicó esta técnica sobre la muestra de alumnos sin experiencia con la Realidad Aumentada. En esta ocasión este tipo de clasificación sí se ha considerado de interés porque el tipo de ítems valorados corresponden a autovaloraciones sobre características genéricas de los estudiantes, mientras que en los temas tratados en los subapartados anteriores dependen en buena medida de haber cursado la asignatura correspondiente bajo la modalidad de Realidad Aumentada. Los resultados de la clasificación son los siguientes:

- Tres grupos a partir de respuestas de alumnos EAA: G1 (N = 20; 37%), G2 (N = 22; 40,7%), y G3 (N = 12; 22,2%).

- Tres grupos a partir de respuestas de alumnos ETA: G1 (N = 12; 32,4%), G2 (N = 11; 29,7%), y G3 (N = 14; 37,8%).

En la Tabla 8 se muestra la valoración media de los ítems de este subapartado tras la clasificación (tres grupos alumnos EAA) y el resultado de la prueba estadística ANOVA de 1 factor (y su complementaria no paramétrica la prueba de Kruskal-Wallis). La Tabla 9 ofrece este mismo resultado para los tres grupos dentro del conjunto de alumnos ETA.

Tabla 12. Distribución de las autovaloraciones medias de los grupos resultantes del análisis *cluster* y contraste de hipótesis sobre medias (Grupo EAA – autovaloraciones como estudiantes)

Autovaloraciones como estudiantes	G1	G2	G3	ANOVA 1 factor			Kruskal-Wallis		
				F	g.l.	p	Ch ²	g.l.	p
				Me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor	5,2	4,4 ^v	5,9 [^]	4,0**	2
Me gusta hacer tareas o trabajar con otros compañeros de clase	6,3 [^]	5,7 ^v	6,2	1,6	2	,204	2,7	2	,259
Me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase	6,1 ^v	6,3	6,7 [^]	1,2	2	,318	2,4	2	,305
Utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase	3,6 ^v	5,9	6,5 [^]	28,1***	2	,000	27,5***	2	,000
Los libros de texto me cansan/aburren con facilidad	5,6 [^]	3,4 ^v	4,8	9,3***	2	,000	13,3***	2	,001

Contacto con mis compañeros de clase a través de redes sociales	6,4	6,7 [^]	4,1 [▼]	31,3 ^{***}	2	,000	27,2 ^{***}	2	,000
---	-----	------------------	------------------	---------------------	---	------	---------------------	---	------

^{*} Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,1$.

^{**} Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,05$.

^{***} Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,01$.

[^] Puntuación promedio intergrupo más alta. [▼] Puntuación promedio intergrupo más baja.

- G1: este grupo se caracteriza por tener autovaloraciones más bajas en el ítem “utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase”. Este grupo destaca por obtener las autovaloraciones más elevadas en el ítem “los libros de texto me cansan/aburren con facilidad”. La principal característica de este grupo es que está poco motivado por el uso del móvil para consultar materiales didácticos ($M = 3,6$), y se denominará a partir de ahora “Autovaloración Tipo I”.
- G2: autovaloraciones más bajas en los ítems “me gusta hacer tareas o trabajar con otros compañeros de clase”, y “los libros de texto me cansan/aburren con facilidad”; autovaloraciones más altas en el ítem “contacto con mis compañeros de clase a través de redes sociales”. Este grupo parece estar más orientado hacia el trabajo individual con ayuda del profesor (menor grado de contacto social con los compañeros si no es a través de redes), y se denominará “Autovaloración Tipo II”.

- G3: autovaloraciones más bajas en el ítem “contacto con mis compañeros de clase a través de redes sociales”; autovaloraciones más altas en los ítems “me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor”, y “utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase”. Este grupo parece estar más orientado hacia la autonomía personal respecto a su propio aprendizaje, y se denominará “Autovaloración Tipo III”.

Tabla 13. Distribución de las autovaloraciones medias de los grupos resultantes del análisis *cluster* y contraste de hipótesis sobre medias (Grupo ETA – autovaloraciones como estudiantes)

Autovaloraciones como estudiantes	G1	G2	G3	ANOVA 1 factor			Kruskal-Wallis		
				F	g.l.	p	Chi ²	g.l.	p
Me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor	2,8 v	3,5	4,6 ^	6,8***	2	,003	10,9***	2	,004
Me gusta hacer tareas o trabajar con otros compañeros de clase	4,7 v	6,0 ^	5,7	2,5*	2	,098	1,9	2	,384
Me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase	6,5 ^	6,2	5,1 v	10,1***	2	,000	14,2***	2	,001
Utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase	3,3	3,5 ^	2,6 v	1,7	2	,193	3,3	2	,194
Los libros de texto me cansan/aburren con facilidad	5,7 ^	3,0 v	5,7 ^	21,9***	2	,000	18,9***	2	,000
Contacto con mis compañeros de clase a través de redes sociales	5,9	6,4 ^	5,6 v	1,3	2	,274	2,1	2	,348

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,01$.

^ Puntuación promedio intergrupo más alta. v Puntuación promedio intergrupo más baja.

- G1: este grupo se caracteriza por tener autovaloraciones más bajas en el ítem “me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor”, y autovaloraciones más elevadas en los ítems “me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase”, y “los libros de texto me cansan/aburren con facilidad”. Este grupo se denominará a partir de ahora “ETA Tipo I”.
- G2: autovaloraciones más bajas en el ítem “los libros de texto me cansan/aburren con facilidad”, y se denominará “ETA Tipo II”.
- G3: autovaloraciones más bajas en el ítem “me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase” y autovaloraciones más altas en los ítems “me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor”, y “los libros de texto me cansan/aburren con facilidad”. Este grupo se denominará a partir de ahora “ETA Tipo III”.

Con el fin de identificar ciertos patrones de respuesta o perfiles de alumnos en función de la experiencia con la Realidad Aumentada (Grupo EAA), se ha comparado la distribución de los tres tipos de autoconcepto

como estudiantes (Autovaloración Tipo I, II y III), con otras variables y clasificaciones.

En la Tabla 10 se muestra el resultado de cruzar la distribución de alumnos en función del tipo de autovaloración con los *clusters* identificados en otros subapartados de este informe: conocimiento sobre la Realidad Aumentada, utilidad para la vida y utilidad en el aula. La prueba Ch^2 indica que el tipo de autoevaluación solamente se relaciona estadísticamente con la utilidad valorada de la Realidad Aumentada en el aula ($Ch^2 = 12,4$; $p < 0,05$). Más concretamente, que los alumnos clasificados en el Tipo II tienden a concentrarse en mayor medida en el grupo que percibe la dificultad de utilizar la Realidad Aumentada en el aula como baja (68,2%, frente al 27,3% de “pragmáticos” y el 4,5% del grupo que percibe dicha dificultad como media).

En cuanto a los Tipos I y III, se observan bastantes semejanzas respecto a su distribución, predominando los alumnos con una visión más pragmática de la Realidad Aumentada y su uso en el aula (47,4% y 41,7%, respectivamente), y en donde 1 de cada 3 alumnos perciben el uso de la Realidad Aumentada en el aula con dificultad media (mientras que 1 de cada 4 o de cada 5 alumnos perciben la dificultad como baja).

Tabla 14. Distribución combinada de los grupos de autovaloración como estudiantes (Tipo I, Tipo II, Tipo III) con la clasificación identificada sobre el conocimiento de la Realidad Aumentada, y la valoración de su utilidad para la vida y en el aula (Grupo EAA en %)

		Autovaloración como estudiantes					
		Autovaloración		Autovaloración		Autovaloración	
		Tipo I		Tipo II		Tipo III	
		N	%	N	%	N	%
Conocimiento sobre la RA (a)	Conocimiento RA ajustado	16	80,0%	17	77,3%	10	90,9%
	Conocimiento RA desajustado	4	20,0%	5	22,7%	1	9,1%
Utilidad de la RA para la vida (b)	Grupo escéptico	9	47,4%	5	22,7%	4	33,3%
	RA útil en el aula	5	26,3%	5	22,7%	1	8,3%
	RA útil para la vida	5	26,3%	12	54,5%	7	58,3%
Utilidad de la RA el aula (c)	Grupo pragmático	9	47,4%	6	27,3%	5	41,7%
	RA dificultad media	6	31,6%	1	4,5%	4	33,3%
	RA dificultad baja	4	21,1%	15	68,2%	3	25,0%

(a) $Ch^2 = 0,9$; $p = 0,632$.

(b) $Ch^2 = 5,4$; $p = 0,247$.

(c) $Ch^2 = 12,4$; $p = 0,015$.

Teniendo en cuenta otras variables de clasificación, en la Tabla 11 se muestra que solamente el sexo del alumno se relaciona estadísticamente con el tipo de autovaloración ($Ch^2 = 11,9$; $p < 0,005$).

Se observa que en la autovaloración Tipo III se invierte la mayor proporción de mujeres frente a hombres que se produce en el Tipo I y II: en estos dos grupos la proporción de mujeres se encuentra entre el 85-90%, mientras que en el Tipo III es de 41,7% (frente al 58,3% de hombres).

Tabla 15. Distribución combinada de los grupos de autovaloración como estudiantes (Tipo I, Tipo II, Tipo III) y el resto de variables de clasificación (Grupo EAA en %)

		Autovaloración como estudiantes					
		Autovaloración Tipo I		Autovaloración Tipo II		Autovaloración Tipo III	
		N	%	N	%	N	%
(a) Centro de Estudios	Santamarca	14	70,0 %	15	68,2%	9	75,0%
	Chapas - Attendis	6	30,0 %	7	31,8%	3	25,0%
(b) Sexo	Hombre	3	15,0 %	2	9,1%	7	58,3%
	Mujer	17	85,0 %	20	90,9%	5	41,7%
(c) Curso	Tercero de ESO	5	25,0 %	5	22,7%	4	33,3%
	Cuarto de ESO	15	75,0 %	17	77,3%	8	66,7%
(d) Edad	14-15 años	11	55,0 %	12	54,5%	5	41,7%
	16 años	7	35,0 %	7	31,8%	4	33,3%
	17-18 años	2	10,0 %	3	13,6%	3	25,0%
(e) Asignatura en la que ha usado la RA	Arte	6	30,0 %	7	31,8%	5	41,7%
	Bioquímica	11	55,0 %	12	54,5%	6	50,0%
	Geografía	3	15,0 %	3	13,6%	1	8,3%

(a) $Chi^2 = 0,2$; $p = 0,916$.

(b) $Chi^2 = 11,9$; $p = 0,003$.

(c) $Chi^2 = 0,5$; $p = 0,791$.

(d) $Chi^2 = 1,5$; $p = 0,824$.

(e) $Chi^2 = 0,6$; $p = 0,958$.

Se ha comparado también si el tipo de autovaloración identificado mantiene el mismo nivel de satisfacción con la experiencia de la Realidad Aumentada. Las puntuaciones medias obtenidas por los grupos que componen esta clasificación sobre si recomendarían la experiencia de la Realidad Aumentada (medida de satisfacción, en escala de respuesta de 1 a 10) es la siguiente: Tipo I ($M = 7,8$), Tipo II ($8,6$), y Tipo III ($M = 9$).

Descriptivamente, el grupo denominado Tipo III tiene un mayor nivel de satisfacción con la Realidad Aumentada, si bien la prueba de contraste sobre diferencias de medias no ha resultado ser estadísticamente significativa (ANOVA: $F = 2,1$; $p = 0,135$; Kruskal-Wallis: $Chi^2 = 4,6$; $p = 0,100$).

No se han realizado comparaciones de la tipología de autovaloración en función del rendimiento académico porque no se dispone de información suficiente (solamente disponemos de las notas finales para 25 alumnos del Grupo EAA). También conviene señalar que la capacidad para identificar patrones o perfiles se encuentra limitado por el tamaño de la muestra, que no es muy elevado. Por esta razón, aunque los análisis efectuados permiten profundizar en las posibles tendencias o patrones de respuesta de los alumnos, se requiere de investigación adicional con muestras mayores.

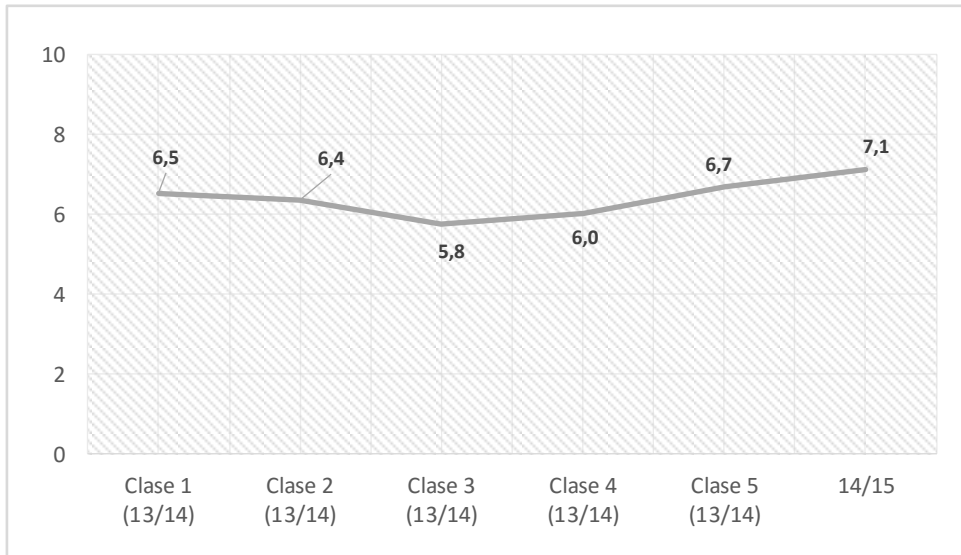
6.7. Efecto de la Realidad Aumentada en el rendimiento académico

En este apartado vamos a estudiar si la Realidad Aumentada tiene algún efecto en el rendimiento académico. Es de vital importancia contrastar o evaluar de algún modo si el uso de esta tecnología dentro de los Entornos Aumentados de Aprendizaje no disminuye el rendimiento académico de los alumnos ya que esto resultaría contrario a la utilización estos Entornos tanto desde un punto de vista tecnológico como metodológico.

Se ha analizado el rendimiento académico obtenido por 25 alumnos del Grupo EAA (curso 2014/2015) con el de cinco clases que realizaron la misma asignatura en el curso académico anterior (2013/2014). El Gráfico 16 refleja las notas promedio de todos estos grupos: puede observarse que el Grupo EAA ha obtenido una nota media ligeramente superior a la del resto de grupos comparados ($M = 7,1$), siendo la única nota que sobrepasa el punto de corte de 7 correspondiente al notable.

No obstante, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre todos estos promedios de rendimiento, por lo que se puede concluir que, estadísticamente el rendimiento académicos el mismo entre los distintos grupos comparados.

Gráfico 16: Distribución de la nota media de alumnos con experiencia en el aula de Realidad aumentada (curso 14/15) frente a otros grupos del curso anterior (13/14). GRUPO EAA



Para la realización de estos contrastes se utilizó la prueba ANOVA de 1 factor (y su alternativa no paramétrica, la prueba de Kruskal-Wallis). Los resultados obtenidos indican ausencia de relación estadística (ANOVA: $F = 1,22$; $p = 0,301$, Kruskal-Wallis: $Ch^2 = 5,82$; $p = 0,325$). En cualquier caso, se comprueba que la utilización de la Realidad Aumentada no opera en detrimento del rendimiento académico, objetivo que se pretendía cumplir con la implementación de esta metodología en el aula, y objetivo de investigación a contrastar.

