



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE INFORMÁTICA

**Realidad Aumentada en Contextos Educativos y su Relación
con el Rendimiento Académico Universitario**

Directora: Cecilia Sanz
Co-directora: Gladys Gorga
Tesista: Lucas Romano

**Tesis presentada para obtener el grado de Magíster en Tecnología Informática
Aplicada en Educación**

Noviembre 2021

Agradecimientos

A Cecilia y Gladys, por su guía, su acompañamiento, y por su valioso conocimiento y especialmente, su tiempo compartido conmigo para lograr este trabajo académico.

A mis colegas Luciana y Ezequiel que me dieron una mano para realizar este trabajo.

A Beatriz y Guillermo, por haber sido mis mentores en este increíble sendero académico recorrido, desde mis inicios como alumno, hasta mis primeros pasos como Profesor - Investigador.

A mis viejos, por haberme enseñado la importancia de una buena educación.

A mis hijos, Benja, Rebe, Cintia, y Emma, por ser mi fuente de motivación.

Y por sobre todo a Gisela, mi esposa, por todo el aguante de tantos años, y por haberme dado alas para volar a lo largo de este difícil pero hermoso camino académico.

Resumen

La Realidad Aumentada es una tecnología emergente que permite interactuar con elementos virtuales que se agregan sobre entornos reales. En la medida en que avanza la tecnología, se facilita la incorporación de software y hardware que utiliza Realidad Aumentada en los diversos aspectos y facetas de la vida de las personas, incluso en los dispositivos móviles personales.

El aplicar tecnologías de Realidad Aumentada a los escenarios educativos posibilita a los alumnos el desarrollo de habilidades tales como la capacidad espacial y mejoras en las prácticas con temas abstractos, que en el mundo real son difíciles de implementar. También se verifica la mejora de algunas variables, al utilizar estrategias pedagógicas con materiales con Realidad Aumentada, tales como: motivación, interés, atención, satisfacción, interacción, sensación de control, entre otras.

Este trabajo brinda un marco teórico de investigación acerca de la Realidad Aumentada en diferentes contextos educativos y su vinculación con el rendimiento académico, a través de variables de estudio asociadas a éste.

Para ello, se realiza un estado del arte acerca del concepto de Realidad Aumentada, y de las posibilidades que ofrece cuando se la aplica a diferentes niveles educativos bajo una propuesta didáctica adecuada.

Luego, se lleva a cabo un estudio acerca del concepto de rendimiento académico y sus variables asociadas que provocan impacto en el desempeño de los alumnos. Se realiza un análisis de investigaciones que, en mayor medida, concluyen que el rendimiento académico de los alumnos mejora al utilizar tecnologías de Realidad Aumentada.

Posteriormente, se desarrolla un material educativo y se diseña un estudio de caso que utiliza tecnologías de Realidad Aumentada en el nivel universitario. Se realiza el estudio de caso y se obtienen resultados concretos en base al análisis de los datos obtenidos, por medio de diferentes instrumentos de recolección de datos implementados.

Finalmente, tanto a través de la investigación teórica como de los resultados del estudio de caso realizado, este trabajo permite concluir que es posible obtener un mejoramiento en el rendimiento académico de los alumnos, en especial en las variables motivación, interés, atención,

satisfacción y calificación, al aplicar tecnologías de Realidad Aumentada durante los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Tabla de contenidos

Agradecimientos	3
Resumen	4
Tabla de contenidos	6
1. Introducción	11
1.1. Fundamentación	11
1.2. Objetivos	12
1.3. Metodología de la Investigación	12
1.4. Revisión Sistemática de la Bibliografía	14
1.5. Preguntas que Orientan la Investigación y Definición de Descriptores	16
1.6. Estructura de la Tesis	17
2. ¿Qué es la Realidad Aumentada?	20
Resumen	20
2.1. Introducción	20
2.2. Definición de Realidad Aumentada	21
2.3. Tipos de Realidad Aumentada	22
2.4. Tecnología Necesaria	27
2.5. Herramientas de Autor y Librerías de Realidad Aumentada	29
2.6. Recapitulación	32
3. Realidad Aumentada y Educación	35
Resumen	35
3.1. Sobre la Revisión Sistemática de Literatura	36
3.2. Introducción	37
3.3. Análisis sobre la Realidad Aumentada en el Ámbito Educativo	39
3.4. Experiencias Educativas con Realidad Aumentada	42
3.4.1. MagicBook	45
3.4.2. Enseñanza del Sistema Solar y la Relación entre los Planetas	46
3.4.3. SMART	48
3.4.4. Construct 3D	50
3.4.5. Improving stroke education with augmented reality: A randomized control trial	52
3.4.6. Interés y motivación del estudiantado de Educación Secundaria en el uso de Aurasma en el aula de Educación Física	54
3.5. Dificultades para la Integración de la RA a los Escenarios Educativos	55
3.6. Recapitulación	57

4. Revisión de Estado del Arte sobre el Rendimiento Académico	61
Resumen	61
4.1. Sobre la Revisión Sistemática de Literatura sobre Rendimiento Académico	62
4.2. Conceptualización de Rendimiento Académico	63
4.3. Las Calificaciones como Medida del Rendimiento Académico	67
4.4. Variables que se Vinculan con el Rendimiento Académico	69
4.4.1 Variables contextuales	69
4.4.1.1. Variables Sociológicas	69
4.4.1.2. Variables Pedagógicas	70
4.4.2. Variables internas al individuo	71
4.5. Otras Consideraciones Acerca del Rendimiento Académico	74
4.5.1. Engagement y Procrastinación	74
4.5.2. Enfoque Superficial y Enfoque Profundo	75
4.6. Las TIC y el Rendimiento Académico	76
4.7. Recapitulación	77
5. Antecedentes de Investigaciones sobre Realidad Aumentada y Rendimiento Académico	81
Resumen	81
5.1. Sobre la Revisión Sistemática de Literatura sobre Experiencias de RA en las que se Analiza el Rendimiento académico	82
5.2. Análisis y Descripción de las Investigaciones	83
5.2.1. Mobile Learning en el Ámbito de la Arquitectura y la Edificación. Análisis de Casos de Estudio.	83
5.2.2. Augmented Reality in Informal Learning Environments: A Field Experiment in a Mathematics Exhibition.	86
5.2.3. Dispositivos Móviles y Realidad Aumentada en el Aprendizaje del Alumnado Universitario	88
5.2.4. Experience Fleming's Rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning	90
5.2.5. Motivation and Academic Improvement using Augmented Reality for 3D Architectural Visualization	92
5.2.6. Eficacia del Aprendizaje mediante Flipped Learning con Realidad Aumentada en la Educación Sanitaria Escolar	93
5.2.7. Augmented Reality to Promote Collaborative and Autonomous Learning in Higher Education	95
5.2.8. Impact of an Augmented Reality System on Student's Motivation for a Visual Art Course	98
5.3. Criterios de Análisis y Discusión	99
5.4. Recapitulación	101

6. Descripción del Material Educativo y Desarrollo de las Sesiones	104
Resumen	104
6.1. Fundamentación del Material Educativo	104
6.2. Creación del Personaje	106
6.3. Retroalimentación (feedback)	109
6.4. Software Utilizado para la Creación del Material	110
6.5. Desarrollo de las Sesiones	111
6.6. Recapitulación	116
7. Diseño Metodológico de Estudio de Caso	118
Resumen	118
7.1. Metodología	118
7.2. Selección de la Muestra	120
7.3. Instrumentos y Técnica de Recolección de Datos	121
7.3.1. Evaluación Diagnóstica Inicial y Postest	121
7.3.2. Entrevistas	122
7.3.3. Observación Participante	124
7.3.4. Análisis de los Exámenes Parciales de los Alumnos	125
7.4. Triangulación de los Datos Obtenidos	125
7.5. Recapitulación	126
8. Resultados del Estudio de Caso	128
Resumen	128
8.1. Análisis de la Evaluación Diagnóstica	129
8.1.1. Edad	129
8.1.2. Género	130
8.1.3. Nacionalidad	131
8.1.4. Estudios Previos	131
8.1.5. Uso de Dispositivos Digitales	133
8.1.6. Conocimiento o Utilización de Software de Programación y de Realidad Aumentada	135
8.2. Análisis del Postest	137
8.2.1. Valoración de la Experiencia	137
8.2.2. Valoración del Material	140
8.2.3. Vinculación de Variables Asociadas al Rendimiento Académico	144
8.2.3.1. Motivación	144
8.2.3.2. Interés	145
8.2.3.3. Atención	146
8.2.3.4. Satisfacción	146
8.2.4. Otros resultados que se desprenden del estudio	148

8.3. Reseña de Entrevistas a Docentes que Participaron de la Experiencia	151
8.4. Observación Participante	152
8.5. Revisión de Examen Parcial	154
8.5.1. Sistema de Evaluación y Calificación	154
8.5.1.1. Pregunta 1 - Resultados	154
8.5.1.2. Pregunta 2 - Resultados	155
8.5.1.3. Pregunta 3 - Resultados	155
8.5.1.4. Pregunta 4 - Resultados	155
8.5.2. Resultados Generales del Examen Parcial	156
8.5.3. Resultados en base al Género, Edad, y Conocimientos Previos	157
8.6. Triangulación de Resultados en base a los Instrumentos de Recolección de Datos Implementados	159
8.7. Discusión	160
8.8. Recapitulación	165
9. Conclusiones y Líneas Futuras de la Investigación	167
Resumen	167
9.1. Conclusiones Generales	167
9.2. Aportes al contexto donde fue desarrollado este trabajo	169
9.3. Limitaciones y Líneas Futuras de Investigación	169
Anexo 1 - Evaluación Diagnóstica y Postest	172
Anexo 2 - Guión de Entrevista a Docentes	177
Anexo 3 - Preguntas del Examen Parcial	178
Pregunta 1	178
Pregunta 2	180
Pregunta 3	181
Pregunta 4	182
Índice de Figuras	183
Índice de Tablas	188
Referencias Bibliográficas	189

1. Introducción

1.1. Fundamentación

El rápido desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación produce cambios constantes en todos los niveles organizacionales. Ejemplos de algunas de estas nuevas tecnologías son Big Data, Realidad Virtual y Realidad Aumentada.