6.8. Una experiencia de Realidad Aumentada en el aula en entornos universitarios

Por su gran diferencia con el resto (edad, estudios, futura profesión), el grupo EEA-U se ha analizado de forma diferente. Como se comentó anteriormente, los participantes que componen la muestra de estudiantes universitarios (Grupo EAA-U) son un total de 23 alumnos de la asignatura TIC para la Sociedad Digital del Grado en Educación Primaria del Centro Universitario La Salle con edades comprendidas entre los 18 y los 24 años en el momento de aplicar la Realidad Aumentada (26,1% de hombres y 73,9% de mujeres).

En cuanto a la comparación del grado de conocimiento adquirido sobre la Realidad Aumentada (ver Tabla 12), los participantes del Grupo EAA-U no creen que se trate de una forma distinta de ver la realidad (8,7%), ni tampoco una forma nueva de interactuar con los objetos reales (8,7%), mientras que el Grupo EAA considera estas dos cuestiones como relevantes para definir la Realidad aumentada (68,5% y 74,1%, respectivamente).

Tabla 16. Contraste de hipótesis (χ^2) sobre el grado de conocimiento que tienen los alumnos sobre la Realidad Aumentada (comparación EAA – EAA-U)

Características valoradas sobre la RA	EAA	EAA-U	Chi ²	g.l.	p
Una forma distinta de ver la realidad	68,5%	8,7%	23,1***	1	0,000
Una forma de ampliar los objetos, que parezcan más grandes	22,2%	13,0%	0,9	1	0,352
Un aparato para ver las cosas en 3D	33,3%	17,4%	2,0	1	0,156
Objetos reales en combinación con objetos virtuales	70,4%	78,3%	0,5	1	0,477
Lo mismo que la realidad virtual	9,3%	26,1%	3,7*	1	0,053
Una forma nueva de interaccionar con los objetos reales	74,1%	8,7%	27,8***	1	0,000
Una forma de ampliar el mundo real	70,4%	73,9%	0,1	1	0,753
Efectos creados por ordenador, como en las películas	53,7%	0,0%	19,8***	1	0,000

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,01$.

NOTA: los porcentajes reflejan la tasa de respuesta afirmativa para cada ítem.

La diferencia más clara entre ambos grupos se produce en el ítem “Efectos creados por ordenador, como en las películas”, en donde los alumnos universitarios no han emitido ninguna respuesta favorable, frente al 53,7% de respuestas en el Grupo EAA. Las diferencias comentadas son las únicas que han mostrado significación estadística según la prueba de χ^2 .

Mediante la prueba T de Student para muestras independientes (y su equivalente no paramétrico, la prueba de Mann-Whitney), se han contrastado las diferencias estadísticas entre las valoraciones realizadas en un grupo y otro (EAA – EAA-U) en cuanto a la Realidad Aumentada (ver Tabla 13).

El Grupo EAA obtiene valoraciones promedio significativamente mayores en cuanto a los ítems “Hace que la relación entre las personas sea más cercana” ($p < 0,05$), y “Es cara” ($p < 0,005$), mientras que el Grupo EAA-U obtiene una valoración promedio significativamente mayor en el ítem “Solo sirve para cosas concretas o especiales” ($p < 0,005$).

Tabla 17. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la valoración sobre el uso de la Realidad Aumentada (comparación EAA – EAA-U)

Características valoradas sobre la RA	Medi a EAA	Medi a EAA- U	T de Student			Mann-Whitney		
			t	g.L.	p	Z	g.L. (a)	p
Es útil para aprender cosas nuevas	5,8	6,0	-0,7	48,8	,485	-5	n.a.	,646
Es interesante y útil para la vida	5,5	5,0	1,4	75,0	,174	-1,2	n.a.	,234
Es interesante y útil para ver los temas de clase	5,8	6,2	-1,4	75,0	,178	-1,1	n.a.	,257
Es una forma de motivar a la gente para aprender	6,0	5,7	1,1	75,0	,283	-1,1	n.a.	,271
Hace que la relación entre las personas sea más cercana	4,2	3,1	2,5**	74,0	,014	- 2,4**	n.a.	,015
No es aburrida	5,9	6,3	- 2,0*	70,0	,051	-1,2	n.a.	,243
Es una moda pasajera, como tantas otras	2,6	2,8	-0,5	75,0	,651	-2	n.a.	,846
Es cara	3,4	2,3	3,1** *	75,0	,003	3,0** *	n.a.	,003
Sirve para muchas cosas	5,4	4,9	1,6	52,6	,111	-1,6	n.a.	,105
Solo sirve para cosas concretas o especiales	3,0	4,4	- 3,5** *	75,0	,001	- 3,3** *	n.a.	,001
Tarde o temprano la utilizará todo el mundo	5,4	5,5	-0,6	75,0	,582	-7	n.a.	,513
Es fácil de utilizar	5,7	6,0	-0,8	75,0	,430	-7	n.a.	,490

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,01$.

^(a) n.a.: Z es un estadístico que se distribuye aproximadamente según $N(0,1)$. Esta distribución no aplica grados de libertad (g.l.).

Por su parte, la comparación entre el Grupo EAA y el Grupo EAA-U respecto a la valoración de la experiencia frente al curso pasado en el que no siguieron el método de Realidad Aumentada en el aula, se muestra en la Tabla 14.

Tabla 18. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la valoración sobre el uso de la Realidad Aumentada respecto al curso anterior (comparación EAA – EAA-U)

Valoración de la experiencia RA	Med ia EAA	Med ia EAA -U	T de Student			Mann-Whitney		
			t	g.l.	p	Z	g.l. (a)	p
La experiencia me ha gustado y repetiría	5,9	6,3	-1,6	74,0	,116	-2	n.a.	,832
Hay cosas que se vieron en clase mejor sin RA	3,8	4,1	-7	75,0	,467	-6	n.a.	,563
Con la RA me siento más motivado hacia la asignatura	5,5	5,8	-9	65,6	,367	-2	n.a.	,858
La asignatura me resulta más interesante y entretenida	5,3	5,6	-1,0	60,2	,316	-6	n.a.	,552
He aprendido más que si lo hubiera estudiado de la otra forma (sin RA)	4,4	1,8	8,6*	74,0	,000	-5,5*	n.a.	,000
Me ha resultado más difícil	2,6	3,3	-1,7	37,4	,105	-1,7*	n.a.	,090

Me ayuda a encontrar mi vocación al ser más entretenida	3.4	3.6	-7	57.6	.490	-.8	n.a.	.443
Me atrae que es algo nuevo	5.5	5.4	.3	75.0	.769	-.6	n.a.	.554
Lo importantes son las notas que saque al finalizar el curso	5.0	6.2	4.1**	72.4	.000	3.0**	n.a.	.002
Este método es mejor solo en algunas cosas	4.8	3.5	3.3*	75.0	.002	3.1**	n.a.	.002
Los profesores han prestado más atención a lo que hacemos los alumnos	5.2	6.2	3.6*	61.7	.001	2.9*	n.a.	.004
La ayuda del profesor es más necesaria	3.6	4.5	2.3*	75.0	.025	2.2*	n.a.	.031
Me ha acercado más al profesor	4.3	5.3	3.2*	69.7	.002	2.2*	n.a.	.025
Los alumnos colaboramos más unos con otros	5.8	6.0	-.7	75.0	.513	-.5	n.a.	.584
Con este tipo de experimentos me gusta venir más al colegio	5.2	5.6	-1.0	75.0	.337	-.6	n.a.	.556
Ha dado tiempo a ver todo lo que entraba para el examen	4.6	n.a. (b)	----	----	----	----	n.a.	----

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,01$.

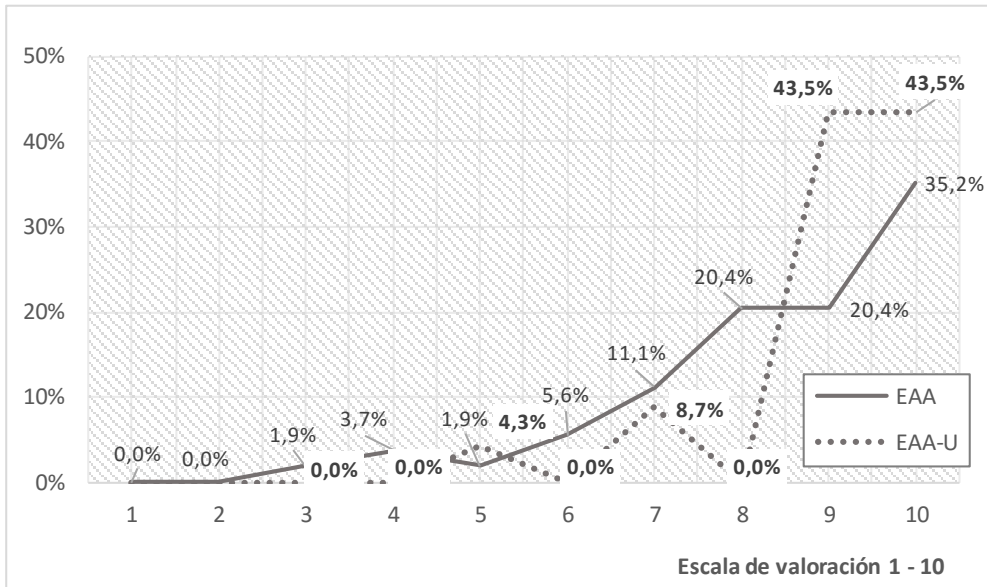
(a) n.a.: Z es un estadístico que se distribuye aproximadamente según $N(0,1)$. Esta distribución no aplica grados de libertad (g.l.).

(b) n.a.: No se muestra información descriptiva (ni prueba de contraste) puesto que este ítem no se administró al Grupo EAA-U, al no realizar la evaluación mediante examen.)

Los resultados encontrados indican un promedio significativamente en las valoraciones del Grupo EAA para los ítems “He aprendido más que si lo hubiera estudiado de la otra forma (sin RA)” ($p < 0,0005$), y “Este método es mejor solo en algunas cosas” ($p < 0,005$). Por su parte, estadísticamente hablando el Grupo EAA-U aventaja al Grupo EAA en la valoración de los ítems “Lo importantes son las notas que saque al finalizar el curso” ($p < 0,005$), “Los profesores han prestado más atención a lo que hacíamos los alumnos” ($p < 0,005$), “La ayuda del profesor es más necesaria” ($p < 0,05$), y “Me ha acercado más al profesor” ($p < 0,05$).

Se ha comparado el nivel de satisfacción con la experiencia de Realidad Aumentada implementada en el aula, observándose un mayor nivel de satisfacción por parte del alumnado universitario (Grupo EAA-U, Gráfico 17). Este grupo refleja una tasa de respuesta de caso el 90% en las valoraciones más altas de la escala (entre 9 y 10). Mediante la prueba T de Student para muestras independientes se ha contrastado si el promedio de satisfacción del Grupo EAA-U es superior al del Grupo EAA, encontrando que la diferencia de promedios es estadísticamente significativa ($M_{EAA} = 8,4$, $M_{EAA-U} = 9,1$; $t = -1,98$; $p = 0,026$). La alternativa no paramétrica también ha arrojado el mismo resultado (prueba de Mann-Whitney: $Z = -1,65$; $p = 0,049$).

Gráfico 17: Satisfacción con la experiencia de la Realidad Aumentada en el aula. GRUPO EAA – GRUPO EAA-U



En cuanto a la valoración del papel del profesorado que imparte la materia o asignatura mediante el método de Realidad Aumentada, solamente se han encontrado diferencias estadísticamente significativas respecto al grado de preparación. Más concretamente, los alumnos universitarios (Grupo EAA-U) obtiene un promedio significativamente mayor que el Grupo EAA ($M = 6,8$ frente a $M = 5,8$; $p < 0,0005$). Estos resultados se muestran en la Tabla 15.

Tabla 19. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la valoración del papel del profesorado que ha participado en la experiencia de la Realidad Aumentada (comparación EAA – EAA-U)

Valoración de la experiencia RA	Med ia EAA	Med ia EAA -U	T de Student			Mann-Whitney		
			t	g.l.	p	Z	g.l. (a)	p
Mis profesores están preparados para realizar este trabajo	5.8	6.8	5.5* **	74.1	.00 0	- 4.0* **	n.a.	.00 0
Mis profesores están actualizados en las nuevas tecnologías, las dominan sin problemas	5.4	5.4	.0	75	.96 5	.0	n.a.	.99 5
Tras la experiencia con la RA me he dado cuenta de que mis profesores son mejores de lo que creía	4.7	4.4	.7	75	.47 5	-.9	n.a.	.36 8
He aprendido más gracias a los profesores que a la RA	4.9	5.5	-1.4	75	.171	-1.2	n.a.	.24 8
Los profesores estaban más motivados por utilizar métodos nuevos/originales	5.2	5.9	-1.6	75	.110	-1.5	n.a.	.136

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,01$.

(a) n.a.: Z es un estadístico que se distribuye aproximadamente según $N(0,1)$. Esta distribución no aplica grados de libertad (g.l.).

Respecto a la importancia de los recursos materiales de apoyo, el Grupo EAA-U se diferencia del Grupo EAA en que no consideran el ordenado como un recurso de interés para la aplicación de la Realidad Aumentada en el aula ($p < 0,0005$), con una valoración promedio de 2,8 por debajo del valor intermedio en la escala de valoración del 1 al 7. Estos resultados se muestran en la Tabla 16.

Tabla 20. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la valoración sobre la relevancia de los recursos materiales de apoyo (comparación EAA – EAA-U)

Características valoradas sobre la RA	Med ia EAA	Med ia EAA -U	T de Student			Mann-Whitney		
			t	g.l.	p	Z	g.l. (a)	p
Me enseñan a utilizarla con una pizarra digital	5,9	6,2	-1,1	75	,294	-,9	n.a.	,355
Cuando utilizo una tableta	6,3	6,1	,5	75	,601	-,5	n.a.	,618
Cuando utilizo un ordenador	5,1	2,8	6,5* **	74	,00 0	- 5,2* **	n.a.	,00 0

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0,01$.

(a) n.a.: Z es un estadístico que se distribuye aproximadamente según $N(0,1)$. Esta distribución no aplica grados de libertad (g.l.).

Por último, y en comparación con el Grupo EAA, los alumnos universitarios se perciben como más autónomos en la realización de tareas (sin ayuda del profesor, $p < 0,05$), parecen estar menos interesados en las nuevas tecnologías aplicadas en el aula, aunque manteniendo un nivel de interés entre medio y moderado ($M = 4,7$, $p < 0,0005$), y utilizan el móvil en menor medida para consultar contenidos que se han tratado en clase (manteniendo un nivel moderado: $M = 4,3$, $p < 0,05$). Por otro lado, cabe resaltar que, a diferencia del Grupo EAA, los alumnos universitarios no afirman aburrirse o cansarse con los libros de texto ($M = 2,4$, $p < 0,0005$). Estos resultados se muestran en la Tabla 17.

Tabla 21. Contraste sobre diferencia de medias (muestras independientes) en la autopercepción media del alumnado (comparación EAA – EAA-U)

Valoración de la experiencia RA	Med ia EAA	Med ia EAA -U	T de Student			Mann-Whitney		
			t	g.l.	p	Z	g.l. (a)	p
Me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor	5,0	6,0	2,6*	75	,012	2,5*	n.a.	,012
Me gusta hacer tareas o trabajar con otros compañeros de clase	6,0	6,3	-1,2	75	,231	-1,1	n.a.	,278
Me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase	6,3	4,7	5,3*	33,5	,000	4,8*	n.a.	,000

Utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase	5.1	4.3	2.4**	56.8	.020	-2.4**	n.a.	.017
Los libros de texto me cansan/aburren con facilidad	4.5	2.4	5.3**	56.7	.000	4.2**	n.a.	.000
Contacto con mis compañeros de clase a través de redes sociales	6.0	6.4	-1.8*	68.9	.075	-1.0	n.a.	.340

* Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0.1$.

** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0.05$.

*** Valor del estadístico de contraste significativo para un $\alpha = 0.01$.

(a) n.a.: Z es un estadístico que se distribuye aproximadamente según $N(0,1)$. Esta distribución no aplica grados de libertad (g.l.).

Capítulo 7

Discusión y conclusiones

A lo largo de esta tesis, hemos ido analizando la experiencia en el aula al ser aplicado un Entorno Aumentado de Aprendizaje. Es decir, hemos analizado qué ha supuesto como experiencia en los alumnos el uso de la Realidad Aumentada en diferentes soportes, planteado este análisis desde un marco metodológico (TPACK) y de integración tecnológica (SAMR) determinados.

Así pues, a continuación se van a presentar las conclusiones de esta investigación teniendo en cuenta que éstas no deben entenderse como definitivas.

El objetivo general de esta investigación era describir y caracterizar el aporte de un entorno aumentado de aprendizaje en diferentes asignaturas de educación secundaria.

Este objetivo a su vez tenía una serie de objetivos específicos que se han tratado de analizar mediante el estudio empírico de la tesis. Estos objetivos específicos eran:

- Investigar sobre la motivación de los alumnos ante esta nueva experiencia.
- Inquirir sobre el conocimiento que los alumnos tienen sobre la Realidad Aumentada.
- Comprobar las diferencias que hay en los resultados entre las diferentes asignaturas estudiadas.
- Discernir el papel del profesorado en esta experiencia.
- Describir de qué manera influye la realidad aumentada en la intervención.
- Describir a su vez de qué manera influye la pizarra digital interactiva en la intervención.
- Establecer las diferencias que puede haber utilizado ordenadores o dispositivos móviles a la hora de hacer las actividades.

Teniendo en cuenta estos objetivos y su consecución, podemos concluir lo siguiente:

- En la investigación sobre este la motivación del alumnado ante esta nueva experiencia hemos podido observar que la tasa de valoración de este trabajo es muy alta (35,2% de porcentaje de respuesta más alto y más de un 75% de respuesta en las valoraciones más altas como se puede ver en el gráfico 9 del punto 6.4). Además, las posibles diferencias constatables en la medición de esta motivación, como pueden ser el sexo, el centro, la edad, el profesor o el curso, son casi

mínimas. Así mismo, las expectativas previas y el interés ante una experiencia similar son muy elevadas, como se puede observar en el estudio del grupo ETA. Por estas razones, podemos afirmar que la utilización adecuada de los Entornos Aumentados de Aprendizaje supone un aumento de la motivación del alumnado.

- Siempre se ha considerado, por el estudio de la Realidad Aumentada en el constructo teórico (punto 4.1), que ésta es una tecnología de gran importancia actual, pero que lo será aún más en un futuro. Es por eso que se ha intentado ver si, con una experiencia de este tipo, el conocimiento de los alumnos sobre ella se clarifica, ya que no todo el mundo está al corriente ni de su uso ni de su significado. La comparación tras la experiencia de los grupos EEA y ETA nos muestra que los grupos que han pasado por esta experiencia conocen de una forma bastante acertada tanto lo que es la Realidad Aumentada como los usos sociales y educativos de ésta. No obstante, la baja tasa de respuestas ante esta pregunta del grupo ETA no nos permite comprobar lo contrario; es decir, no podemos afirmar con seguridad que los alumnos que no han disfrutado de esta experiencia no saben lo que es la Realidad Aumentada y sus usos. Más bien expone que estos alumnos no se han arriesgado en la valoración, por lo que no podemos afirmar que exista un conocimiento erróneo. Principalmente, podemos decir que lo que hay en los grupos que no han sido expuestos a un Entorno Aumentado de Aprendizaje es desconocimiento de la Realidad Aumentada. Todo esto queda contrastado en el punto 6.1 y 6.2.

- Valorando la experiencia dentro del aula, es de destacar que esta experiencia como se ve en el punto 6.3 ha arrojado resultados muy altos de valoración por parte de los estudiantes en aspectos como la mayor colaboración entre compañeros, la novedad de esta tecnología y la motivación (como se ha visto en la primera de las conclusiones). En general, con estos resultados podemos valorar que la utilización de la Realidad Aumentada dentro del aula puede ser valorada muy positivamente por los alumnos. No obstante, habría que matizar seriamente esta conclusión, ya que hay aspectos del estudio sobre la percepción del alumnado acerca de los Entornos Aumentados de Aprendizaje que nos obligan a ello. Sobre todo, porque hay ocasiones en que el alumnado valora de una forma muy significativa que la Realidad Aumentada y los Entornos Aumentados de Aprendizaje sólo son mejores que el método tradicional de enseñanza en algunos casos. Por tanto, en palabras del alumnado: "hay cosas que se vieron mejor en clase sin la Realidad Aumentada" (punto 6.3).
- Sobre el papel del profesorado y la visión que los alumnos tienen de ésta, podemos concluir que es positiva cuando utilizan una tecnología avanzada como la presentada (punto 6.5). Los alumnos creen que, ante la utilización de la Realidad Aumentada en el aula y las tecnologías análogas como la pizarra digital o los dispositivos móviles, sus profesores están más motivados, son mejores de lo que en un principio habían sospechado y dominan las tecnologías sin problemas. Sin embargo, este último aspecto, el dominio de las TIC

en las aulas, debe de ser matizado, ya que, a su vez, los alumnos creen que estos no están preparados para realizar este trabajo. No podemos afirmar categóricamente que esto es porque normalmente nunca ven a sus profesores utilizar las TIC de una manera tan avanzada, pero esto y la mentorización por parte de los mejores alumnos del grupo EAA-U nos pueden arrojar alguna pista de por qué esta contradicción aparece en el estudio.

- En cuanto a los recursos materiales utilizados y las tecnologías análogas que se han empleado tanto para trabajar como para explicar lo que es la Realidad Aumentada y el proceso a seguir en los Entornos Aumentados de Aprendizaje, podemos decir que los dispositivos móviles (en concreto las tabletas) y las Pizarras Digitales Interactivas son de gran ayuda tanto para una cosa como para la otra (punto 6.5). Los alumnos se ven atraídos de una forma especial por el uso de dispositivos móviles, que por otra parte son imprescindibles para el uso de la Realidad Aumentada en el aula, ya que son los instrumentos mediante los cuales vamos a visualizarla. En cuanto a las Pizarras Digitales Interactivas, los alumnos afirman que su uso para la explicación ha sido muy positivo. Esta última afirmación conviene matizarla desde el punto de vista de la integración de esta tecnología en el aula. Utilizando el modelo SAMR de integración tecnológica podemos decir que no es la propia Pizarra Digital Interactiva la que promueve una mejor explicación de la materia, sino la metodología y la forma en la que se usa. Además, sin olvidar lo cómodos que los

estudiantes se encuentran ante el uso de los dispositivos móviles y la Pizarra Digital Interactiva, conviene matizar que el ordenador también ha recibido una puntuación promedio elevada, por lo que no debe descartarse como recurso material relevante, sobre todo en la realización de las fases de investigación y producción de material.

- Durante toda la investigación, se ha intentado identificar una serie de perfiles por el medio de los resultados de los *clusters*. Antes de arrojar alguna conclusión, hay que matizar que, por la muestra empleada, estos perfiles no son ni definitivos ni totalmente concluyentes. A pesar de ello, merece la pena pararse en este punto para analizar algunas cuestiones interesantes. Es relevante la creación de tres grupos en el grupo EEA:
 - Un grupo (Autovaloración Tipo I) poco motivado para utilizar el uso del móvil a la hora de su utilización en el aula. Sin embargo, este grupo se aburre con facilidad con los libros de texto.
 - Un grupo (Autovaloración Tipo II) orientado hacia el trabajo individual con ayuda del profesor y con menos contacto social con sus compañeros (no en el caso de las redes sociales)
 - Un grupo (Autovaloración Tipo III) orientado hacia la autonomía personal respecto a su propio aprendizaje.

Esta división de grupos no es, como se ha dicho anteriormente, definitiva, ni se puede concluir con que la mayor parte de las aulas

tienen esta tipología, pero abre un interesante debate sobre la metodología a utilizar en un aula para satisfacer a grupos tan diferenciados en el uso tecnológico y con una autovaloración tan distinta.

7.1. Limitaciones de esta investigación y futuras líneas de trabajo

Para comenzar este apartado, creemos importante señalar que esta investigación no ha validado el mayor impacto que pueden tener los Entornos Aumentados de Aprendizaje en la educación frente a la educación tradicional. Es decir, no podemos concluir con la afirmación de que, con el uso de la Realidad Aumentada, los alumnos aprenden de una mejor manera. Por la clase de investigación y la muestra utilizada, se ha preferido el análisis de la experiencia que supone el trabajar con esta tecnología y metodología determinada.

Otra limitación importante en el estudio empírico ha sido el encorsetamiento al que se ha sido sometido por la imposibilidad de abordar contenido fuera del currículo. Esto hace que no se haya diseñado este proyecto desde el punto de vista de la transversalidad entre asignaturas y cursos. No obstante, esta limitación marca una línea de investigación futura, que es la utilización de los Entornos Aumentados de Aprendizaje de forma transversal e incluso con metodologías distintas como puede ser el

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) o la metodología cooperativa. Especialmente esta última, ya que uno de los aspectos valorados de manera más positiva es el alto nivel de colaboración que los alumnos han tenido entre ellos.

De nuevo nos encontramos con otra limitación en el estudio por la muestra escogida como es la identificación de perfiles. Esta investigación ha empezado con esta identificación, pero, por la necesidad de obtener más datos y más variados, se propone una nueva línea de investigación con muestras nuevas.

Así pues resumiendo se puede decir que las futuras líneas de trabajo derivadas de esta investigación serán:

- Investigar las bondades de los Entornos Aumentados de Aprendizaje en el trabajo transversal entre asignaturas.
- Discernir la conveniencia de adecuar los Entornos Aumentados de Aprendizaje con otras metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos, la metodología cooperativa o el Aprendizaje-Servicio.
- Obtener una serie de perfiles de alumnado concluyentes cuando utilizamos los Entornos Aumentados de Aprendizaje, para así poder centrar su uso ante estos y obtener un mayor aprovechamiento.
- Comprobar el impacto que el uso de los Entornos Aumentados de Aprendizaje tiene en la educación de los alumnos.

7.2. Conclusion final

Esta tesis ha intentado describir una experiencia educativa en base a una tecnología y una metodología. Esto ha sido así por la creencia del autor de que la tecnología no es sino una herramienta al servicio del profesorado y que nunca debe convertirse en el fin, sino ser un medio para mejorar la enseñanza.

Es evidente que los docentes tienen cada vez menos reparo a la hora de incorporar tecnologías en la enseñanza, algo que los alumnos agradecen y valoran de forma muy positiva. Para esto, es imprescindible la capacitación del cuerpo docente en el uso adecuado de las TIC y las TAC y, además, el aumento de experiencias como la descrita en esta tesis.

Desde estas perspectivas, los resultados obtenidos en esta investigación nos permiten concluir que, aun siendo una experiencia nueva para los alumnos y los docentes, ha resultado del todo positiva. La creación del concepto de los Entornos Aumentados de Aprendizaje es la principal aportación de esta investigación como una experiencia de aula que, ante la vista del alumnado y el profesorado, resulta positiva, de un gran interés y motivadora.

Aun no siendo una conclusión, no se puede finalizar este apartado sin desear que esta experiencia haya supuesto para sus verdaderos protagonistas (los centros escolares, los docentes, los mentores y, sobre todo, los alumnos) una experiencia de aprendizaje “aumentada” y positiva para todos.

Capítulo 8

Bibliografía

- Azagury, D., Ryou, M., Shaikh, S., San José Estepar, R., Bl, L., J, J., ... Thomson, C. (2012). Real-time computed tomography-based augmented reality for natural orifice transluminal endoscopic surgery navigation. *The British Journal of Surgery*, 99(9), 1246–1253.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleroperators and Virtual Enviroments*, 6(4), 335–385.
- Bautista, A. (2000). Tres temas tecnológicos para la formación del profesorado. *Revista de Educación*, 322, 167–188.
- Bayón, L., & Grau, J. M. (2009). Nuevas herramientas para la transición de las clases magistrales a las clases interactivas en el marco del EEES. XVII Congreso Unviersitario de Innovación Educativa En Las Enseñanzas Técnicas. Valencia.
- Beauchamp, G., & Kennewell, S. (2010). Interactivity in the classroom and its impact on learning. *Computers & Education*, 54(3), 759–766.
- BECTA. (2003). What the research says about interactive whiteboards. Retrieved from http://www.becta.org.uk/page_documents/research/wtrs_whiteboards.pdf
- BECTA. (2007). ICT and e-learning in Further Education: Management, Learning and Improvement. A Report on the Further Education Sector's Engagement with Technology.

- Beeland, W. (2002). Student engagement, visual learning and technology: can interactive whiteboards help? *Valdosta State University*. Retrieved from http://chiron.valdosta.edu/are/Artmanscript/vol1no1/beeland_am.pdf.
- Bell, M.A. y Houston, S. (2002). Why Use an Interactive Whiteboard? A Baker's Dozen Reasons!. *Teacher's Net Gazette*, 3 (1) January <http://teachers.net/gazette/JAN02/mabell.html>.
- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrey, I. (2001). The magicbook: moving seamlessly between reality and virtuality. *IEEE Computer Graph Appl*, 21(3).
- Billinghurst, M., Weghorst, S., & Furness III, T. (1998). Shared space: An augmented reality approach for computer supported collaborative work. *Virtual Reality*, 3(1), 25-36.
- Biocca, F. (1992). Communication within virtual reality: Creating a space for research. *Journal of Communication*, 42(4).
- Biocca, F., Harms, C., & Burgoon, J. K. (2003). Toward a more robust theory and measure of social presence: review and suggested criteria. *Presence*, 12(5), 456-480.
- Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la Investigación Educativa*. (L. Muralla, Ed.). Madrid.
- Cabero, J., Barroso, J., Romero, R., Llorente, M. C., & Román, P. (2007). Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación. Retrieved from http://ocwus.us.es/didactica-y-organizacion-escolar/nuevas-tecnologias-aplicadas-a-la-educacion/Course_listing
- Calvo, M. I. B. (2008). La incorporación de las TIC al proceso de enseñanza y aprendizaje . *Tarbiya: Revista de Investigación E Innovación Educativa*, (39), 5-12.