En particular, la Realidad Aumentada (RA), se refiere a la inclusión, en tiempo real, de elementos virtuales dentro de un entorno físico que deben estar co-registrados con las coordenadas del escenario real (Milgram et al., 1994; Azuma et al., 2001).

Azuma et al. (2001) definen un sistema de Realidad Aumentada basado en tres propiedades básicas: combina objetos reales y virtuales dentro de un ambiente real; se ejecuta de forma interactiva y en tiempo real; y registra (alinea) objetos reales y virtuales entre ellos.

En la actualidad se le da utilidad a la Realidad Aumentada en distintos ámbitos a nivel global. En concreto, ya está presente de un modo u otro en campos tales como los servicios de emergencia sanitarios, la televisión, la simulación, el turismo y la educación.

Respecto de este último caso, se visualiza una incidencia cada vez más positiva de la utilización de RA en el campo educativo. En el trabajo de Fernández-Robles (2018) se pueden apreciar algunos indicadores que impactan de alguna manera en entornos educativos al emplear Realidad Aumentada. Entre ellos se mencionan el facilitar el acercamiento a temas abstractos, el crear escenarios simulados, y el enriquecimiento del material impreso con diversos recursos.

En coincidencia con estos indicadores mencionados, Mekni & Lemieux (2014) afirman que el hecho de tener objetos virtuales y reales que coexistan, les permite a los alumnos visualizar relaciones espaciales complejas y conceptos abstractos. También posibilita experimentar fenómenos que combinan el mundo real con el digital, y desarrollar prácticas que no pueden llevarse a cabo en otros entornos tecnológicos de aprendizaje.

Existe un campo amplio de estudio y de aplicación para mejorar la calidad del aprendizaje y la enseñanza en todos los niveles educativos mediada por este tipo de tecnología. Algunos autores como Cabero et al. (2019), y Di Serio et al. (2013) aseveran que como resultado de diferentes investigaciones, es posible concluir que la utilización de recursos de aprendizaje con Realidad

Aumentada mejora la inteligencia y las habilidades espaciales de los alumnos. Se mantienen niveles más altos de atención e interés en los contenidos, y aumenta el nivel de concentración y memorización. Por todo lo expuesto anteriormente, se deduce un efecto positivo en los resultados del aprendizaje.

Con este trabajo se propone realizar un estado del arte acerca del uso de la Realidad Aumentada en el nivel educativo universitario, poniendo el eje central en el impacto que esto puede generar en el rendimiento académico, y desarrollar un estudio de caso particular para la Universidad Nacional de Tierra del Fuego. Finalmente, se exponen los hallazgos obtenidos y se elaboran conclusiones vinculadas a la Realidad Aumentada en el entorno educativo universitario, a partir de la indagación de la literatura y de los resultados del estudio de caso.

1.2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es investigar acerca de la aplicación de Realidad Aumentada (RA), como tecnología emergente, en diferentes contextos educativos y su vinculación con variables que influyen en el rendimiento académico. Particularmente, se analizan estudios acerca de la relación que existe entre RA y el rendimiento académico utilizando materiales educativos con tecnologías de Realidad Aumentada en el aula universitaria.

Como objetivos específicos se plantean:

- Investigar acerca de la utilización de RA en los diferentes contextos educativos.
- Indagar acerca de los aspectos relacionados con el rendimiento académico.
- Investigar acerca de la vinculación que existe entre la RA y diferentes variables que influyen en el rendimiento académico.
- Diseñar una experiencia que utilice tecnologías con RA para su aplicación en el ámbito de la enseñanza universitaria.
- Realizar un estudio de caso para visibilizar alcance y potencialidades.

1.3. Metodología de la Investigación

La metodología para llevar adelante este trabajo de tesis aborda diferentes etapas, realizadas en el orden que se detalla a continuación.

En primer término, se comienza con un proceso de búsqueda y selección sistemático de publicaciones relacionadas con la utilización de Realidad Aumentada para la formación en el

nivel universitario, con eje en el rendimiento académico del alumnado. Se analizan artículos de revistas internacionales y eventos académicos dependientes de Universidades Nacionales y también de carácter internacional, tesis, capítulos de tesis o reportes de investigación en congresos, publicados tanto en el idioma Español como en el idioma Inglés. Se incluyen o excluyen publicaciones en base a la pertinencia o no de las mismas respecto de los ejes que guían el proceso sistemático de revisión de literatura. De esta manera, es posible obtener una visión propia del universo sobre el cual se enfoca el tema, haciendo uso de las diversas y enriquecedoras perspectivas de diferentes autores reconocidos en la materia.

En segundo término, se propone diseñar una experiencia (estudio de caso) en la que, utilizando una herramienta de autor, se desarrolle un material educativo con RA para ser implementado en una cátedra de la carrera de Licenciatura en Sistemas, de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego. Se propone también diseñar y utilizar instrumentos de recogida de datos adecuados, para su posterior triangulación, y hallazgo de resultados relativos a diversas variables que se vinculan al rendimiento académico en el nivel universitario.

Posteriormente, se lleva adelante el estudio de caso, mediante sesiones donde se pone en juego el material previamente diseñado, en la asignatura antes mencionada de la carrera de la Licenciatura en Sistemas, de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego. Dado que la asignatura cuenta con dos comisiones, se toma cada comisión como un grupo, aplicando sólo a uno de estos la experiencia con materiales de RA, para así comparar resultados de ambos grupos, siguiendo una metodología de grupos contrastados. Por medio de la propuesta educativa con RA en el grupo de experiencia, los alumnos pueden disponer de contenidos y actividades diferentes a los tradicionales, modificando así el proceso de enseñanza y aprendizaje llevado adelante hasta ese momento en el aula.

Finalizada la experiencia, a partir de la implementación de instrumentos de recolección de datos, se analizan los resultados obtenidos sobre los grupos contrastados de alumnos, en uno de los cuales se integra el trabajo con RA a los fines de comprobar qué cambios se producen relativos al rendimiento académico, individual y del grupo en general. Se trabaja en particular sobre algunas variables vinculadas a éste, y en relación a los objetivos planteados en esta tesis.

Por último, se elaboran conclusiones finales respecto del trabajo de tesis en su totalidad, desde los análisis iniciales y del estado del arte hasta la evaluación de los resultados esperados en el estudio de caso propuesto.

Respecto del impacto en el ámbito concreto de aplicación, se espera que este trabajo de tesis brinde un aporte significativo al sector universitario, dentro de un marco investigativo,

vinculando la mejora del rendimiento académico con la implementación de tecnologías que hagan uso de la Realidad Aumentada.

1.4. Revisión Sistemática de la Bibliografía

Este trabajo de tesis plantea la realización de un procedimiento de revisión sistemática de literatura, con el objeto de fundamentar criterios de inclusión y exclusión de publicaciones científicas y de investigación, a los fines de establecer el marco teórico y el cumplimiento de los objetivos planteados en primer término.

El proceso de selección de publicaciones se basa en la propuesta realizada por Kitchenham et al. (2008) y ha sido puesta en práctica en otras tesis de grado y postgrado de la Facultad de Informática de la UNLP (Astudillo, Sanz y Santacruz-Valencia, 2016; Assinatto, 2018; Dieser, 2018).

Kitchenham et al. sugieren en su trabajo que los investigadores en Ingeniería de Software deben adoptar una “Ingeniería de software basada en evidencia” (EBSE). EBSE tiene como objetivo aplicar un enfoque basado en evidencia para investigación y práctica de Ingeniería de Software.

Esta “evidencia” se define como una síntesis de estudios científicos de la mejor calidad acerca de un tema específico o pregunta de investigación. El principal método de síntesis es una revisión sistemática de literatura (RSL).

A diferencia de una revisión de un experto que utiliza una selección de literatura ad hoc, una RSL es una revisión metodológicamente rigurosa de resultados de investigación. El objetivo de una revisión sistemática de literatura no es simplemente agregar toda evidencia existente sobre una pregunta de investigación; también está destinada a apoyar el desarrollo de guías basadas en la evidencia para los profesionales.

Al vincular esta metodología de indagación, búsqueda y selección al campo de la tecnología informática aplicada a la educación se prevé avanzar en una correcta examinación de bibliografía para brindar evidencia no sólo correcta, sino también enriquecedora respecto de la investigación que aquí se lleva adelante. Se analizan de manera estructurada y consistente puntos en común, similitudes y diferencias entre las diversas investigaciones relativas al tema que atañe a este trabajo de tesis.

El procedimiento que se propone aquí, realiza una búsqueda y análisis de artículos de revistas internacionales y eventos académicos dependientes de Universidades Nacionales, tesis, capítulos

de tesis o reportes de investigación. Los tipos de trabajos para dar respuesta a las preguntas de investigación se limitan a estudios escritos en el idioma Inglés o Español, publicados en revistas de carácter científico arbitradas, o en actas de conferencias y congresos. El rango elegido para la búsqueda de los artículos publicados o aceptados para su publicación se encuentra entre los años 2000 y 2021.

Se establecen los siguientes criterios de inclusión y exclusión para examinar los artículos identificados para su posterior evaluación, y seleccionar aquellos más apropiados y relevantes:

Criterios de inclusión:

- Estudios que analicen la incidencia de la Realidad Aumentada en entornos educativos.
- Estudios que vinculen variables asociadas al rendimiento académico a través de la utilización de RA.
- Estudios que provean experiencias formales de resultados con RA y rendimiento académico.

Criterios de exclusión:

- Estudios que no sean de acceso abierto.
- Estudios que no indaguen el aspecto educativo, de una manera formal, de la Realidad Aumentada.
- Estudios que no aporten definiciones propias del autor acerca del concepto de rendimiento académico, o no traten variables asociadas a éste.
- Estudios que no describan de manera apropiada la realización de experiencias con RA y su vinculación con el rendimiento académico.