- Cascales, A., & Laguna, M. I. (2009). PDI en educación infantil. Retrieved February 27, 2015, from http://www.novadors.org/wp-content/uploads/2009/06/pdi_infantil.pdf
- Chang, G., MorrealeP, & Medicherla, P. (2010). Applications of augmented reality systems in education. In D. Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010* (pp. 1380–1385). Chesapeake, VA: AACE.
- Chung Lee, J. (2007). Johnny Chung Lee > Projects > Wii. Retrieved from <http://johnnylee.net/projects/wii/>
- Cicres, J., Llach, S., & de Ribot, M. D. (2010). LA INCIDENCIA DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LOS HÁBITOS FORMATIVOS DE LOS ESTUDIANTES DE MAGISTERIO. *Pixel-Bit. Revista de Medios Y Educación*, 37, 107–120.
- Coll, C. (2008). Aprender y enseñar con las TIC. Expectativas, realidad y potencialidades. *Boletín de La Institución Libre de Enseñanza*, 72, 17–40.
- Cobo, J. C. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento . Zer: Revista de Estudios de Comunicación = Komunikazio Ikasketen Aldizkaria, (27), 295–318.
- Coll, C. (2008). Aprender y enseñar con las TIC. Expectativas, realidad y potencialidades. *Boletín de La Institución Libre de Enseñanza*, 72, 17–40.
- Ching, S., y Cher, P. (2010). The internet and teacher education: Traversing between the digitized world and schools. *The Internet and higher education*.
- Doe, C. (2010). Interactive Whiteboards. *Multimedia & Internet@Schools*, 17(1), 30–34.
- Dooly, M. (2009). New competencies in a new era? examining the impact of a teacher training project. *ReCALL : the Journal of EUROCALL*, 21, 352–369.
- Davis, N, Preston, C, & Sahin, I. (2009). Training teachers to use new technologies impacts multiple ecologies. *British journal of educational technology*, 40(5), 861-878.

- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2008). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18, 7–22.
- Ibáñez, A., Otaño, N. V., & Brouard, M. A. (2012). Aprendizaje informal, patrimonio y dispositivos móviles. Evaluación de una experiencia en educación secundaria. *Didáctica De Las Ciencias Experimentales Y Sociales*, 18(26), 3–18. doi:10.7203/dces.26.1937
- Feiner, S., Macintyre, B., & Seligmann, D. (1993). Knowledge-based augmented reality. *Communications of the ACM*, 36(7), 53–62.
- Fullan, M (1991). *The new meaning of educational change*. Londres: Cassell.
- G. Cabezas, S. (2012). Códigos QR y PDI. *CITA Educación*.
- Gallego, D., Alonso, C., Alconada, C., & Dulac, J. (2009). *La Pizarra Digital (Spanish Edition)*. Madrid: Cultiva Comunicacion SL. Retrieved from <http://www.amazon.com/La-Pizarra-Digital-Spanish-Edition/dp/8499231373>
- Goretti, M. (2013). Educational projects based on mobile learning. *TESI*, 15(1), 4–11.
- Goodison, T.A.M. (2002). Learning with ICT at primary level pupils's perceptions. *Journal of Computer Assisted Learning* 18, 282-295.
- Harris, J., & Hofer, M. (2009). Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development. In C. D. Maddux (Ed.), *Research highlights in technology and teacher education* (pp. 99–108). Chesapeake, VA: Society for Information Technology in Teacher Education (SITE). Retrieved from <http://activitytypes.wmwikis.net/file/view/HarrisHofer-TPACKActivityTypes.pdf>
- Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers ' Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types : Curriculum-based Technology Integration Reframed. *Journal of*

Research on Technology in Education, 4(4), 393–416.
doi:10.1207/s15326985ep2803_7

- Henderson, J., & Feiner, S. (2009). Evaluating the benefits of augmented reality for task localization in maintenance of an armored personnel carrier turre. In *Symp. on Mixed and Augmented Reality* (pp. 135–144).
- Inkpen, K. (1997). *Adapting the Human Computer Interface to Support Collaborative Learning Environments for Children*. University of Brithis Columbia.
- Istvan, F. (2009). Interactive boards and their function in education. *International Journal of Advanced Corporate Learning (iJAC)*, 2(1).
- Jaramillo, G., Quiroz, J., Cartagena, C., Vivares, C., & Branch, J. (2010). Mobile augmented reality applications in daily enviroments. *Revista EIA*, 14, 125–134.
- Javaloy, F., Espelt, E., & Cornejo, J. M. (2001). Internet y movimientos sociales : un enfoque psicosocial. *Anuario de Psicología*, 32(2), 31–37.
- Jonhson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). *Simple augmented reality. The 2010 Horizon Report* (Vol. 1).
- Jordan, K. (2011). Beginning teacher knowledge: Results from a self-assessed tpack survey. *Australian Educational Computing*, 26(1), 16–26.
- Kaffash, H. R. (2010). A Close Look in to Role of ICT in Education. *International Journal of Instruction*, 3(2), 63–82.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). Making it real: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3-4), 163–174.
- King, A. L. S., Valença, A. M., Silva, A. C. O., Baczynski, T., Carvalho, M. R., & Nardi, A. E. (2013). Nomophobia: Dependency on virtual environments or social phobia? *Computers in Human Behavior*, 29, 140-14
- Kirkpatrick, D., & Kirkpatrick, J. (1994). *Evaluating Training Programs: The Four Levels (3rd Edition)*. (B.-K. Publishers, Ed.). San Francisco, CA.

- Kiyokawa, K., Billinghamurst, M., Hayes, S., Gupta, A., Sannohe, Y., & Kato, H. (2002). Communication Behaviors of Co Located Users in Collaborative AR Interfaces. In *IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 139–148). Darmstadt: IEEE Computer Society Press.
- Klopher, E., J. P., Squire, K., & Jan, M. (2005). Collaborative Learning through Augmented Reality Role Playing. In *Conference on Computer Support for Collaborative Learning* (pp. 311–315). Retrieved from [http://education.mit.edu/papers/handheldpapers/Outdoor AR - CSL.pdf](http://education.mit.edu/papers/handheldpapers/Outdoor_AR_CSL.pdf)
- Kort, B., Reilly, R., & Picard, R. W. (2001). An Affective Model of Interplay Between Emotions and Learning: Reengineering Educational Pedagogy—Building a Learning Companion. In *ICALT 2001*. Retrieved from http://affect.media.mit.edu/AC_research/lc/icalt.pdf
- Lai, KW, y Pratt, K. (2004). Information and communication technology (ict) in secondary schools: The role of the computer coordinator. *British journal of educational technology*, 35(4), 461-475.
- Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *Tech Trends*, 56(2), 13–20.
- Leiva, J. . (2012). El docente ante las licencias creative commons. implicaciones educativas en la escuela 2.0. *Teoría de La Educación: Educación Y Cultura En La Sociedad de La Información*, 12(1), 267–293.
- León, O. G. y Montero, I. (2003). *Métodos de investigación en psicología y educación* (3ª ed.) Madrid: McGraw-Hill.
- Levy, P. (2002). Interactive whiteboards in learning and teaching in two Sheffield Schools: a developmental study. Sheffield: Department of Information Studies. University of Sheffield.
- Llorente, M. (2009). Aspectos fundamentales de la formación del profesorado en TIC. Universidad de Sevilla.

- López, J. M. S. (2010). Actitudes de los docentes respecto a las TIC, a partir del desarrollo de una práctica reflexiva. *Escuela Abierta*, 13, 37–54.
- Lucock S y Underwood G (2001). The role of the ICT coordinator. Recuperado 26 de mayo de 2013: <http://www.pfp-publishing.com/primary/ict-cont.htm>.
- Lynne Markus, M., & Robey, D. (1988). Information Technology and Organizational Change: Causal Structure in Theory and Research. *Management Science*, 34(5), 583–598.
- Majó, J., & Marquès, P. (2002). *La revolución educativa en Internet*. Barcelona: Praxis.
- Mantovani, F. (2001). VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training. In G. Riva & C. Galimberti (Eds.), *Towards CyberPsychology: Mind, Cognitions and Society in the Internet Age*. Amsterdam: IOS Press.
- Marquès, P. (2012). Datos sobre la informática educativa en España y el Mundo. Retrieved from <http://www.peremarques.net/dadainfo.htm>
- Marqués, P. (2008). Propuestas de uso didáctico con la pizarra digital y la PDI. Retrieved October 27, 2014, from <http://www.peremarques.net/propuest.htm>
- Marquès, P. (2001). Algunas notas sobre el impacto de las TIC en la universidad. *Educar*, 28, 83–98. Retrieved from <http://ddd.uab.cat/pub/educar/0211819Xn28p83.pdf>
- Marquès, P. (2011). Los docentes: funciones, roles, competencias necesarias, formación. Retrieved from <http://www.peremarques.net/docentes.htm>
- Marshall, C. C. (2005). Reading and Interactivity in the Digital Library: Creating and experiencia that transcends paper digital library development. Westport: Libraries Unlimited.
- Martínez-Arias, R., Castellanos, M. A. y Chacón, J. C. (2014). Métodos de investigación en Psicología. Madrid, EOS Universitaria

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. doi:10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x
- Moreira, M. A. (2010). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos: un estudio de casos. *Revista de Educación*, (352), 77–97.
- Nie, N. H., & Erbring, L. (2000). Internet y sociedad. *Quark: Ciencia, Medicina, Comunicación Y Cultura*, (18), 15–24. Retrieved from <http://quark.prbb.org/18/018015.htm>
- Nuez, G., & Sánchez Suárez, J. a. (2014). Innovar para educar: Uso de los dispositivos móviles en la enseñanza y aprendizaje del inglés. *Historia Y Comunicación Social*, 19, 771–779. doi:10.5209/rev_HICS.2014.v19.45001
- Padilla, M. (2008). Web 2.0 y su aplicación a la educación. *Posgrado Y Sociedad*, 8(2), 58–71. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3662704&info=resumen&idioma=ENG>
- Peña-López, I. (2009). "Towards a comprehensive definition of digital skills". In *ICTlogy*, March 2009, (66). Barcelona: ICTlogy. Retrieved May 14, 2009 from <http://ictlogy.net/review/?p=1771>
- Pérez-Mateo, M., Romero-Carbonell, M., & Romeu-Fontanillas, T. (2014). La construcción colaborativa de proyectos como metodología para adquirir competencias digitales. *Comunicar*, 21(42), 15–24. doi:10.3916/C42-2014-01
- Perrenoud, P. (2007). *Utilizar las nuevas tecnologías. En Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Grao.
- Potter, J. (2005). Successful ict leadership in primary schools. *Computers & education*, 44(2), 197-200.
- Prendes, M. P., Castañeda, L., & Gutiérrez, I. (2010). Competencias para el uso de TIC de los futuros maestros. *Comunicar*, XVIII(35), 175–182.

- Pricer, W. F. (2011). At issue: Immersive Education: An Annotated Webliography. *Community College Enterprise*, 17(1), 41–50.
- Puentedura, R. (2012). SAMR: Guiding development. *Tillgänglig På Internet: Http://www. Hippasus. Com/* Retrieved from http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2012/01/19/SAMR_GuidingDevelopment.pdf
- Puentedura, R. R. (2013). SAMR: Getting to Transformation. Retrieved May. Retrieved from <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2013/04/16/SAMRGettingToTransformation.pdf> \npapers3://publication/uuid/6AD583B3-7F64-4EA7-9B0D-81E438A9DDB6
- Roussos, M., Jhonson, A., Moher, T., Leigh, J., Vasilakis, C., & Barnes, C. (1999). Learning and Building Together in an Immersive Virtual World. *Presence: Teleroperators and Virtual Enviroments*, 8(2), 247–263.
- Schmalstieg, D., Fuhrmann, A., Szavalari, Z., & Gervautz, M. (1996). Studierstube – An Environment for Collaboration in Augmented Reality. In *In CVE '96 Workshop Proceedings*. Nottingham.
- Schrier, K. L. (2005). *Revolutionizing history education: using augmented reality games to teach histories*. Massachusetts Institute of Technology.
- Sharples, M. (2000). The design of personal mobile technologies for lifelong learning. *Computers & Education*, 34(3-4), 177–193. doi:10.1016/S0360-1315(99)00044-5
- Shelton, B. E. (2002). Augmented Reality and Education Current Projects and the Potential for Classroom Learning. *New Horizons for Learning*, 9(1), 1–5.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2004). Exploring a cognitive basis for learning spatial relationships with augmented reality. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 1(4), 323–357.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.

- Steuer, J. (1995). Communication in the age of virtual reality *Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence*. (pp. 33-56). hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Stake, R.E. (1998) Investigar con estudios de caso. Madrid: Morata.
- Strommen, E. F. (1993). Does yours eat leaves?" Cooperative learning in an educational software task. *Journal of Computing in Childhood Education*, 4(1), 45-56.
- Sung, D. (2011). How does augmented reality work? Retrieved September 10, 2014, from <http://www.pocket-lint.com/news/108884-how-does-augmented-reality-work>
- Sutherland, I. (1968). A head-mounted three-dimensional display. In *Proceeding of the Fall Joint Computer Conference* (pp. 757-764). Arlington, VA: AFIPS Conference Proceedings.
- Tejada, J. (2009). Competencias docentes. Profesorado. *Revista de Currículum Y Formación de Profesorado*, 13(2), 1-15.
- Tello, E. (2007). Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) y la brecha digital: su impacto en la sociedad de México. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 4(2).
- UNESCO. (2012). Activando el aprendizaje móvil: temas globales. Paris.
- Walker, D. (2002): White enlightenling. Times Educational Supplement 13 september 2002. 19.
- Wicher, R. (2002). A mobile augmented reality environment for collaborative education and training. In *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (pp. 2386-2389). Chesapeake, VA: Reeves, M. Driscoll & T.
- Winn, W. (1993). A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality. *Technical Report TR*, 93(9). Retrieved from <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9/>

Zhou, F., Duh, H., & Billinghurst, M. (2008). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, Cambridge.

ANEXO A: Cuestionario

valoración de los Entornos Aumentados de Aprendizaje

Cuestionario dirigido a alumnos tras aplicación

PRESENTACIÓN:

Estamos realizando un estudio sobre los Entornos Aumentados de Aprendizaje como el de la experiencia que habéis desarrollado en clase recientemente. Nuestro interés es conocer cómo ha sido esta experiencia para vosotros con el fin de identificar los aspectos que funcionan bien para los alumnos y aquellos que se deben mejorar para los cursos siguientes.

Por esta razón, conocer vuestras opiniones y valoraciones es muy importante para nosotros. Por favor, lee atentamente las preguntas de este cuestionario y responde sinceramente lo que piensas. Entre todos podemos mejorar el espacio y la experiencia de aprendizaje en nuestras aulas.

NOTA: todas las respuestas que nos facilites son absolutamente anónimas, en cumplimiento de la normativa vigente sobre protección de datos de carácter personal. Su tratamiento será exclusivamente de carácter estadístico.

Si no sabes qué responder en alguna de las preguntas, o prefieres no contestar, basta con dejar sin marcar las opciones de respuesta.

P.1 Sexo

- | | |
|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Hombre | 0 |
| <input type="checkbox"/> Mujer | 1 |

P.2 Curso

- Tercero de ESO 1
- Cuarto de ESO 2

P.3 ¿Podrías decirme tu edad? | ____ | años

P.4 ¿En qué asignatura has utilizado la Realidad Aumentada?

- Arte 1
- Bioquímica 2
- Geografía 3

P.5 ¿Sabes qué es la Realidad Aumentada?

	NO (o)	SÍ (i)
P5_(1). Una forma distinta de ver la realidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P5_(2). Una forma de ampliar los objetos, que parezcan más grandes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P5_(3). Un aparato para ver las cosas en 3D.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P5_(4). Objetos reales en combinación con objetos virtuales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P5_(5). Lo mismo que la realidad virtual.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P5_(6). Una forma nueva de interactuar con los objetos reales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P5_(7). Una forma de ampliar el mundo real.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P5_(8). Efectos creados por ordenador, como en las películas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P.6 En tu opinión, la Realidad Aumentada...

→ (Valora tus respuestas de 1 a 7, sabiendo que el 1 significa que no estás nada de acuerdo y que el 7 estás totalmente de acuerdo).

	Valoración						
	Nada de acuerdo			Totalmente de acuerdo			
P6_(1). Es útil para aprender cosas nuevas.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(2). Es interesante y útil para la vida.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(3). Es interesante y útil para ver los temas de clase.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(4). Es una forma de motivar a la gente para aprender.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(5). Hace que la relación entre las personas sea más cercana.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(6). No es aburrida.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(7). Es una moda pasajera, como tantas otras.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(8). Es cara.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(9). Sirve para muchas cosas.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(10). Solo sirve para cosas concretas o especiales.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(11). Tarde o temprano la utilizará todo el mundo.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(12). Es fácil de utilizar.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

P.7 Si comparas entre este curso (cuatrimestre) con el anterior en el que no utilizabais la Realidad Aumentada, dirías que...

→ (Valora tus respuestas de 1 a 7, sabiendo que el 1 significa que no estás nada de acuerdo y que el 7 estás totalmente de acuerdo).

Valoración

	Nada de acuerdo		Totalmente de acuerdo				
P7_(1). La experiencia me ha gustado y repetiría.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(2). Hay cosas que se vieron en clase mejor sin Realidad Aumentada.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(3). Con la Realidad Aumentada me siento más motivado hacia la asignatura.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(4). La asignatura me resulta más interesante y entretenida.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(5). He aprendido más que si lo hubiera estudiado de la otra forma (sin Realidad Aumentada).	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(6). Me ha resultado más difícil.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(7). Me ayuda a encontrar mi vocación al ser más entretenida.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(8). Me atrae que es algo nuevo.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(9). Lo importantes son las notas que saque al finalizar el curso.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(10). Este método es mejor solo en algunas cosas.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(11). Los profesores han prestado más atención a lo que hacíamos los alumnos.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(12). La ayuda del profesor es más necesaria.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(13). Me ha acercado más al profesor	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(14). Los alumnos colaboramos más unos con otros.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(15). Con este tipo de experimentos me gusta venir más al colegio	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P7_(16). Ha dado tiempo a ver todo lo que entraba para el examen	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

P.8 Mientras practicabas con la Realidad Aumentada en clase, ¿comentaste con amigos de fuera del colegio o de otros grupos lo que estabais haciendo en el aula?

- No 1 →Pasa a P. 9.
- Sí, un poco 2 →Pasa a P. 8_(i).
- Sí, bastante 3 →Pasa a P. 8_(i).

P. 8_(i) ¿Crees que les interesó a tus amigos lo que les estabas contando?

- No 1
- Sí, un poco 2
- Sí, estaban muy interesados 3

P. 9 ¿Recomendarías a tus amigos (o a otros alumnos) realizar esta experiencia en clase?

→ (Valora tu respuesta del 1 al 10, sabiendo que el 1 significa que no recomendarías en absoluto la experiencia y que el 10significa que la recomendarías totalmente.

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

P.10 ¿Crees que la Realidad Aumentada es más fácil de usar en clase cuando...?

→ (Valora tus respuestas de 1 a 7, sabiendo que el 1 significa que no estás nada de acuerdo y que el 7 estás totalmente de acuerdo).

Valoración

Nada de acuerdo	Totalmente de acuerdo
-----------------	-----------------------

P10_(1). Me enseñan a utilizarla con una pizarra digital.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P10_(2). Cuando utilizo una tableta.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P10_(3). Cuando utilizo un ordenador.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

P.11 Sobre los profesores con los que has desarrollado la experiencia en clase de Realidad aumentada, consideras que...

→ (Valora tus respuestas de 1 a 7, sabiendo que el 1 significa que no estás nada de acuerdo y que el 7 estás totalmente de acuerdo).

	Valoración						
	Nada de acuerdo			Totalmente de acuerdo			
P11_(1). Mis profesores están preparados para realizar este trabajo.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P11_(2). Mis profesores están actualizados en las nuevas tecnologías, las dominan sin problemas.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P11_(3). Tras la experiencia con la Realidad Aumentada me he dado cuenta de que mis profesores son mejores de lo que creía.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P11_(4). He aprendido más gracias a los profesores que a la Realidad aumentada.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P11_(5). Los profesores estaban más motivados por utilizar métodos nuevos/originales.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

P.12 Por último, nos gustaría pedirte que valorases algunas características tuyas como alumno.

→ (Valora tus respuestas de 1 a 7, sabiendo que el 1 significa que no estás nada de acuerdo y que el 7 estás totalmente de acuerdo).

	Valoración						
	Nada de acuerdo			Totalmente de acuerdo			

P12_(1). Me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P12_(2). Me gusta hacer tareas o trabajar con otros compañeros de clase.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P12_(3). Me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P12_(4). Utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P12_(5). Los libros de texto me cansan/aburren con facilidad.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P12_(6). Contacto con mis compañeros de clase a través de redes sociales.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

P.13 ¿Quieres añadir algún comentario sobre el tema sobre el que no se haya preguntado en este cuestionario?

MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

ANEXO B: Cuestionario dirigido a alumnos que han seguido el método tradicional

PRESENTACIÓN:

Estamos realizando un estudio sobre los Entornos Aumentados de Aprendizaje. Como se os comentó al principio de este cuatrimestre/semestre, se ha realizado una experiencia sobre Realidad Aumentada con otros grupos de tu curso. Nuestro interés es comparar la utilización de la Realidad Aumentada en el aula con la forma tradicional de impartir clases, por lo que os vamos a pedir vuestras opiniones y valoraciones sobre este tema.

Conocer vuestras opiniones y valoraciones es muy importante para nosotros. Por favor, lee atentamente las preguntas de este cuestionario y responde sinceramente lo que piensas. Entre todos podemos mejorar el espacio y la experiencia de aprendizaje en nuestras aulas.

NOTA: todas las respuestas que nos facilites son absolutamente anónimas, en cumplimiento de la normativa vigente sobre protección de datos de carácter personal. Su tratamiento será exclusivamente de carácter estadístico.

Si no sabes qué responder en alguna de las preguntas, o prefieres no contestar, basta con dejar sin marcar las opciones de respuesta.

P.1 Sexo

- | | |
|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Hombre | 0 |
| <input type="checkbox"/> Mujer | 1 |

P.2 Curso

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tercero de ESO | 1 |
|---|---|

Cuarto de ESO

2

P.3 ¿Podrías decirme tu edad? | ____ | años

P.4 ¿Sabes qué es la Realidad Aumentada?

	NO (o)	Sí (i)
P4_(1). Una forma distinta de ver la realidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P4_(2). Una forma de ampliar los objetos, que parezcan más grandes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P4_(3). Un aparato para ver las cosas en 3D.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P4_(4). Objetos reales en combinación con objetos virtuales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P4_(5). Lo mismo que la realidad virtual.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P4_(6). Una forma nueva de interactuar con los objetos reales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P4_(7). Una forma de ampliar el mundo real.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P4_(8). Efectos creados por ordenador, como en las películas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P.5 En tu opinión, la Realidad Aumentada...

→ (Valora tus respuestas de 1 a 7, sabiendo que el 1 significa que no estás nada de acuerdo y que el 7 estás totalmente de acuerdo).

	Valoración						
	Nada de acuerdo				Totalmente de acuerdo		
P5_(1). Es útil para aprender cosas nuevas.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P5_(2). Es interesante y útil para la vida.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P5_(3). Es interesante y útil para ver los temas de clase.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P5_(4). Es una forma de motivar a la gente para aprender.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

P5_(5). Hace que la relación entre las personas sea más cercana.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P5_(6). No es aburrida.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P5_(7). Es una moda pasajera, como tantas otras.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P5_(8). Es cara.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P5_(9). Sirve para muchas cosas.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P5_(10). Solo sirve para cosas concretas o especiales.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P5_(11). Tarde o temprano la utilizará todo el mundo.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P5_(12). Es fácil de utilizar.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

P.6 Sobre el uso de la Realidad Aumentada en el aula, dirías que...

→ (Valora tus respuestas de 1 a 7, sabiendo que el 1 significa que no estás nada de acuerdo y que el 7 estás totalmente de acuerdo).

	Valoración						
	Nada de acuerdo			Totalmente de acuerdo			
P6_(1). Me gustaría tener esta experiencia en clase.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(2). Se puede impartir la asignatura con este método.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(3). Se puede evaluar sacar la misma nota (o mejor) en la asignatura utilizando este método.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(4). Me parece una experiencia interesante para los alumnos.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(5). Voy a aprender más y mejor.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(6). Es más fácil estudiar con este método.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(7). Me atrae porque es algo nuevo.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(8). Me da igual, lo importante son las notas que saque al finalizar el curso.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

P6_(9). Este método es mejor que el que seguimos ahora.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(10). La ayuda de los profesores puede ser más necesaria.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(11). Los alumnos tienen la oportunidad de colaborar más en clase.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P6_(12). Me gustan mucho las nuevas tecnologías. Estoy a favor de utilizarlas lo máximo posible.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

P.7 ¿Te comentó alguno de tus compañeros o amigos de otras clases lo que estaban haciendo con la Realidad Aumentada?

- No 1 → Pasa a P. 8.
- Sí, un poco 2 → Pasa a P.7_(1).
- Sí, bastante 3 → Pasa a P.7_(1).

P.7_(1) ¿Te pareció interesante lo que te estaban contando?

- No 1
- Sí, un poco 2
- Sí, muy interesante 3

P.8 Por último, nos gustaría pedirte que valorases algunas características tuyas como alumno.

→ (Valora tus respuestas de 1 a 7, sabiendo que el 1 significa que no estás nada de acuerdo y que el 7 estás totalmente de acuerdo).

	Valoración						
	Nada de acuerdo			Totalmente de acuerdo			
P8_(1). Me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

P8_(2). Me gusta hacer tareas o trabajar con otros compañeros de clase.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P8_(3). Me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P8_(4). Utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P8_(5). Los libros de texto me cansan/aburren con facilidad.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
P8_(6). Contacto con mis compañeros de clase a través de redes sociales.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

P.10 ¿Quieres añadir algún comentario sobre el tema sobre el que no se haya preguntado en este cuestionario?

MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

ANEXO C: Información cuantitativa

C.1 Grupo EAA

	Centro de estudios								
	Santamarca				Chapas - Attendis				
	Tercero de ESO		Cuarto de ESO		Tercero de ESO		Cuarto de ESO		
	N	%	N	%	N	%	N	%	
P.1 Sexo	Hombre	6	42,9%	6	25,0%	0	0,0%	0	0,0%
	Mujer	8	57,1%	18	75,0%	0	0,0%	16	100,0%

	Centro de estudios						
	Santamarca		Chapas - Attendis		Total		
	N	%	N	%	N	%	
P.3 ¿Podrías decirme tu edad?	14-15 años	18	47,4%	10	62,5%	28	51,9%
	16 años	12	31,6%	6	37,5%	18	33,3%
	17-18 años	8	21,1%	0	0,0%	8	14,8%

	No		Sí		Total	
	N	%	N	%	N	%

Una forma distinta de ver la realidad	17	31,5%	37	68,5%	54	100%
Una forma de ampliar los objetos, que parezcan más grandes	42	77,8%	12	22,2%	54	100%
Un aparato para ver las cosas en 3D	36	66,7%	18	33,3%	54	100%
Objetos reales en combinación con objetos virtuales	16	29,6%	38	70,4%	54	100%
Lo mismo que la realidad virtual	49	90,7%	5	9,3%	54	100%
Una forma nueva de interactuar con los objetos reales	14	25,9%	40	74,1%	54	100%
Una forma de ampliar el mundo real	16	29,6%	38	70,4%	54	100%
Efectos creados por ordenador, como en las películas	25	46,3%	29	53,7%	54	100%

	N válido	M	D.T.
Es interesante y útil para la vida	54	5,5	1,3
Es interesante y útil para ver los temas de clase	54	5,8	1,3
Es una forma de motivar a la gente para aprender	54	6,0	1,0
Hace que la relación entre las personas sea más cercana	53	4,2	1,8
No es aburrida	54	5,9	1,3
Es una moda pasajera, como tantas otras	54	2,6	1,5
Es cara	54	3,4	1,6
Sirve para muchas cosas	54	5,4	1,5
Solo sirve para cosas concretas o especiales	54	3,0	1,7
Tarde o temprano la utilizará todo el mundo	54	5,4	1,2
Es fácil de utilizar	54	5,7	1,1

	N válido	M	D.T.
La experiencia me ha gustado y repetiría	54	5,9	1,5
Hay cosas que se vieron en clase mejor sin RA	54	3,8	1,6
Con la RA me siento más motivado hacia la asignatura	54	5,5	1,6
La asignatura me resulta más interesante y entretenida	54	5,3	1,4

He aprendido más que si lo hubiera estudiado de la otra forma (sin RA)	53	4.4	1,8
Me ha resultado más difícil	54	2.6	1,6
Me ayuda a encontrar mi vocación al ser más entretenida	54	3.4	1,8
Me atrae que es algo nuevo	54	5.5	1,4
Lo importantes son las notas que saque al finalizar el curso	54	5.0	1,8
Este método es mejor solo en algunas cosas	54	4.8	1,5
Los profesores han prestado más atención a lo que hacíamos los alumnos	54	5.2	1,5
La ayuda del profesor es más necesaria	54	3.6	1,8
Me ha acercado más al profesor	54	4.3	1,9
Los alumnos colaboramos más unos con otros	54	5.8	1,2
Con este tipo de experimentos me gusta venir más al colegio	54	5.2	1,7
Ha dado tiempo a ver todo lo que entraba para el examen	54	4.6	1,9

		N	%
P.8 Mientras practicabas con la Realidad	No	10	18,5%
Aumentada en clase, ¿comentaste con amigos de fuera del colegio o de otros grupos lo que estabais haciendo en el aula?	Sí, un poco	25	46,3%
	Sí, bastante	19	35,2%

		P.9 ¿Recomendarías a tus amigos (o a otros alumnos) realizar esta experiencia en clase?		
		N válido	M	D.T.
Centro de estudios	Santamarca	38	8,4	1,7

P.1 Sexo	Chapas - Attendis	16	8,3	2,0
	Hombre	12	8,8	1,4
	Mujer	42	8,3	1,8
P.2 Curso	Tercero de ESO	14	9,3	1,1
	Cuarto de ESO	40	8,1	1,8
	14-15 años	28	8,3	2,0
P.3 ¿Podrías decirme tu edad?	16 años	18	8,4	1,6
	17-18 años	8	8,6	1,5
	Arte	18	8,3	1,8
P.4 ¿En qué asignatura has utilizado la Realidad Aumentada?	Bioquímica	29	8,4	1,8
	Geografía	7	8,4	1,7
	Total	54	8,4	1,8

	N válido	M	D.T.
Me enseñan a utilizarla con una pizarra digital	54	5,9	1,1
Cuando utilizo una tableta	54	6,3	1,0
Cuando utilizo un ordenador	54	5,1	1,5

	N válido	M	D.T.
Mis profesores están preparados para realizar este trabajo	54	5,8	1,1
Mis profesores están actualizados en las nuevas tecnologías, las dominan sin problemas	54	5,4	1,4
Tras la experiencia con la Realidad Aumentada me he dado cuenta de que mis profesores son mejores de lo que creía	54	4,7	1,8

He aprendido más gracias a los profesores que a la RA	54	4,9	1,8
Los profesores estaban más motivados por utilizar métodos nuevos/originales	54	5,2	1,9