Las bases de datos utilizadas son las siguientes bibliotecas digitales: IEEE Xplore Digital Library, ACM Digital Library, Scientific Electronic Library Online (ScieLO), ScienceDirect, Sistema Nacional de repositorios digitales que incluye trabajos en SEDICI, y LaReferencia (Red Federada Latinoamericana de Repositorios institucionales de publicaciones científicas).

Además, se incorporan estudios sugeridos por expertos en la temática, siempre que cumplan con los criterios de inclusión especificados, y se agrega la posibilidad de selección de otros trabajos que formen parte de las referencias de las publicaciones halladas en primer término.

El proceso se lleva adelante de la siguiente manera:

- Se realiza un proceso de búsqueda de artículos en las bases de datos mencionadas anteriormente, teniendo en cuenta el tipo de documentos que se pretende encontrar.

- Una vez recuperada una cierta cantidad de artículos en las diferentes bases de datos, son importados a un gestor de referencias bibliográficas libre llamado Zotero. Desde allí se realiza un proceso de evaluación y selección de artículos, primeramente descartando los artículos repetidos, o que no cumplan con los requerimientos para el tipo de documento buscado.
- Se procede luego a una lectura del título y resumen de cada artículo obtenido a partir del paso anterior, aplicando los criterios de inclusión y de exclusión establecidos.
- A partir del paso previo, se genera un nuevo conjunto de artículos más reducido, utilizado en una siguiente etapa de revisión, que consiste en la lectura completa de los mismos.
- Finalizada la etapa de lectura completa, se descarta una serie de artículos nuevamente, de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, y se obtiene el corpus de artículos seleccionados, que es incorporado para el análisis y discusión de los capítulos del trabajo de tesis.

En los capítulos en los que se haya trabajado con RSL, se detallan los aspectos específicos, tales como resultados de la búsqueda, y cantidad de artículos resultantes luego del filtrado y selección.

1.5. Preguntas que Orientan la Investigación y Definición de Descriptores

Tomando como punto de partida los objetivos establecidos en primer término, se definen a continuación las preguntas de investigación que se toman como marco de referencia y orientan la investigación:

- ¿Qué tipos de experiencias educativas se están desarrollando con tecnologías de Realidad Aumentada? ¿En qué niveles educativos?
- ¿Qué tipos de aplicaciones se utilizan? ¿Se tiene acceso a estas aplicaciones o a materiales educativos con RA?
- ¿Cómo se ven afectados los procesos de enseñanza y aprendizaje con la incorporación de RA?
- ¿Cuáles son las limitaciones a la hora de implementar RA en el aula universitaria?

- ¿Qué ejemplos de éxito, respecto del mejoramiento del rendimiento académico al utilizar RA, se conocen?
- ¿Con qué instrumentos y técnicas trabajan los autores para realizar el análisis de rendimiento académico e impacto de la RA?
- ¿Qué variables asociadas al rendimiento académico se ven impactadas por estas experiencias?

Además, se considera una indagación sobre el concepto de rendimiento académico y sus variables para poder dar contexto a las preguntas específicas que incluyen este concepto como parte de la RSL.

A partir de estos disparadores, se obtienen las siguientes palabras claves que se toman en consideración para realizar el proceso de búsqueda bibliográfica: Realidad Aumentada y Educación, Rendimiento Académico, Rendimiento Académico y Realidad Aumentada, TICs con Realidad Aumentada y Educación. Con estos descriptores, se desarrollan los procedimientos de revisión sistemática de literatura detallados previamente. En los capítulos que presentan resultados de la RSL se detallan aspectos específicos.

1.6. Estructura de la Tesis

Este trabajo está organizado en 9 capítulos: 1. Introducción, 2. ¿Qué es la Realidad Aumentada?, 3. Realidad Aumentada y Educación, 4. Revisión de Estado del Arte sobre el Rendimiento Académico, 5. Antecedentes de Investigaciones sobre Realidad Aumentada y Rendimiento Académico, 6. Descripción del Material Educativo y Desarrollo de las Sesiones, 7. Diseño Metodológico del Estudio de Caso, 8. Resultados del Estudio de Caso, 9. Conclusiones y Líneas Futuras de Investigación.

El capítulo 1 presenta una fundamentación del desarrollo de este trabajo de Tesis. Se plantean los objetivos del trabajo y la metodología de investigación. Se expone el proceso de revisión sistemática de bibliografía que se lleva adelante y se detallan los descriptores que guían todo el proceso de investigación del trabajo.

El capítulo 2 brinda un marco teórico acerca de las tecnologías de Realidad Aumentada, desde su definición hasta los elementos de software y hardware necesarios para su utilización. Se describe la diferencia entre librerías y herramientas de autor.

El capítulo 3 expone las posibilidades que ofrece el implementar tecnologías de Realidad Aumentada en los escenarios educativos. Se realiza un análisis de diferentes investigaciones que utilizan Realidad Aumentada dentro de un marco educativo. Se mencionan potenciales dificultades para la utilización de Realidad Aumentada en educación.

El capítulo 4 introduce un estado del arte acerca del rendimiento académico. Se realiza una conceptualización del término, y se estudian variables asociadas al constructo. Se analizan los conceptos de *Engagement* y procrastinación, y los enfoques superficiales y profundos de aprendizaje. Se establece un vínculo entre las TIC y el rendimiento académico.

El capítulo 5 presenta antecedentes de vinculación entre la utilización de tecnologías de Realidad Aumentada y el rendimiento académico a partir de un análisis de investigaciones específicas. Para cada investigación se describen los resultados obtenidos respecto del rendimiento.

El capítulo 6 realiza una descripción del material educativo desarrollado para el estudio de caso del trabajo de tesis. Se realiza una fundamentación para la implementación del material, y se menciona el software utilizado para su creación. Se detalla cómo se llevan adelante las sesiones de la experiencia.

El capítulo 7 establece el diseño metodológico del estudio de caso. Se describen los instrumentos de recolección de datos utilizados, así como una descripción de su implementación durante la experiencia.

El capítulo 8 expone los resultados obtenidos a partir del análisis de los datos recolectados a través de los instrumentos implementados. Se detallan los resultados de la evaluación diagnóstica, el postest, las entrevistas a docentes, la observación participante, y el examen de la asignatura. Se realiza una discusión general que responde a las preguntas de investigación en base al análisis teórico y a los resultados del estudio de caso del trabajo.

El capítulo 9 presenta las conclusiones del trabajo y las líneas futuras de investigación.

2. ¿Qué es la Realidad Aumentada?

Resumen

En el presente capítulo se analizan y exponen temas que tratan el concepto de Realidad Aumentada a nivel general. Se presenta a la Realidad Aumentada como una de las tecnologías emergentes a nivel mundial, y se da una definición de qué es, en qué consiste y cuáles son las posibilidades de esta tecnología en auge.

Se mencionan las condiciones que debe cumplir un sistema de Realidad Aumentada, y se realiza una clasificación de los tipos de Realidad Aumentada. Se analizan los componentes reales y virtuales, dando ejemplos de cada uno, y se describe el proceso que se asocia a la programación para integrar, en tiempo real, estos componentes.

Por último, se describen diferentes herramientas de autor y librerías de Realidad Aumentada como recursos disponibles para la creación de aplicaciones, resaltando las diferencias entre ellas.

2.1. Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) pueden considerarse como “tecnologías disruptivas”, dado que no sólo han permitido ser más eficientes resolviendo los problemas con soluciones tradicionales, sino que permiten, además, resolverlos con alternativas novedosas, planteando soluciones impensables antes de que estas tecnologías existieran.

La mayoría de las actividades humanas están incorporando estas tecnologías. Según algunos estudios, esto ha producido un importante aumento de la productividad. Su rápido desarrollo produce cambios en todos los niveles organizacionales, tanto en el ámbito público como privado (González, 2013; Molina et al., 2013). Ejemplos de estas tecnologías son el “Internet de las cosas” (IoT), Big Data, la Realidad Virtual, y la Realidad Aumentada.

Gallego Pérez (2018) sostiene que para la comunidad científica, especialmente en el campo de la educación, los informes Horizon suponen una referencia importante a la hora de visualizar las que son y serán llamadas tecnologías emergentes. En dichos informes, se proponen seis tecnologías emergentes implementables en tres periodos distintos: corto plazo (uno a dos años), medio plazo (tres a cuatro años) y largo plazo (cinco años). En el reporte de 2016 se destacan la

robótica, los makerspaces, la Realidad Aumentada o la Realidad Virtual como las tecnologías emergentes que llegarán a corto-medio plazo a las aulas.

Al mismo tiempo, desde el Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey llegan propuestas, que a través de sus informes Edu Trends, describen cuáles son para ellos las llamadas tecnologías emergentes y los tiempos estipulados para su integración en el contexto educativo.

En el Radar de Innovación Educativa (Tecnológico de Monterrey, 2015), los laboratorios remotos y virtuales, el aprendizaje ubicuo, los entornos personalizados de aprendizaje, la Realidad Aumentada y el aprendizaje adaptativo, así como el internet de las cosas, fueron las tecnologías propuestas como emergentes.

2.2. Definición de Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada (RA), se refiere a la inclusión, en tiempo real, de elementos virtuales dentro de un entorno físico. La combinación del mundo real y virtual a través de RA tiene el potencial de permitir a los individuos descubrir teorías, fenómenos, procesos y comportamientos abstractos, así como características que generalmente no están disponibles en entornos del mundo real (Moro et al., 2021).

El concepto de Realidad Aumentada, por lo tanto, refiere a un incremento de la información que un ser humano puede obtener por sí mismo al interactuar con el mundo físico. El sistema aporta más datos que aquellos que pueden registrarse a través de los sentidos.

Este tipo de tecnología emergente genera experiencias reales optimizadas con un agregado de tipo virtual. De esta manera, se crea un entorno en el que la información y los objetos virtuales se fusionan con los objetos reales, ofreciendo una experiencia tal para el usuario, que puede llegar a pensar que forma parte de su realidad cotidiana. La RA es una tecnología que ayuda a enriquecer la percepción de la realidad con una nueva lente, gracias a la cual la información del mundo real se complementa con la del digital (Ierache et al., 2014).

Milgram y Kishino (1994) utilizan el concepto de continuo de la virtualidad (*virtuality continuum*). Utilizan una escala que va desde los entornos completamente reales hasta los entornos completamente virtuales. Al moverse de izquierda a derecha, cuanto más cerca se esté de la realidad, hay una mayor proximidad al concepto Realidad Aumentada, mientras que si se realiza un acercamiento más al entorno virtual, se estaría trabajando en un contexto de Realidad Virtual. En el centro se situaría la Realidad Mixta (Figura 1).

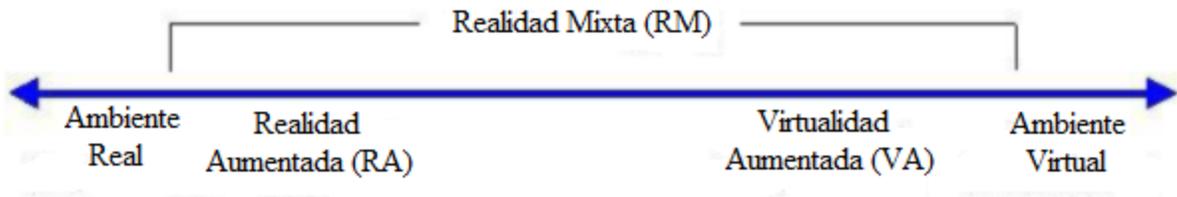


Figura 2.1. Continuo de Realidad - Virtualidad. Fuente: Milgram y Kishino (1994)

Para Azuma et al. (2001) un sistema de Realidad Aumentada es aquél que cumple con tres condiciones de base:

- 1- Combina lo real y lo virtual. Al mundo real se le agregan objetos sintéticos que pueden ser visuales como texto u objetos 3D (wireframe o fotorealistas), auditivos, sensibles al tacto y/o al olfato,
- 2 - Es interactivo en tiempo real. El usuario ve una escena real con objetos sintéticos agregados, que le que ayudan a interactuar con su contexto,
- 3 - Las imágenes son registradas en espacios 3D. La información virtual tiene que estar vinculada espacialmente al mundo real de manera coherente. Se necesita saber en todo momento la posición del usuario respecto al mundo real, y de esta manera puede lograrse el registro de la mezcla entre información real y sintética.

Muchas son las esferas de aplicación y receptoras de potenciales beneficios tecnológicos al incorporar la RA. Ramirez y Solano (2017) sugieren que la Realidad Aumentada es: una tecnología, un campo de investigación, una visión del futuro en la computación, una industria comercial emergente y un nuevo soporte para la expresión creativa. Además, agrega que la RA brinda la habilidad de transferir información útil al espectro visual, en tiempo real y en cualquier lugar; es la combinación de varias tecnologías que trabajan en conjunto para trasladar la información digital a la percepción visual.

2.3. Tipos de Realidad Aumentada

Mientras que algunos autores hacen una clasificación simple de la Realidad Aumentada refiriéndose principalmente a la RA basada en imágenes y basada en geolocalización, otros aportan una clasificación un tanto más compleja y completa que las anteriores: por ejemplo, RA basada en el reconocimiento de formas (la RA se activa al reconocer una forma determinada a

través de la cámara de dispositivos tecnológicos), marcadores (imágenes en blanco y negro, generalmente cuadradas, con dibujos sencillos y asimétricos), imágenes (la RA se produce al reconocer una imagen), objetos (se centra en la activación de la RA al reconocer un objeto determinado a través de la cámara de un dispositivo móvil o de un ordenador) y RA basada en el reconocimiento de la posición (la activación de la RA depende de la posición del sujeto, en muchos casos a partir de un dispositivo móvil, de su situación y de la orientación).

Sin embargo, se considera que una de las más completas es la que proponen Cabero y García (2015, como se citó en Gallego Pérez, 2018) y que clasifican los tipos de RA en base al componente físico, al componente virtual y a su funcionalidad:

Según el componente físico:

- Patrón artificial en blanco y negro: código QR y patrones visuales en RA.
- Imagen
- Un entorno 3D o un objeto 3D
- Un lugar localizado por GPS

Según el componente virtual:

- RA basada en imágenes
- RA basada en 3D
- RA basada en video
- RA basada en audio
- RA multimedia

Según su funcionalidad:

- Realidad documentada y virtualidad documentada
- Realidad con percepción o comprensión aumentadas
- Asociación perceptual de lo real y lo virtual
- Asociación comportamental de lo real y de lo virtual
- Sustitución de lo real por lo virtual

De acuerdo a esta clasificación, a continuación se detallan cada uno de estos componentes.

El proceso por el que se produce la RA está integrado por tres elementos principales: un componente real, un componente virtual, y la programación.

El componente real es el disparador del proceso, sobre el que comienza a fluir el componente virtual. Esta configuración para que el componente virtual actúe sobre el real es lo que debe programarse.

Algunos ejemplos de componentes reales son:

- Patrones artificiales en blanco y negro (figura 2.2.). Son imágenes en escala de grises similares a los códigos QR, que permiten activar y mostrar la información virtual sobre la información real.

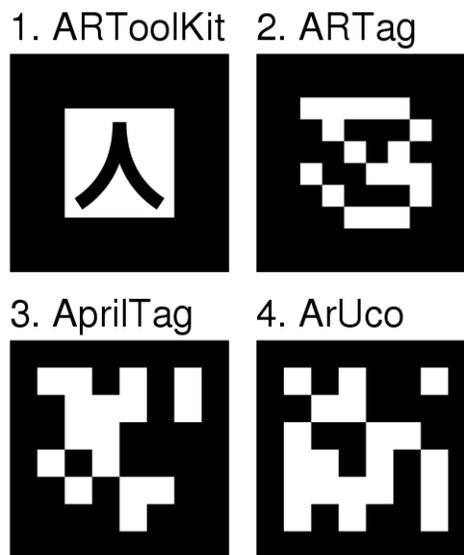


Figura 2.2. Patrones en blanco y negro. Fuente: commons.wikimedia.org

- Imágenes 2D. (Figura 2.3.). Deben ser imágenes con bordes bien definidos, con distintas zonas diferenciadas por colores, preferentemente cuadradas o rectangulares.



Figura 2.3. Marcador nivel 2. Fuente: commons.wikimedia.org

Algunas aplicaciones, como Zappar, proporcionan al usuario un patrón en blanco y negro único (Figura 2.4.), adaptable dentro de otra imagen, pero donde realmente el tracking se hace sobre dicho patrón.

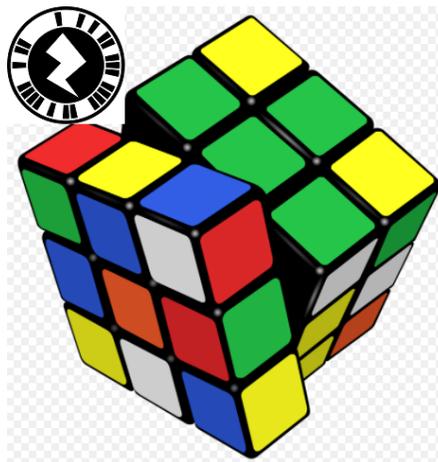


Figura 2.4. Patrón en blanco y negro integrado en imagen. Elaboración propia.

- Elemento 3D. Puede ser un objeto real o reproducción en 3D (Figura 2.5.).



Figura 2.5. Elemento 3D utilizado como marcador. Fuente: commons.wikimedia.org

- Punto determinado por geolocalización (GPS). El posicionamiento por coordenadas permite que cualquier lugar del mundo se pueda convertir en un disparador de RA. Un ejemplo ampliamente conocido es el juego Pokemon Go (figura 2.6.), videojuego de RA basado en geolocalización.



Figura 2.6. RA basada en geolocalización. Fuente: commons.wikimedia.org

Respecto de ejemplos de componentes virtuales, se encuentran los siguientes:

- Imágenes. Utilizadas para mostrar nueva información, o completar información ya existente. También se pueden utilizar como botones en la navegación diseñada. Normalmente se utiliza en formato .jpg o .png.
- Objetos 3D. Pueden ser estáticos, permitiendo que el usuario los manipule (girar, rotar, expandir, etc), o incluso se pueden integrar secuencias dinámicas de estos. Se debe tener en cuenta las características específicas del software o aplicación que se utilice para su producción, ya que varía dependiendo de cada software.
- Videos. Al igual que con los objetos 3D, cada software en particular admite un cierto formato específico de video. Los más comunes son .mp4 y .3g2
- Audio. Es posible integrar archivos de audio como un recurso de Realidad Aumentada, normalmente en formato .mp3.

Por último, teniendo preparados tanto los componentes reales como los virtuales es necesario, generar las asociaciones e interacciones entre ellos. Para esto se deben programar tales interacciones a través del software adecuado.

Existen varias opciones de tipos de software o aplicaciones para realizar esta tarea. En acuerdo a lo mencionado por Gallego Pérez (2018), una división principal se produce entre aplicaciones para un desarrollo visual e intuitivo, por un lado, y por otro, aplicaciones para las cuales se requiere poseer conocimientos de programación en lenguajes tales como C# y Java, entre otros.

Las aplicaciones de desarrollo visual generalmente permiten una implementación más fácil y rápida de recursos, pero con opciones más acotadas. Las aplicaciones programables con lenguajes de programación son un tanto más complejas a la hora de su utilización, pero proveen mayores posibilidades de incorporación de recursos y más flexibilidad en la funcionalidad.

2.4. Tecnología Necesaria

Diversos autores en la materia concluyen que para una correcta producción y observación de objetos de RA es necesario disponer de los siguientes elementos de hardware y software:

1 - Un elemento que capture la imagen de la realidad que está viendo el usuario. Una webcam que esté conectada a un ordenador, o un dispositivo móvil con cámara son ejemplos de este tipo de hardware.