	N válido	M	D.T.
Me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor	54	5,0	1,6
Me gusta hacer tareas o trabajar con otros compañeros de clase	54	6,0	1,0
Me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase	54	6,3	1,0
Utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase	54	5,1	1,7
Los libros de texto me cansan/aburren con facilidad	54	4,5	1,9
Contacto con mis compañeros de clase a través de redes sociales	54	6,0	1,4

	Nota		
	N válido	M	D.T.
Clase 1 (13/14)	25	6,5	2,3
Clase 2 (13/14)	25	6,4	2,2
Clase 3 (13/14)	25	5,8	1,9
Curso Clase 4 (13/14)	25	6,0	2,5
Clase 5 (13/14)	25	6,7	1,9
14/15	25	7,1	2,1
Total	150	6,4	2,2

C.2. Grupo ETA

		N	%
Centro de estudios	Madrid	19	51,4%
	Málaga	18	48,6%
P.1 Sexo	Hombre	8	21,6%
	Mujer	29	78,4%
P.2 Curso	Tercero ESO	0	0,0%
	Cuarto ESO	37	100,0%

		Centro de estudios							
		Madrid				Málaga			
		Tercero ESO		Cuarto ESO		Tercero ESO		Cuarto ESO	
		N	%	N	%	N	%	N	%
P.1 Sexo	Hombre	0	0,0%	8	42,1%	0	0,0%	0	0,0%
	Mujer	0	0,0%	11	57,9%	0	0,0%	18	100,0%

		N	%
Válidos	15 años	18	48,6%
	16 años	14	37,8%
	17 años	5	13,5%
	Total	37	100,0%

	No		Sí		Total	
	N	%	N	%	N	%
Una forma distinta de ver la realidad	31	83,8%	6	16,2%	37	100,0%

Una forma de ampliar los objetos, que parezcan más grandes	30	81,1%	7	18,9%	37	100,0%
Un aparato para ver las cosas en 3D	31	83,8%	6	16,2%	37	100,0%
Objetos reales en combinación con objetos virtuales	31	83,8%	6	16,2%	37	100,0%
Lo mismo que la realidad virtual	32	86,5%	5	13,5%	37	100,0%
Una forma nueva de interactuar con los objetos reales	33	89,2%	4	10,8%	37	100,0%
Una forma de ampliar el mundo real	31	83,8%	6	16,2%	37	100,0%
Efectos creados por ordenador, como en las películas	33	89,2%	4	10,8%	37	100,0%

	N válido	M	D.T.
Es interesante y útil para la vida	37	3,7	1,8
Es interesante y útil para ver los temas de clase	37	3,7	1,8
Es una forma de motivar a la gente para aprender	37	3,4	1,6
Hace que la relación entre las personas sea más cercana	37	3,8	1,7
No es aburrida	37	4,9	1,4
Es una moda pasajera, como tantas otras	37	3,4	1,9
Es cara	37	4,8	1,7
Sirve para muchas cosas	37	3,6	1,7
Solo sirve para cosas concretas o especiales	37	3,6	1,7
Tarde o temprano la utilizará todo el mundo	37	3,4	1,7
Es fácil de utilizar	37	3,9	1,7

	N válido	M	D.T.
Me gustaría tener esta experiencia en clase.	37	5,7	1,4
Se puede impartir la asignatura con este método.	37	4,4	2,0

Se puede evaluar sacar la misma nota (o mejor) en la asignatura utilizando este método.	37	4.7	1.6
Me parece una experiencia interesante para los alumnos.	37	5.0	1.4
Voy a aprender más y mejor.	37	4.2	1.5
Es más fácil estudiar con este método.	37	4.8	1.7
Me atrae porque es algo nuevo.	37	5.7	1.4
Me da igual, lo importante son las notas que saque al finalizar el curso.	37	4.9	1.7
Este método es mejor que el que seguimos ahora.	37	5.2	1.5
La ayuda de los profesores puede ser más necesaria.	37	5.0	1.4
Los alumnos tienen la oportunidad de colaborar más en clase.	37	4.1	1.6
Me gustan mucho las nuevas tecnologías. Estoy a favor de utilizarlas lo máximo posible.	37	5.8	1.4
p7.13	0	n.a.	n.a.
p7.14	0	n.a.	n.a.
p7.15	0	n.a.	n.a.
p7.16	0	n.a.	n.a.

		N	%
P.8 ¿Te comentó alguno de tus compañeros o amigos de otras clases lo que estaban haciendo con la Realidad Aumentada?	No	6	16,2%
	Sí, un poco	20	54,1%
	Sí, bastante	11	29,7%

		N	%
P.8_(1) ¿Te pareció interesante lo que te estaban contando?	No	0	0,0%
	Sí, un poco	12	38,7%

Sí, muy interesante	19	61,3%
---------------------	----	-------

	N válido	M	D.T.
Me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor	37	3.7	1.4
Me gusta hacer tareas o trabajar con otros compañeros de clase	37	5.5	1.6
Me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase	37	5.9	1.0
Utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase	37	3.1	1.4
Los libros de texto me cansan/aburren con facilidad	37	4.9	1.7
Contacto con mis compañeros de clase a través de redes sociales	37	5.9	1.2

C.3. Grupo EAA-U

	ESTUDIO							
	EAA		EAA-U		Total			
	No	Sí	No	Sí	No	Sí		
	N	N	N	N	N	N		
P5_(1). Una forma distinta de ver la realidad	17	37	21	2	38	39	68,5%	8,7%
P5_(2). Una forma de ampliar los objetos, que parezcan más grandes.	42	12	20	3	62	15	22,2%	13,0%
P5_(3). Un aparato para ver las cosas en 3D.	36	18	19	4	55	22	33,3%	17,4%
P5_(4). Objetos reales en combinación con objetos virtuales.	16	38	5	18	21	56	70,4%	78,3%
P5_(5). Lo mismo que la realidad virtual.	49	5	17	6	66	11	9,3%	26,1%
P5_(6). Una forma nueva de interactuar con los objetos reales.	14	40	21	2	35	42	74,1%	8,7%
P5_(7). Una forma de ampliar el mundo real.	16	38	6	17	22	55	70,4%	73,9%
P5_(8). Efectos creados por ordenador, como en las películas.	25	29	23	0	48	29	53,7%	0,0%

	ESTUDIO								
	EAA			EAA-U			Total		
	N	M	D.T.	N	M	D.T.	N	M	D.T.
P6_(1). Es útil para aprender cosas nuevas.	54	5,8	1,3	23	6,0	1,1	77	5,8	1,2
P6_(2). Es interesante y útil para la vida.	54	5,5	1,3	23	5,0	1,6	77	5,3	1,4
P6_(3). Es interesante y útil para ver los temas de clase.	54	5,8	1,3	23	6,2	0,9	77	5,9	1,2
P6_(4). Es una forma de motivar a la gente para aprender.	54	6,0	1,0	23	5,7	1,0	77	5,9	1,0
P6_(5). Hace que la relación entre las personas sea más cercana.	53	4,2	1,8	23	3,1	1,8	76	3,9	1,8
P6_(6). No es aburrida.	54	5,9	1,3	23	6,3	0,7	77	6,0	1,2
P6_(7). Es una moda pasajera, como tantas otras.	54	2,6	1,5	23	2,8	1,8	77	2,7	1,6
P6_(8). Es cara.	54	3,4	1,6	23	2,3	1,1	77	3,1	1,5
P6_(9). Sirve para muchas cosas.	54	5,4	1,5	23	4,9	1,2	77	5,3	1,4

P6_(10). Solo sirve para cosas concretas o especiales.	54	3,0	1,7	23	4,4	1,6	77	3,4	1,8
P6_(11). Tarde o temprano la utilizará todo el mundo.	54	5,4	1,2	23	5,5	1,2	77	5,4	1,2
P6_(12). Es fácil de utilizar.	54	5,7	1,1	23	6,0	1,0	77	5,8	1,1

	ESTUDIO								
	EAA			EAA-U			Total		
	N	M	D.T	N	M	D.T	N	M	D.T
La experiencia me ha gustado y repetiría	5 4	5,9	1,5	2 3	6, 3	0,7	7 7	6, 0	1,3
Hay cosas que se vieron en clase mejor sin RA	5 4	3,8	1,6	2 3	4,1	1,2	7 7	3,9	1,5
Con la RA me siento más motivado hacia la asignatura	5 4	5,5	1,6	2 3	5, 8	1,0	7 7	5,6	1,4
La asignatura me resulta más interesante y entretenida	5 4	5,3	1,4	2 3	5, 6	0,9	7 7	5, 4	1,3
He aprendido más que si lo hubiera estudiado de la otra forma (sin RA)	53 4	4, 4	1,8	2 3	1,8	0,8	7 6	3,6	2,0
Me ha resultado más difícil	5 4	2,6	1,6	2 3	3,3	1,8	7 7	2,8	1,6
Me ayuda a encontrar mi vocación al ser más entretenida	5 4	3, 4	1,8	2 3	3, 6	1,3	7 7	3, 4	1,7
Me atrae que es algo nuevo	5 4	5,5	1,4	2 3	5, 4	1,3	7 7	5,5	1,4
Lo importantes son las notas que saque al finalizar el curso	5 4	5, 0	1,8	2 3	6, 2	0,9	7 7	5,3	1,7
Este método es mejor solo en algunas cosas	5 4	4, 8	1,5	2 3	3, 5	1,7	7 7	4, 4	1,7

Los profesores han prestado más atención a lo que hacemos los alumnos	5	5,2	1,5	2	6,	1,0	7	5,5	1,5
	4			3	2		7		
La ayuda del profesor es más necesaria	5	3,6	1,8	2	4,	1,4	7	3,9	1,7
	4			3	5		7		
Me ha acercado más al profesor	5	4,	1,9	2	5,	1,1	7	4,	1,8
	4	3		3	3		7	6	
Los alumnos colaboramos más unos con otros	5	5,8	1,2	2	6,	1,0	7	5,9	1,1
	4			3	0		7		
Con este tipo de experimentos me gusta venir más al colegio	5	5,2	1,7	2	5,	1,2	7	5,	1,5
	4			3	6		7	4	
Ha dado tiempo a ver todo lo que entraba para el examen	5	4,	1,9	0	.	.	5	4,	1,9
	4	6					4	6	

P.9 ¿Recomendarías a tus amigos (o a otros alumnos) realizar esta experiencia en clase?	EAA	EAA-U	EAA (%)	EAA-U (%)
1	0	0	0,0%	0,0%
2	0	0	0,0%	0,0%
3	1	0	1,9%	0,0%
4	2	0	3,7%	0,0%
5	1	1	1,9%	4,3%
6	3	0	5,6%	0,0%
7	6	2	11,1%	8,7%
8	11	0	20,4%	0,0%
9	11	10	20,4%	43,5%
10	19	10	35,2%	43,5%

	ESTUDIO					
	EAA			EAA-U		
	N válido	M	D.T.	N válido	M	D.T.
P10_(1). Me enseñan a utilizarla con una pizarra digital.	54	5,9	1,1	23	6,2	0,9
P10_(2). Cuando utilizo una tableta.	54	6,3	1,0	23	6,1	1,1
P10_(3). Cuando utilizo un ordenador.	54	5,1	1,5	22	2,8	1,2

	ESTUDIO					
	EAA			EAA-U		
	N	M	D.T.	N	M	D.T.
P11_(1). Mis profesores están preparados para realizar este trabajo.	54	5,8	1,1	23	6,8	0,5
P11_(2). Mis profesores están actualizados en las nuevas tecnologías, las dominan sin problemas.	54	5,4	1,4	23	5,4	1,5
P11_(3). Tras la experiencia con la Realidad Aumentada me he dado cuenta de que mis profesores son mejores de lo que creía.	54	4,7	1,8	23	4,4	1,6
P11_(4). He aprendido más gracias a los profesores que a la Realidad aumentada.	54	4,9	1,8	23	5,5	1,3
P11_(5). Los profesores estaban más motivados por utilizar métodos nuevos/originales.	54	5,2	1,9	23	5,9	1,3

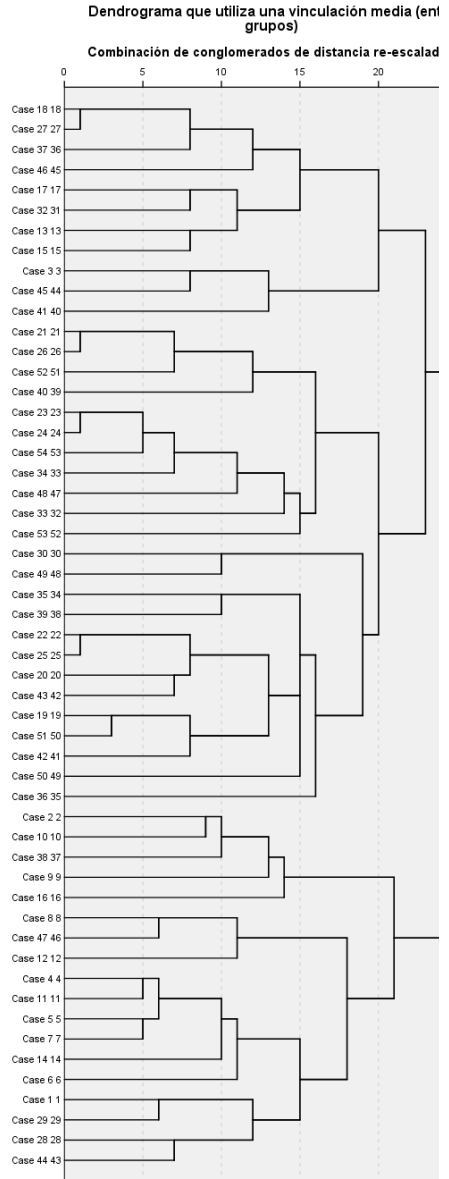
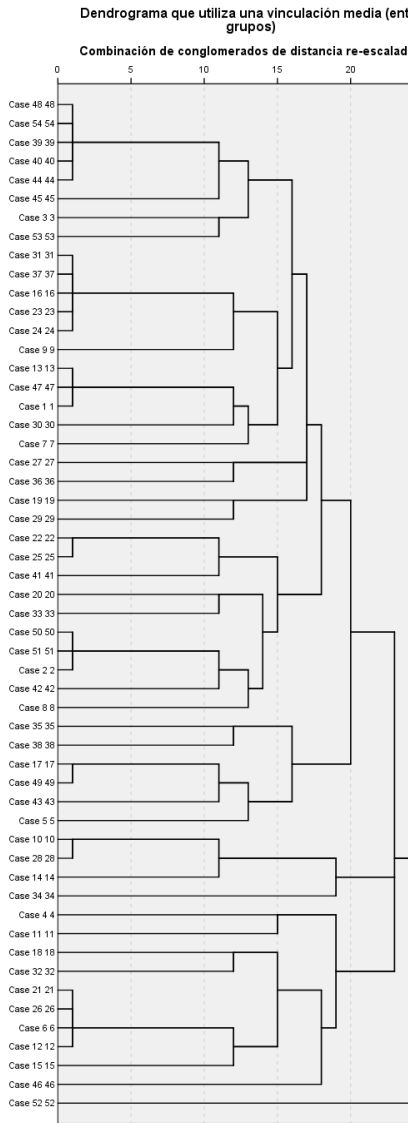
	ESTUDIO					
	EAA			EAA-U		
	N	M	D.T.	N	M	D.T.