- 2 - Un dispositivo que permita visualizar los contenidos virtuales que interactúan al mismo tiempo con el contenido de la realidad.
- 3 - Un objeto de procesamiento que permita interpretar los objetos reales, producir los recursos virtuales, y proporcionar el resultado de la integración entre ambos.
- 4 - Un software específico para la creación de recursos de realidad aumentada, y la asociación con los objetos reales.
- 5 - Un elemento que sea el encargado de activar el proceso de Realidad Aumentada, también llamado marcador o *trigger*.
- 6 - Un servidor de contenidos para guardar los recursos virtuales utilizados.

En la actualidad, uno de los dispositivos más utilizados por los usuarios para trabajar con Realidad Aumentada es el *smartphone*. La mayoría de los usuarios tienen acceso a celulares con capacidad de procesamiento con mayor o menor potencia, cámara, pantalla, y demás elementos que le permiten a este artefacto ser tanto el productor como el consumidor de experiencias de RA.

En la práctica, al disponer de un dispositivo con un software instalado previamente, el primer paso debería ser activar la aplicación o software en cuestión, enfocar con la cámara del dispositivo el entorno físico sobre el que se desea obtener la información adicional y capturarla. De forma inmediata y tras la transformación de los datos por parte de la aplicación o software, la pantalla del dispositivo mostrará la información adicional virtual, asociada a la escena de la realidad que ha sido capturada por la cámara. La figura 2.7. muestra el proceso descrito.

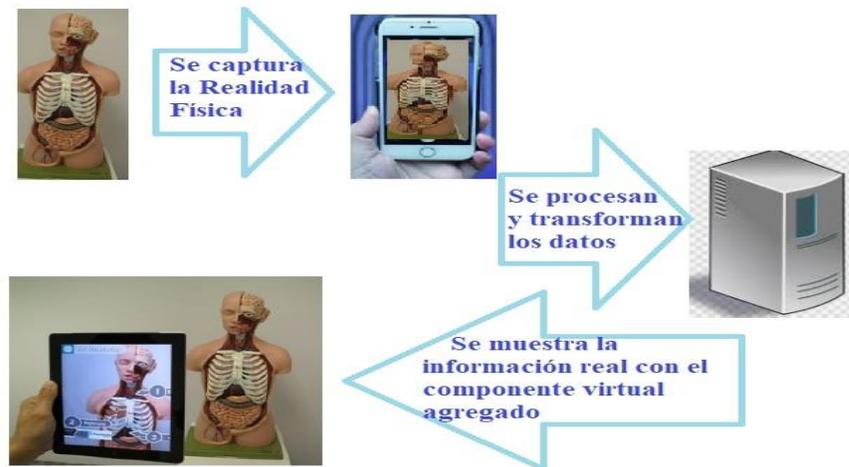


Figura 2.7. Proceso de captura, transformación y visualización de información con contenido con RA.
Elaboración propia.

2.5. Herramientas de Autor y Librerías de Realidad Aumentada

Existe una amplia variedad de software disponible para programar y visualizar el comportamiento de los objetos virtuales sobre los reales, así como la interacción entre ellos. Se desea aquí realizar una distinción entre las herramientas de autor y las librerías, como recursos para crear RA.

Las herramientas de autor son sistemas que permiten la creación de aplicaciones informáticas sin necesidad de poseer conocimientos avanzados de programación. Existen herramientas de autor que permiten la construcción de aplicaciones multimedia, de actividades educativas, de tutoriales, y de contenidos de RA, entre muchos otros (Artola, 2019).

En Moralejo et al. (2014) se realiza un análisis comparativo de herramientas de autor para la creación de contenidos con RA. Las conclusiones de este trabajo, destacan que las herramientas estudiadas dan la posibilidad de realizar actividades exploratorias de RA, sin contar con conocimientos en programación.

Un ejemplo de esto es el caso de *Augmented Class*. Ésta es una herramienta de autor sencilla de utilizar para crear materiales educativos con Realidad Aumentada. Con ella es posible crear proyectos con escenas reales aumentadas a través de imágenes, texto, audio y objetos 3D, de una manera intuitiva y rápida, desde el dispositivo móvil. La aplicación permite crear, compartir y utilizar los archivos creados. Actualmente está disponible para los sistemas operativos Android y Windows. Puede ser encontrada en el sitio www.augmentedclass.com.

En la figura 2.8 se observa la sección “Inventor” de la aplicación *Augmented Class*, la cual permite crear nuevos proyectos aumentados, tanto con marcadores como sin marcadores. En la figura 2.9, se ve la sección “Visor” de la aplicación, desde donde es posible reproducir y visualizar las escenas de los proyectos con RA creados.



Figura 2.8. Sección “Inventor” de *Augmented Class*, para la creación de escenas aumentadas. Fuente: www.augmentedclass.com

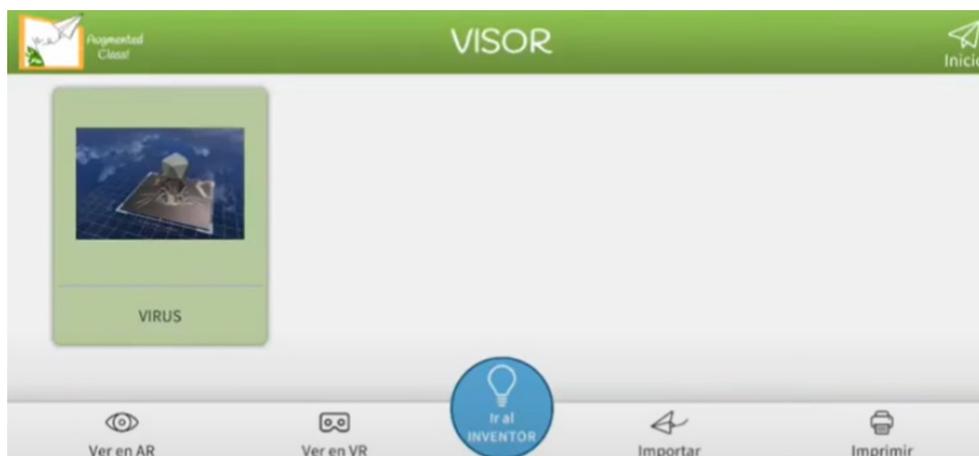


Figura 2.9. Sección “Visor” de *Augmented Class* para la visualización de escenas aumentadas. Fuente: www.augmentedclass.com

Otros ejemplos de herramientas de autor que se pueden encontrar son: ARTutor (www.artutor.teiemt.gr), U-Adventure (www.github.com/e-ucm/uAdventure), VEDILS (www.vedils.uca.es), MAGIS (www.ica.com.uy/esp/productos/ica/magis), Aumentaty Creator y su visualizador Scope (www.aumentaty.com), entre otras.

Además, existen las librerías de Realidad Aumentada que facilitan a un profesional del área informática desarrollar aplicaciones de RA, abstrayendo aspectos de bajo nivel tales como la captura e identificación del elemento de la escena, que dispara la escena aumentada. Cada librería se diferencia de otras por la cantidad de funciones que pueden ofrecer para crear diferentes tipos de detecciones y la adaptabilidad que presentan (Salazar, 2019).

Tal es el caso de Vuforia (www.developer.vuforia.com), una de las librerías más ampliamente usadas para el desarrollo de aplicaciones con RA, en particular en el ámbito educativo. Esta librería de desarrollo, permite generar escenarios y recursos de Realidad Aumentada completos y complejos, y si bien es necesario disponer de conocimientos de programación, se la considera una de las herramientas más potentes disponibles en el mercado a nivel mundial para la creación de contenidos de Realidad Aumentada.

En la figura 2.10 se presenta un ejemplo de entorno de desarrollo con Vuforia y Unity 3D. En la imagen se muestra un trabajo de posicionamiento de una figura 3D.

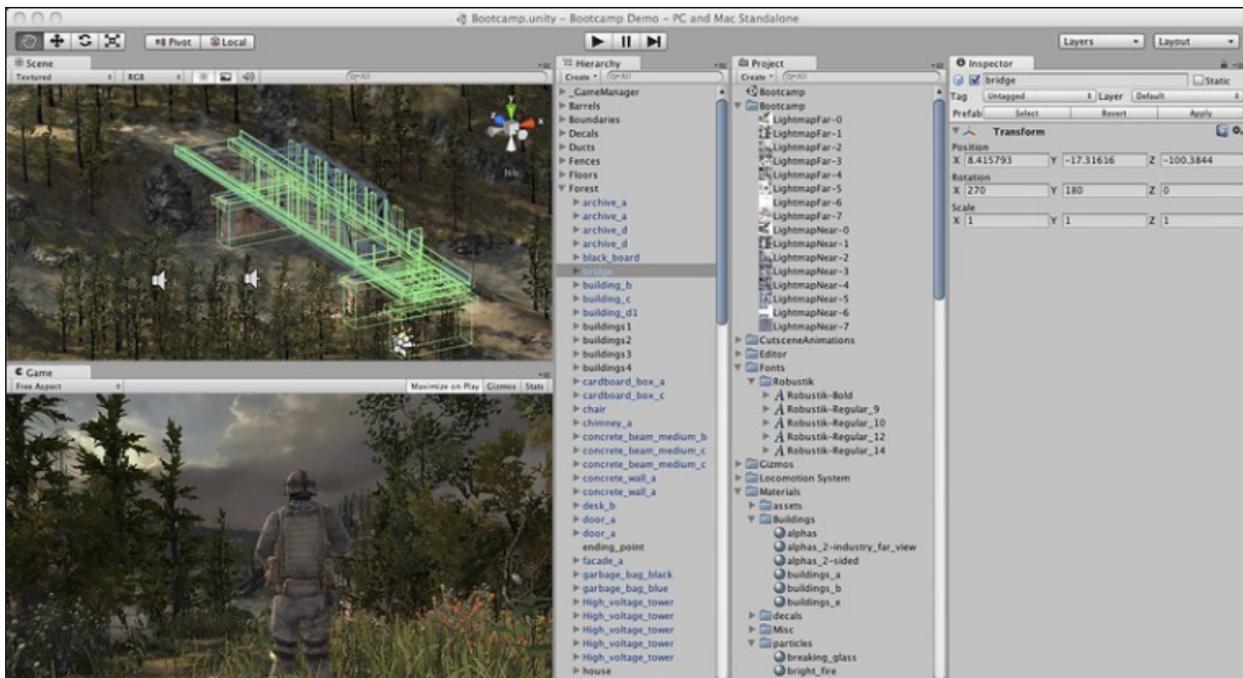


Figura 2.10. Ejemplo con entorno de desarrollo de Vuforia y Unity 3D. Fuente: Flickr.com

Otro ejemplo de interés es Wikitude (www.wikitude.com), que provee una librería completa de funciones de RA que incluye reconocimiento de imágenes, *tracking*, renderización de modelos 3D, etc. Esta librería cuenta con una licencia libre para educación y fines no comerciales.

Otros ejemplos de librerías son EasyAR, LayAR, ARToolKit, ARKit, ARcore, entre otros.

Por último, es posible trabajar mediante las llamadas aplicaciones web que permiten, a través de una interface limitada, diseñar recursos propios mediante Realidad Aumentada. Generalmente tienen algunas limitaciones, como la cantidad de contenidos virtuales que se pueden utilizar, la interacción entre los contenidos virtuales y reales y el formato de información digital a incorporar, entre otros. Sin embargo, ofrecen entornos de trabajo intuitivos, cómodos y sencillos de utilizar.

Un ejemplo a mencionar es la plataforma web ZapWorks (www.zap.works). Dentro de esta plataforma, el usuario puede crear sus propios recursos de Realidad Aumentada, en un ambiente virtual amigable con recursos fáciles de interpretar y utilizar (figura 2.11). También permite agregar recursos de audio, video, imagen y texto, sobre un contenido real, pero presenta como limitación que no posibilita agregar recursos 3D al escenario.

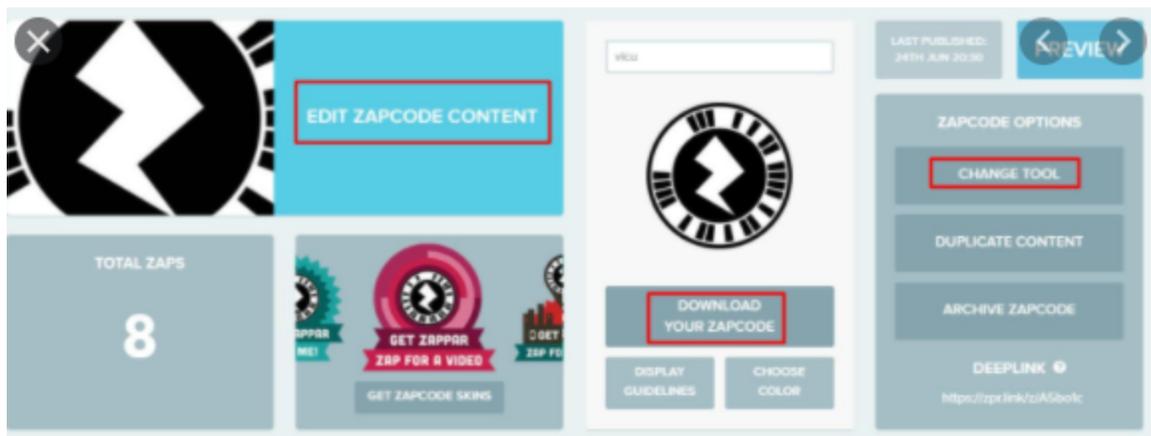


Figura 2.11. Imagen de parte de la plataforma web ZapWorks. Fuente: www.zap.works/designer/

Algunos otros ejemplos de plataformas web que se pueden mencionar son: Layar Creator (www.layar.com), y Blippar (www.blippar.com). En la mayoría de los casos, además de las versiones gratuitas existen opciones web más completas, pero tienen un costo para utilizarlas.

2.6. Recapitulación

Este capítulo presenta a la Realidad Aumentada como una de las tecnologías emergentes de los últimos años, cuyas características son de utilidad en áreas y disciplinas tales como: la Medicina, Arquitectura, Entretenimiento, Educación, entre otras.

Se presentan definiciones acerca de qué es la Realidad Aumentada, qué elementos forman parte de ella, en qué consiste, y en qué sector del espectro entre la realidad y la virtualidad se encuentra inmersa.

Luego, se hace referencia a una clasificación de tipos de RA basada en un componente real, un componente virtual y su funcionalidad, y se explica en qué consiste cada uno de ellos. A su vez, se menciona la tecnología necesaria para realizar todo el proceso que abarca una experiencia con RA.

Por último, se describen diferentes herramientas de autor y librerías para la creación de aplicaciones con contenidos de RA, estableciendo las diferencias entre ambas, y brindando ejemplos de cada una de ellas.

Como resumen del capítulo se muestra la figura 2.12 que presenta un esquema acerca de los temas abordados.

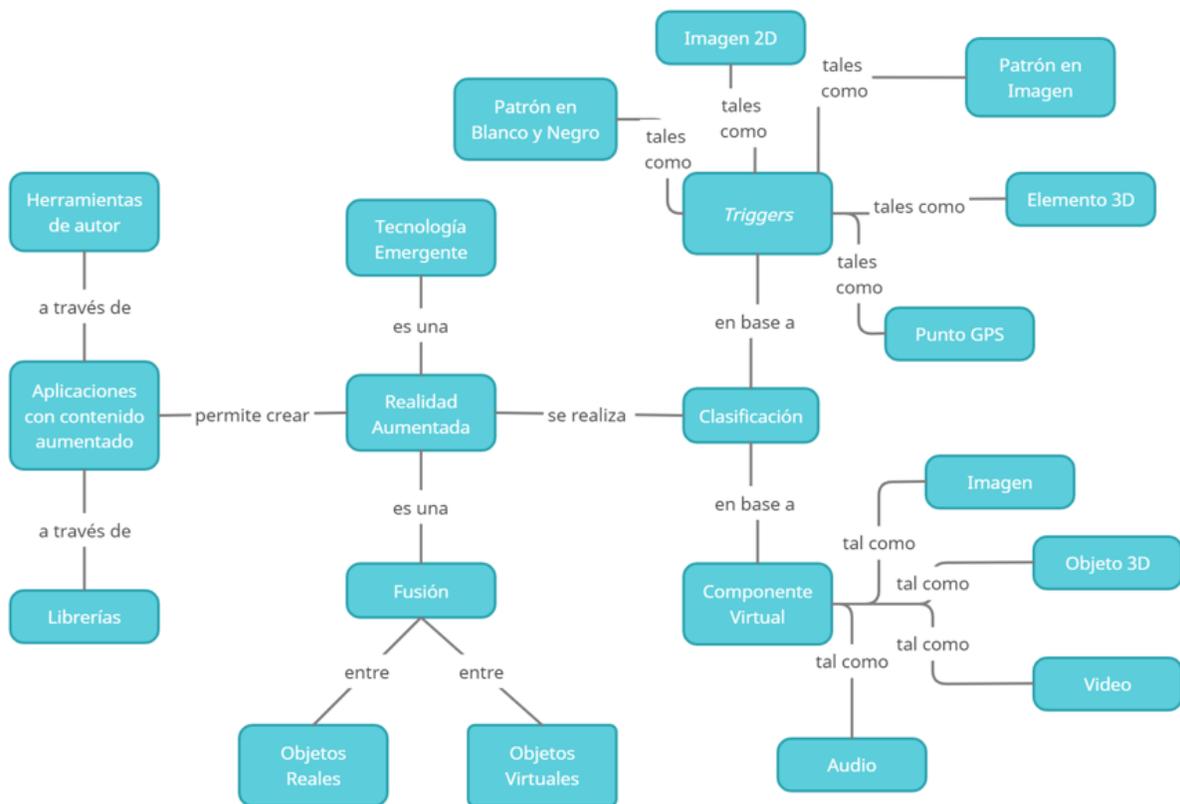


Figura 2.12. Esquema de temas abordados en el capítulo 2. Elaboración propia.

3. Realidad Aumentada y Educación

Resumen

En este capítulo se presentan, analizan y discuten temas que permiten dar respuesta a las siguientes preguntas del trabajo de investigación:

- ¿Qué tipos de experiencias educativas se están desarrollando con tecnologías de Realidad Aumentada? ¿En qué niveles educativos?
- ¿Qué tipos de aplicaciones se utilizan? ¿Se tiene acceso a estas aplicaciones o materiales educativos con RA?
- ¿Cómo se ven afectados los procesos de enseñanza y aprendizaje con la incorporación de RA?
- ¿Cuáles son las limitaciones a la hora de implementar RA en el aula universitaria?

Sobre la base de las mencionadas preguntas de investigación definidas, se lleva a cabo un proceso de revisión sistemática, a partir del cual se analizan los contenidos de un corpus de 26 artículos seleccionados. El análisis y los resultados alcanzados se plantean en diferentes secciones del capítulo.

En la primera sección, se describe el proceso de revisión sistemática empleado para seleccionar el corpus de publicaciones para el capítulo.

En la segunda sección, se brinda un marco introductorio acerca del surgimiento y relevancia que comienza a tomar la Realidad Aumentada en los escenarios educativos.

En la tercera sección, se realiza una discusión respecto del impacto que produce la Realidad Aumentada aplicada a la educación en los diferentes niveles, y se analiza su aporte a los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En la cuarta sección, se describen diferentes experiencias educativas llevadas a cabo en distintos niveles, que han implementado herramientas tecnológicas con Realidad Aumentada asociadas a

estrategias pedagógicas. Se mencionan aspectos varios que mediante la utilización de RA favorecen el aprendizaje en cada experiencia.

En la quinta sección se hace una descripción de ciertos factores que dificultan la integración de herramientas con Realidad Aumentada en los entornos educativos, a los fines de considerar estos obstáculos cuando se diseñan estos tipos de experiencias, y mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje por medio de esta tecnología.

Finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones del capítulo.