P12_(1). Me gusta realizar las tareas sin ayuda del profesor.	54	5,0	1,6	23	6,0	1,1
P12_(2). Me gusta hacer tareas o trabajar con otros compañeros de clase.	54	6,0	1,0	23	6,3	0,8
P12_(3). Me interesan bastante las nuevas tecnologías cuando se utilizan en clase.	54	6,3	1,0	23	4,7	1,3
P12_(4). Utilizo el móvil para consultar contenidos que hemos visto en clase.	54	5,1	1,7	23	4,3	1,3
P12_(5). Los libros de texto me cansan/aburren con facilidad.	54	4,5	1,9	23	2,4	1,4
P12_(6). Contacto con mis compañeros de clase a través de redes sociales.	54	6,0	1,4	23	6,4	0,8

C.4 Análisis cluster jerárquico (dendogramas)

P5. ¿Sabes qué es la Realidad Aumentada?
GRUPO EAA

P6. En tu opinión, la Realidad Aumentada...
GRUPO EAA

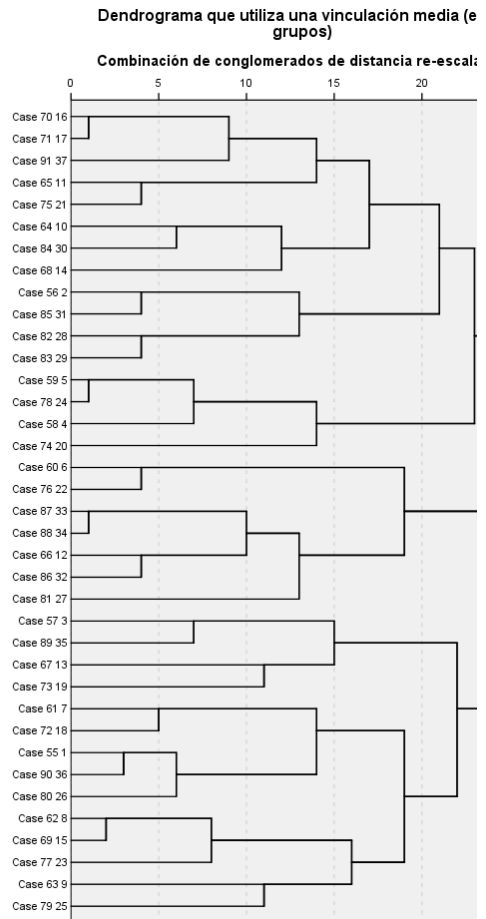
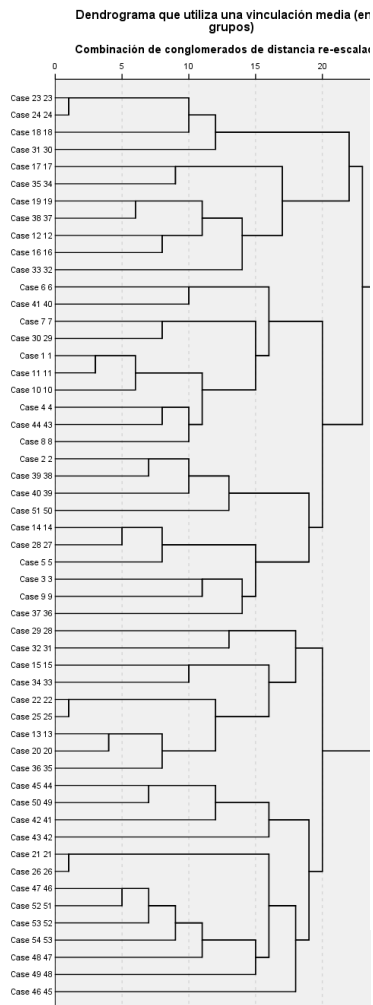


Dendograma resultado del *análisis cluster* de tipo jerárquico.

- Dendograma P5: método vinculación inter-grupos, medida de frecuencias (χ^2).
- Dendograma P6: método vinculación inter-grupos, medida de intervalo (correlación de Pearson). Estandarización por variable.

P7. Si comparas este curso con el anterior en el que no utilizabais la Realidad Aumentada, dirías que...
GRUPO EAA

P7. Sobre el uso de la Realidad Aumentada en el aula dirías...
GRUPO ETA

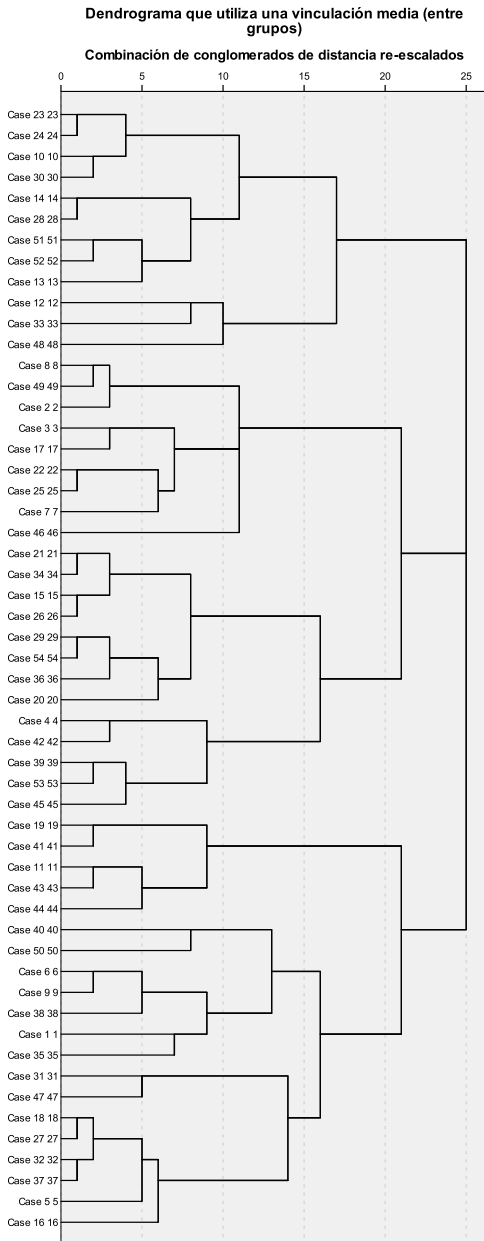


Dendrograma resultado del *análisis cluster* de tipo jerárquico.

- Dendrograma P7 (ambos grupos): método vinculación inter-grupos, medida de intervalo (correlación de Pearson). Estandarización por variable.

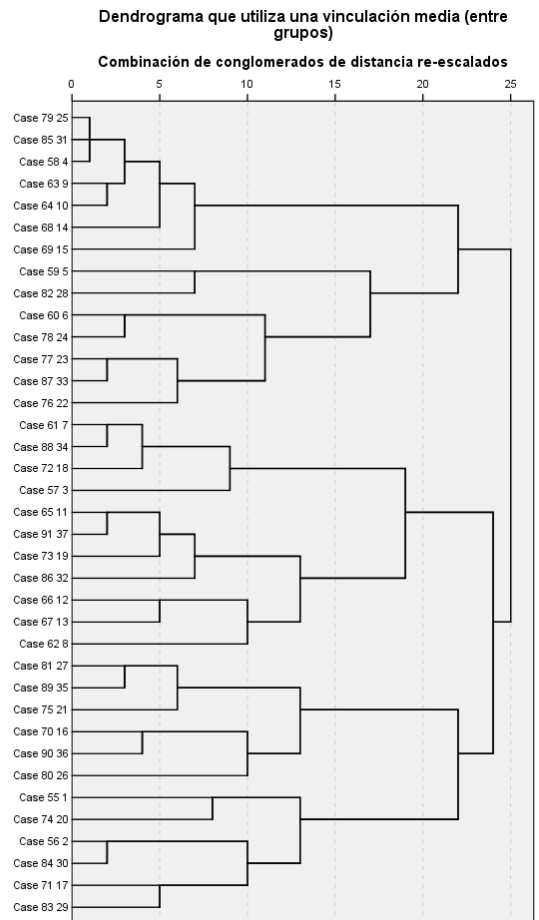
P12. Por último, nos gustaría pedirte que valorases algunas características tuyas como alumno

GRUPO EAA



P9 Por último, nos gustaría pedirte que valorases algunas características tuyas como alumno

GRUPO ETA



Dendograma resultado del *análisis cluster* de tipo jerárquico.

- Dendograma P12 (ambos grupos): método vinculación inter-grupos, medida de intervalo (correlación de Pearson). Estandarización por variable.

ANEXO D: OBJETOS AUMENTADOS OBTENIDOS

En este apartado se van a incluir los objetos aumentados trabajados por los alumnos. Para su visualización hay que descargar la app Aurasma disponible para Android e IOS y buscar los siguientes canales:

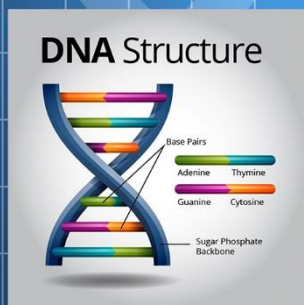
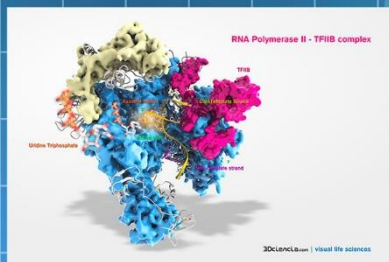
- Colegiosantamarca
- Possible

ADN Polimerasa

¿QUÉ ES?

Es la principal enzima que permite la duplicación del ADN. También se encarga de la reparación del ADN asociada a la replicación. Lleva a cabo la síntesis de la nueva cadena de ADN emparejando los desoxirribonucleótidos trifosfato con los desoxirribonucleótidos complementarios correspondientes del ADN molde y establecer enlaces fosfodiéster.

Para saber más...



El ADN es una columna vertebral compuesta de desoxirribosa (Azúcar) y fosfato.

Conectada a cada molécula existe una de las cuatro bases orgánicas:

Purínicas: Adenina- Guanina

Pirimínicas: Timina- Citosina

La combinación Base-Azúcar-Fosfato se denomina **Nucleótido** y se unen para formar una macromolécula de cadena larga.

Para saber más...



topoisomerasa

helicasa

cebador

ADN polimerasa

ARN primasa

REPLICACIÓN

El proceso de replicación de ADN es el mecanismo que permite al ADN duplicarse, es decir, sintetizar una copia idéntica. De esta manera de una molécula de ADN única, se obtienen dos o más "clones" de la primera.

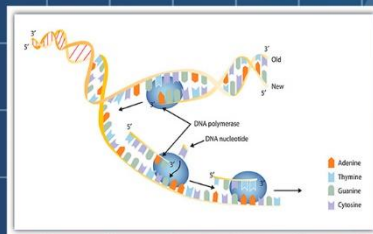
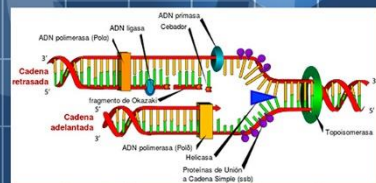


Ilustración 60: ADN Polimerasa. Colegio Santamarca

reacciones químicas



Una reacción química es un proceso químico en el que dos sustancias o más, llamadas reactivos, reaccionan formando otras sustancias llamadas productos.



Ilustración 61: Reacciones químicas. Colegio Santamarca

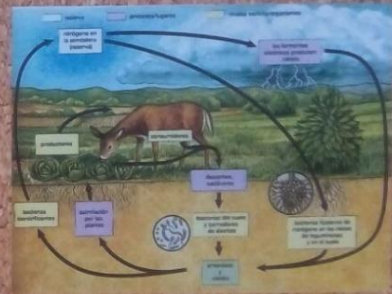
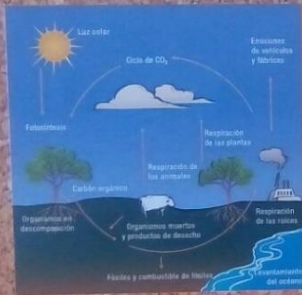
ciclo del carbono

Las plantas abren sus estomas, por allí toman el carbono que se encuentra mezclado en el aire en forma de dióxido de carbono.

El animal herbívoro al ingerir a la planta una parte del carbono de esta misma pasa a pertenecer al animal.

El herbívoro consume una pequeña parte del carbono para sus funciones y la otra parte restante pasará a formar parte del consumidor.

El consumidor usa una parte del carbono en sus funciones y al morir devuelve a la naturaleza todo el carbono restante, vuelve al aire y el ciclo empieza de nuevo.



Los animales obtienen el nitrógeno al comerse plantas u otros animales.

En el metabolismo de los animales acaba formándose un ion de amonio, que es muy tóxico y debe ser eliminado. Esta eliminación se hace en forma de amoníaco, en forma de urea o en forma de ácido úrico.

Estos compuestos van a parar a la tierra o al agua, de donde pueden tomarse de nuevo las plantas o ser usados por algunas bacterias.

Estos compuestos van a parar a la tierra o al agua, de donde pueden tomarse de nuevo las plantas o ser usados por algunas bacterias.

ciclo del nitrógeno

Ilustración 62: Ciclo del carbono y ciclo del nitrógeno. Colegio Santamarca

FOTOSÍNTESIS Y RESPIRACIÓN CELULAR

DONDE OCURRE LA RESPIRACIÓN CELULAR
 La respiración ocurre en distintas estructuras celulares. La primera de ellas es la glucólisis que depende de la presencia o ausencia de O₂ en el medio, determinando en el primer caso la respiración aeróbica (ocurre en las mitocondrias), y en el segundo caso la respiración anaeróbica (ocurre en el citoplasma).
CUANDO OCURRE LA RESPIRACIÓN CELULAR
 La respiración celular ocurre cuando interviene el oxígeno

¿CÓMO OCURRE LA RESPIRACIÓN CELULAR?
 En el interior de los orgánulos de las células ingresa el combustible, fundamentalmente la glucosa, y el oxígeno. Mediante una serie compleja de reacciones químicas se obtiene la energía que necesita la célula para automantenerse. También se producen algunas sustancias de desecho que habrá que eliminar como son el CO₂ y el H₂O

DONDE OCURRE LA FOTOSÍNTESIS
 Es la forma que una célula procariota (bacteria), un tipo de organismo que no tiene núcleo, o una célula eucariota (animal o vegetal) emplea para producir su propia glucosa y oxígeno. En las plantas y en las algas, así como en las células animales vegetales, la fotosíntesis ocurre dentro de una organela especializada llamada cloroplasto.
CUANDO OCURRE LA FOTOSÍNTESIS
 Las plantas, las algas y algunas bacterias poseen organelos especializados, en donde, mediante la fotosíntesis, cuando captan energía luminosa y la utilizan en la síntesis de carbohidratos como glucosa. También a partir del dióxido de carbono y del agua.

LA FOTOSÍNTESIS
 La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas y algunas bacterias convierten la energía luminosa en energía química. Este proceso ocurre en los cloroplastos de las células vegetales y en las bacterias fotosintéticas. Durante la fotosíntesis, el dióxido de carbono (CO₂) y el agua (H₂O) se combinan para producir glucosa (C₆H₁₂O₆) y oxígeno (O₂). La glucosa es utilizada por la planta para obtener energía a través de la respiración celular, y el oxígeno es liberado al ambiente.

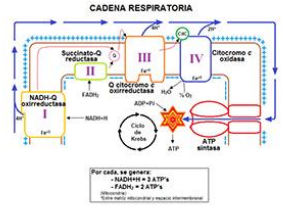



Ilustración 63: Fotosíntesis y respiración celular. Colegio Santamarca

DNA Polimerasa



DEFINICIÓN

ES LA PRINCIPAL ENZIMA DE LA REPLICACIÓN. ES CAPAZ DE AÑADIR NUCLEÓTIDOS COMPLEMENTARIOS A LA CADENA MOLDE DE LA REPLICACIÓN. TAMBIÉN SE ENCARGA DE LA REPARACIÓN DEL DNA ASOCIADA A LA REPLICACIÓN

CARACTERÍSTICAS

ES DEPENDIENTE
CATALIZA LA SÍNTESIS DEL DNA EN EL EXTREMO DEL E. COLI.
FORMADO POR: dNTP, dATP, dTTP, dGTP, dCTP
TIENE UN DNA MOLDE
Mg²⁺
BAJA TASA DE ERROR
ES UN POLIPEPTIDO DE 928 AMINOACIDOS
BAJA VELOCIDAD

CATALIZA EL ATAQUE NUCLEÓTIDO DEL 3'OH AL GRUPO ALFA FOSFORICO DEL dNTP

INCORPORA LOS NUCLEÓTICOS CUYA BASE ES COMPLEMENTARIA AL MOLDE

SU REACCIÓN ES FAVORECIDA POR LA HIDRÓLISIS DEL PIRÓFOSFATO

ESTRUCTURA







Ilustración 64: DNA Polimerasa. Colegio Las Chapas-Attendis



Ilustración 65: Principales ciudades del mundo. Colegio Santamarca



Ilustración 66: Autorretrato - Leonardo da Vinci. Colegio Santamarca



Ilustración 67: Mujer friendo huevos – Diego de Velázquez. Colegio Santamarca

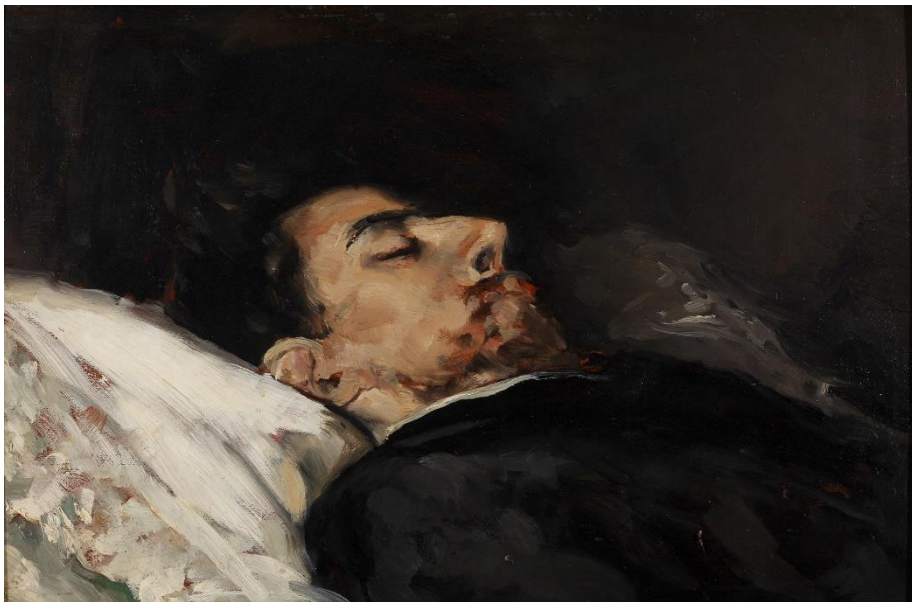


Ilustración 68: Gustavo Adolfo Becquer en su lecho de muerte – Vicente Palmaroli. Colegio Santamarca



Ilustración 69: La fábula de Aracne - Diego de Velázquez. Centro Universitario La Salle



Ilustración 70: Detalle de la Madonna Sixtina - Rafael Sanzio. Centro Universitario La Salle



Ilustración 71: Cuatro bailarinas - Degas. Centro Universitario La Salle

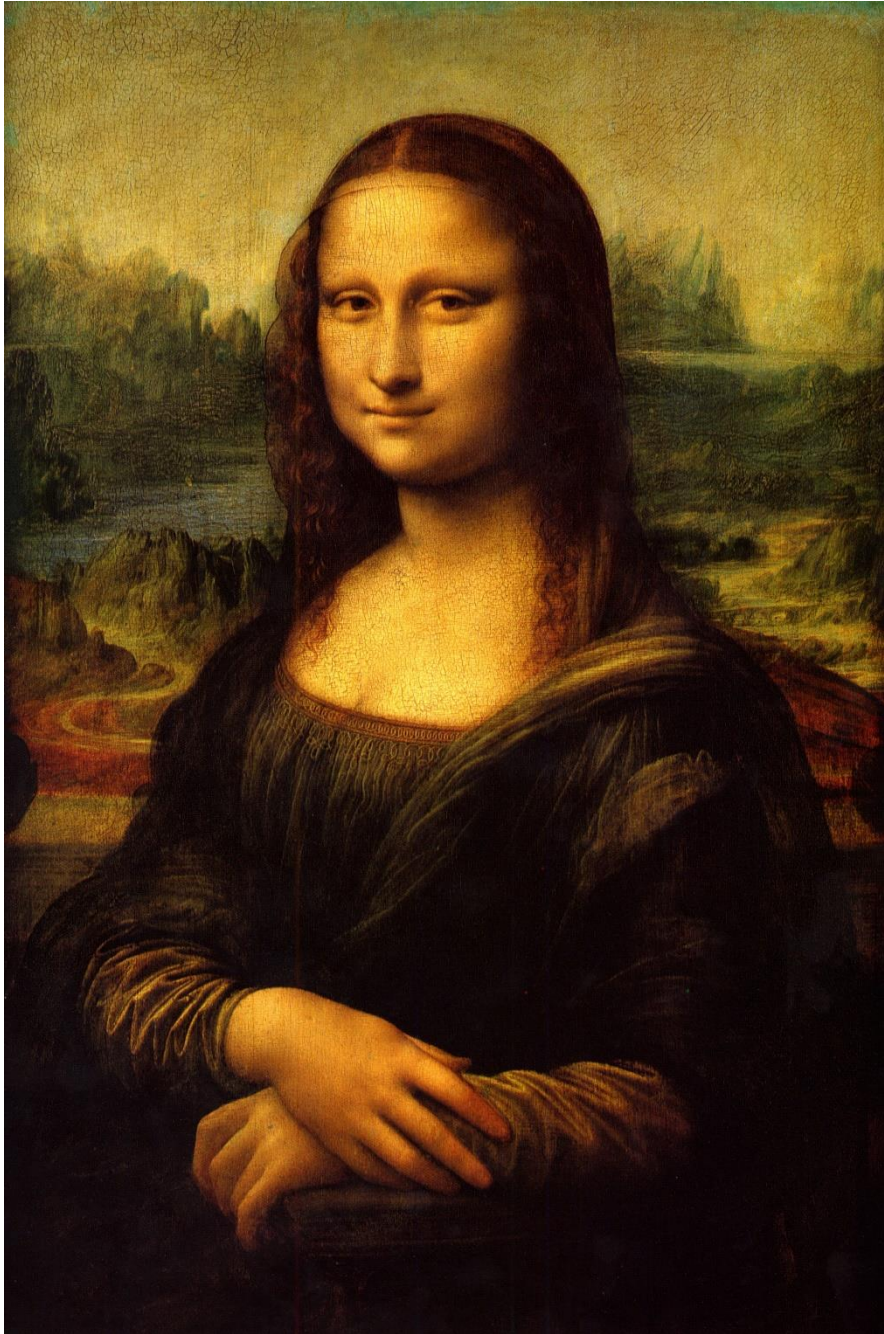


Ilustración 72: Gioconda - Leonardo da Vinci. Centro Universitario La Salle



Ilustración 73: Amazona - Manet. Centro Universitario La Salle



Ilustración 74: La Lechera - Vermeer. Centro Universitario La Salle

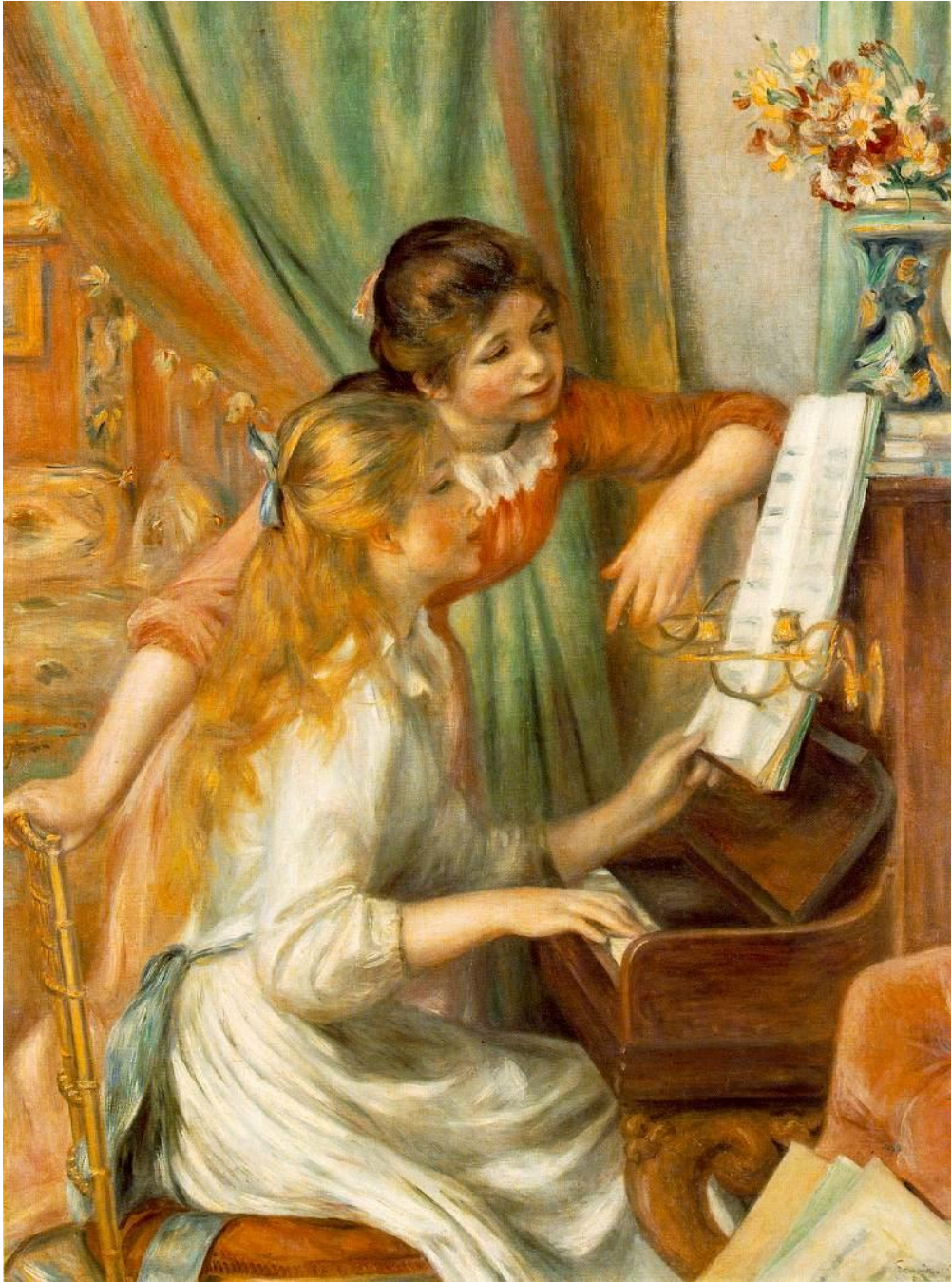


Ilustración 75: Jóvenes al piano - Renoir. Centro Universitario La Salle

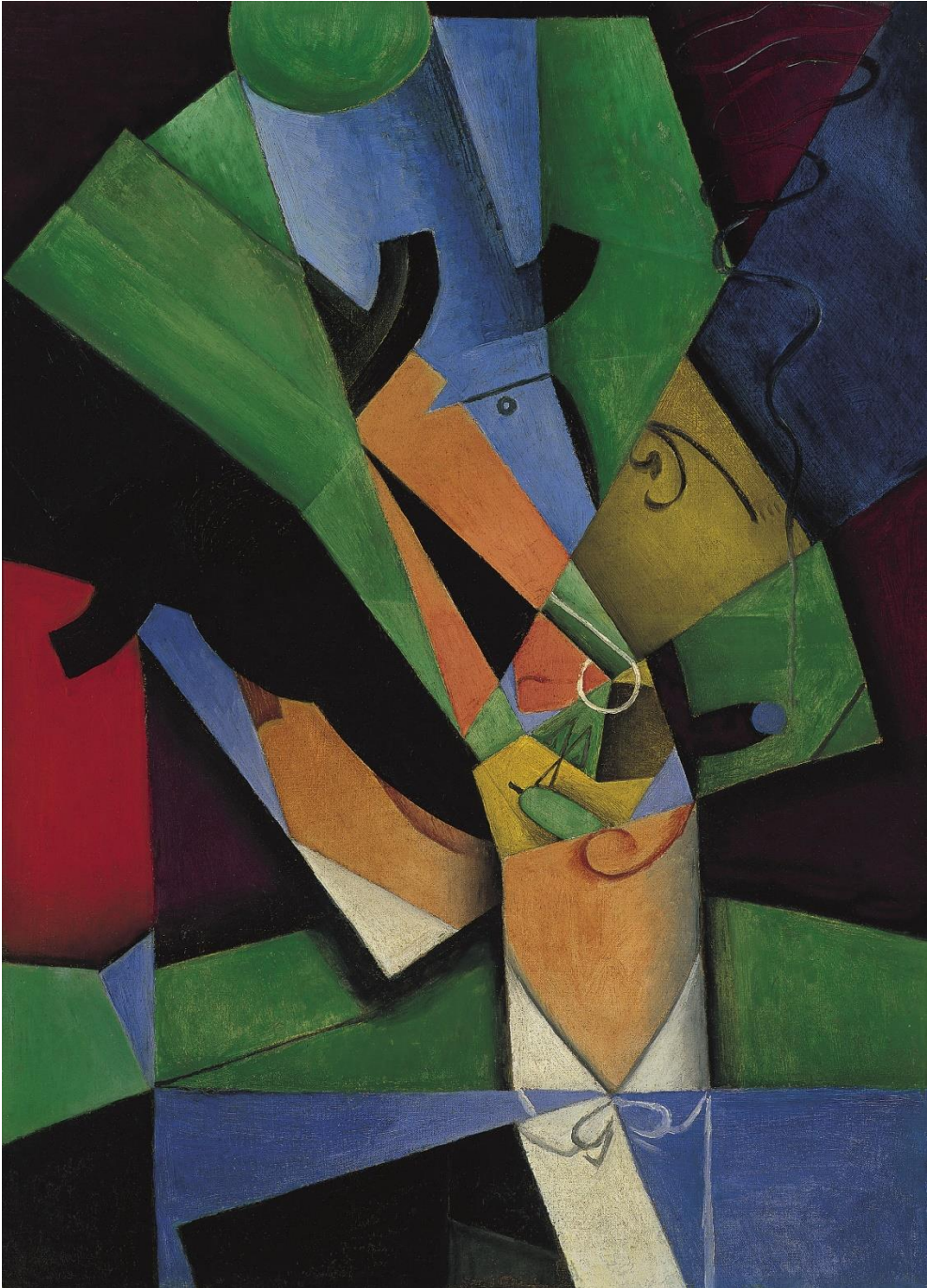


Ilustración 76: El Fumador - Juan Gris.Centro Universitario La Salle



Ilustración 77: La Clef de champs - Magritte. Centro Universitario La Salle