3.1. Sobre la Revisión Sistemática de Literatura

Luego de haber definido en el capítulo 1 de este trabajo de tesis el tipo de artículos para la búsqueda, el rango de años a incluir, los idiomas a considerar, las bases de datos electrónicas como motores de búsqueda, las cadenas de búsqueda o descriptores, y los criterios de inclusión y exclusión a tener en cuenta, se procede concretamente a la búsqueda, evaluación y selección de documentos inherentes a este capítulo.

A partir de las bases de datos utilizadas para la búsqueda se recupera un total de 703 documentos que son importados a una carpeta del gestor de referencias bibliográficas Zotero. Se incorporan además 5 referencias de fuentes primarias o sugerencias de expertos, obteniendo un total de 708 documentos. El gestor permite encontrar automáticamente 97 documentos duplicados de la búsqueda entre las distintas bases.

Sobre los 611 artículos no duplicados, se descartan 30, por no estar escritos en el idioma Inglés o Español. De los 581 artículos restantes, se procede a la lectura del resumen de cada uno, aplicando los criterios de inclusión y exclusión. Se descartan, de esta manera, 503 trabajos.

Posteriormente, se procede a la lectura completa de los 78 documentos seleccionados como potencialmente elegibles, acorde a los criterios de inclusión y exclusión establecidos. A través de este procedimiento se descartan 52 artículos por no atender de forma completa a los criterios establecidos, lo que permite incluir 26 artículos para el análisis y discusión del capítulo 3 de este trabajo.

El diagrama de la figura 3.1 esquematiza los pasos realizados en el proceso de búsqueda, evaluación y selección de trabajos para esta revisión sistemática.

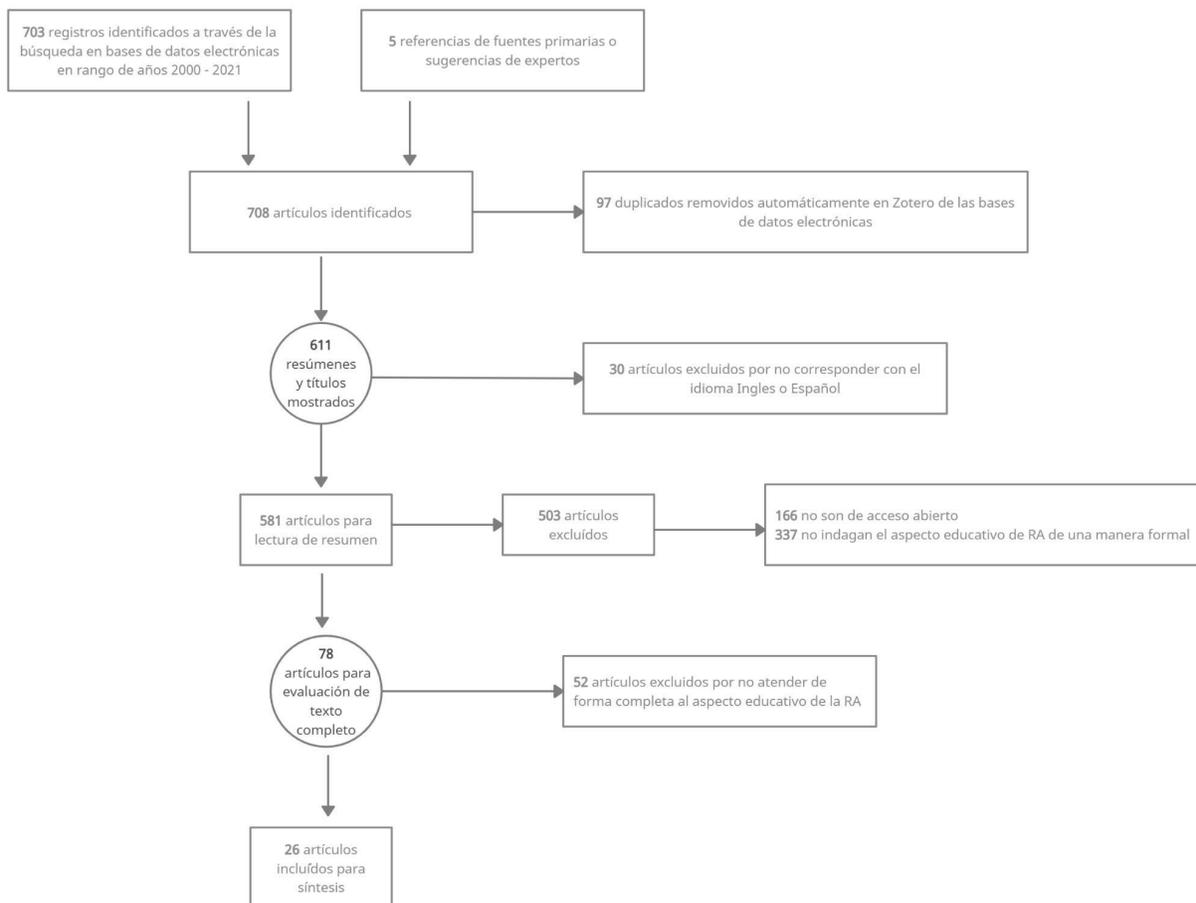


Figura 3.1. Diagrama PRISMA para búsqueda, evaluación y selección de trabajos para el capítulo 3. Elaboración propia.

3.2. Introducción

Uno de los desafíos para la educación, se vincula con resignificar continuamente los procesos de enseñanza y aprendizaje. De esta manera, se busca tener como resultado propuestas didácticas que involucren un aprendizaje significativo y un incremento progresivo, de la utilización de recursos educativos tecnológicos que combinen diferentes aproximaciones creativas y colaborativas, en la labor docente.

En este sentido, la realidad educativa y tecnológica en las aulas de los diferentes niveles académicos, viene de la mano de la incorporación de nuevas herramientas que acerquen a los alumnos, de forma sencilla y formativa, a los contenidos curriculares.

Una de las tecnologías que toman mayor impulso e importancia en la actualidad es la Realidad Aumentada, la cual se ha ido abriendo camino, especialmente en la Educación Superior.

El análisis tecnológico que anualmente realiza la empresa Gartner con su ciclo publicitario tecnológico, pretende analizar el progreso de la Realidad Aumentada desde su lanzamiento hasta su consolidación. En la figura 3.2., se refleja la evolución de la Realidad Aumentada en los últimos años, donde se observa cómo esta tecnología ha llegado a la denominada “Meseta de la productividad”, y por tanto es el momento en el que se la puede considerar como una tecnología consolidada.

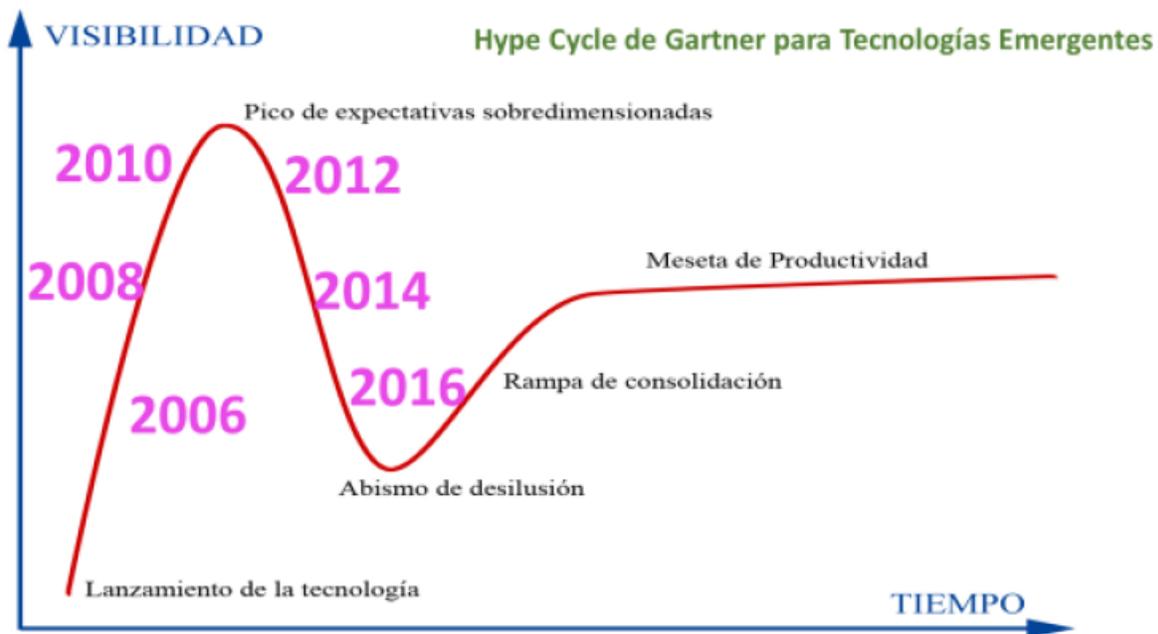


Figura 3.2. Evolución de la Realidad Aumentada según el ciclo publicitario de Gartner.

Fuente: <http://www.gartner.com>.

Dando una definición de consonancia educativa, la Realidad Aumentada es aquella tecnología capaz de complementar la percepción e interacción con el mundo real, brindando al usuario un escenario real aumentado con información adicional generada por mediaciones pedagógicas y tecnológicas (Ramírez y Solano, 2017).

La Realidad Aumentada ofrece numerosas posibilidades educativas y un inmenso potencial para mejorar el aprendizaje y la enseñanza. Además, proporciona a los usuarios el acceso a un contenido multimedia rico, variado y significativo.

Además, esta tecnología es completamente adaptable a los diferentes niveles educativos. Tal es así, que es posible encontrar software interactivo para niños del nivel escolar primario, adolescentes del nivel secundario, y también existen múltiples aplicaciones y programas para el

nivel universitario. Incluso se ha desarrollado software enriquecido con Realidad Aumentada a los fines de mejorar los procesos de aprendizaje de personas con capacidades diferentes.

3.3. Análisis sobre la Realidad Aumentada en el Ámbito Educativo

En esta sección se realiza un análisis a partir de los 26 artículos seleccionados de la RSL, en función de contestar a las preguntas presentadas en el resumen. Especialmente se focaliza en las tres primeras preguntas.

Una de las características significativas de la Realidad Aumentada es que brinda la posibilidad de representar e interactuar con objetos virtuales en un espacio tridimensional, potenciando especialmente la adquisición de una variedad de habilidades tales como la capacidad espacial, habilidades prácticas, la comprensión conceptual, y la investigación. Cubillo et al. (2014) sostienen que esta característica permite avanzar en el aprendizaje de disciplinas donde los conceptos resultan abstractos o confusos para los alumnos, bien por su complejidad o bien porque no se pueden concretar completamente en el mundo físico, o en algo que puedan manipular. Además, es una característica destacable el hecho de poder representar escenarios no existentes, o de difícil acceso (Cabero y Barroso, 2016b).

Al mismo tiempo, Martín-Gutierrez et al. (2014) establecen que la enseñanza de la Realidad Aumentada abre nuevas posibilidades porque permite combinar el mundo real y virtual, aumentar la autonomía de los alumnos, permitiéndoles llevar su propio ritmo de estudio, y maximizar el tiempo y recursos disponibles. Lo señalado, incentiva el aprendizaje significativo, ya que permite al alumno experimentar y relacionar el contenido nuevo con experiencias y aprendizajes anteriores. En relación a lo comentado, y de acuerdo a lo demostrado por Klopfer y Sheldon (2010), los alumnos se involucran más en el aprendizaje que cuando trabajan con metodologías tradicionales.

Por su parte, Moreno et al. (2020) manifiestan que la Realidad aumentada es un recurso tecnológico que potencia la experimentación, la competencia digital y el trabajo colaborativo, generando con ello un aprendizaje significativo, constructivista y por descubrimiento.

A lo destacado anteriormente, Estebanell et al. (2012) y Reinoso (2012) afirman que al proveer una gran interacción con el usuario, se produce una mejora en la asimilación de la información. De esta manera, la situación educativa se convierte en una experiencia capaz de ser percibida a través de todos los sentidos.

Moro et al. (2021) sostienen que la interactividad, el compromiso y las percepciones positivas de los participantes en actividades con RA, sugieren que éste es un modo de aprendizaje autodirigido efectivo en comparación con recursos más tradicionales.

También se considera importante agregar que la utilización de esta herramienta produce en los alumnos altos niveles de participación y disfrute. Encuentran atractivo el ambiente de aprendizaje. Los alumnos que han experimentado con esta herramienta expresan su satisfacción en cuanto al material utilizado, a la posibilidad de recibir información en diferentes formatos y a la sensación de tener el control de la actividad, ya que pueden explorar los temas en el orden que eligen, e incluso pueden volver a visitar los materiales cuantas veces consideren necesarias (Di Serio et al., 2013; Martín-Gutierrez et al., 2014).

Sommerauer y Müller (2014) concluyen en su investigación que la Realidad Aumentada tiene el potencial de ser una herramienta eficaz para aprender contenidos formales en entornos de aprendizaje informales, y aseveran, junto con otros autores como Reinoso (2012), Martín-Gutierrez et al. (2014) y Di Serio et al. (2013) que el rendimiento académico y el nivel de aprendizaje son afectados positivamente.

Al mismo tiempo, el uso de esta tecnología permite la creación de escenarios simulados, lo cual es de gran interés, porque permite acceder a técnicas o herramientas que abordan la práctica para formar profesionales en alguna especialidad concreta. De esta manera, Akcayir et al. (2016), Fabregat (2012) y Cabero y Barroso (2016a) afirman que los usuarios logran adquirir competencias prácticas, mejoran el desarrollo de habilidades y construyen actitudes positivas evitando riesgos físicos.

Cubillo et al. (2014) sostienen que, desde un punto de vista tecnológico, la Realidad Aumentada compensa algunas de las deficiencias presentes en la educación tales como experimentos o prácticas que no pueden ser realizadas debido a los costes del equipamiento, o a la relación entre el número de equipos disponibles y los alumnos matriculados; la disponibilidad de las instalaciones, ya sea por espacio y/o por tiempo; la realización de experimentos complejos y peligrosos que en muchas ocasiones no son realizados debido a que pueden provocar lesiones (figura 3.3.); y la observación de experimentos o fenómenos que ocurren tras un largo periodo de tiempo (meses, años, décadas, etc.), y pueden ser reproducidos/observados en segundos como por ejemplo, las leyes de Mendel.



Figura 3.3. Escenario simulado de entrenamiento industrial. Fuente: commons. wikimedia.org

Respecto de los entornos de e-learning, Reinoso (2012) y Fabregat (2012) coinciden en que las bondades de la Realidad Aumentada favorecen el aprendizaje, permitiendo a los alumnos manejar su propio ritmo de aprendizaje. La utilización masiva de los dispositivos móviles brinda la posibilidad de sumar esta tecnología a una metodología online que permita enriquecer contenidos teóricos y prácticos.

Según Ramirez y Solano (2017) la inserción de estas nuevas tecnologías de RA se ve reforzada debido al uso y auge de teléfonos móviles inteligentes y tabletas, así como al surgimiento de un sinnúmero de aplicaciones que hacen uso de la cámara y la pantalla integradas en el dispositivo para mostrar datos virtuales mezclados con el mundo real.

Otro de los beneficios que ofrece la Realidad Aumentada es la de enriquecer un libro o cualquier material impreso (apuntes, ejercicios, notas etc.) con contenido virtual (objetos 3D, imágenes, videos etc.). Esto ofrece la utilización de nuevos mecanismos que despierten el interés y la curiosidad de las nuevas generaciones que emplean cada vez más la tecnología (Billinghurst, 2001).

Sin embargo, más allá de todo lo comentado anteriormente, es de suma importancia entender que, si bien la Realidad Aumentada constituye una valiosa herramienta para la educación, favoreciendo el aprendizaje, se debe comprender que la tecnología por sí sola no produce cambios. Lo que favorece la calidad del aprendizaje es su encuadre dentro de un planteamiento pedagógico adecuado (Cózar et al., 2015; Sánchez, 2017). Cabero y Barroso (2016b) sostienen

que su incorporación debe realizarse dentro de un proyecto educativo, el cual se apoye en teorías y paradigmas que favorezcan su utilización.

Es relevante suavizar el efecto novedoso de la tecnología y pensar más en su implementación y uso adecuado, siendo importante que su integración en el aula se encuentre dentro de un proyecto educativo que anteponga lo pedagógico a lo tecnológico, como sugiere Fernández-Robles (2018). Al mismo tiempo, destaca la importancia de capacitar al docente tanto en una dimensión técnico-instrumental como metodológica y pedagógica. Además, el sistema debe aportar información relevante y bajo diferentes soportes que den respuesta a los distintos estilos de aprendizaje.

De esta manera, se vuelve necesario utilizar metodologías innovadoras, como el aprendizaje basado en problemas, en el descubrimiento, y en el juego; el aprendizaje colaborativo, y otras metodologías que estimulen la creatividad, el aprendizaje autónomo y la adquisición de competencias. Comienza a ser, por lo tanto, un factor de relevancia el crear ambientes de aprendizaje activos y constructivistas, donde el alumno sea responsable de la construcción de su conocimiento (Leiva y Moreno, 2015).

Por ejemplo, Reinoso (2012) afirma que la utilización de aplicaciones que producen información sobre el entorno propicia un aprendizaje basado en el descubrimiento, y crea la posibilidad de trabajar fuera del aula. Esto influye en la motivación del alumno y en las habilidades comunicativas.

Otro ejemplo para promover el pensamiento, el trabajo colaborativo y la diversión mientras se aprende involucra incorporar la Realidad Aumentada a través del juego, brindando posibilidades para implicar, motivar y comprometer activamente al alumno. Klopfer y Sheldon (2010) manifiestan que los juegos de Realidad Aumentada pueden integrarse en la vida diaria de los alumnos, desafiándolos a pensar de manera diferente sobre sus comunidades y ellos mismos. Este tipo de juegos pueden favorecer el aprendizaje de contenido de forma creativa, diseñando y explorando escenarios.

Para finalizar, y con el foco en lo mencionado por Fernández-Robles (2017), para que se produzca aprendizaje significativo con el uso de Realidad Aumentada se deben utilizar metodologías que propicien: la investigación, el análisis, la comprensión, la síntesis, la colaboración, la contextualización y la autonomía.

3.4. Experiencias Educativas con Realidad Aumentada

En esta sección se analiza más específicamente la primera pregunta de investigación presentada al inicio del capítulo. Se toman experiencias del corpus de artículos seleccionados, y para cada una se analizan el nivel educativo en el que se implementa, los participantes, y los resultados para considerar el impacto que vienen teniendo en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Se han desarrollado numerosas experiencias exitosas con la utilización de esta tecnología en las aulas de clase, en laboratorios de ciencias, en formación on line, en ámbitos formales e informales. Se han creado aplicaciones y materiales educativos para todos los niveles educativos. Y un gran número de todas estas experiencias han producido resultados positivos en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En su trabajo, Vincenzi (2019) realiza una recopilación sistematizada de experiencias realizadas en educación con aplicación de la tecnología de RA. Realiza una búsqueda de artículos publicados durante el período Octubre 2018 - Octubre 2019 para poder obtener un panorama general y reciente sobre la utilización de la RA en la educación, estableciendo en qué niveles, áreas de la educación y regiones del mundo se aplican actualmente.

Luego de realizar los análisis correspondientes aplicando los criterios de exclusión decididos en su trabajo de investigación, el resultado total de artículos seleccionados fue de 68.

Los resultados arrojan que el nivel educativo con mayor cantidad de proyectos con RA encontrados fue el universitario en un 26,47% de los casos. Luego el nivel secundario con 23,53%, seguido por el primario con 22,06%. Continúa el nivel superior (terciario) con 14.71% ; y por último el nivel inicial con 7,35%, y educación especial con 5,88%. (Figura 3.4.)

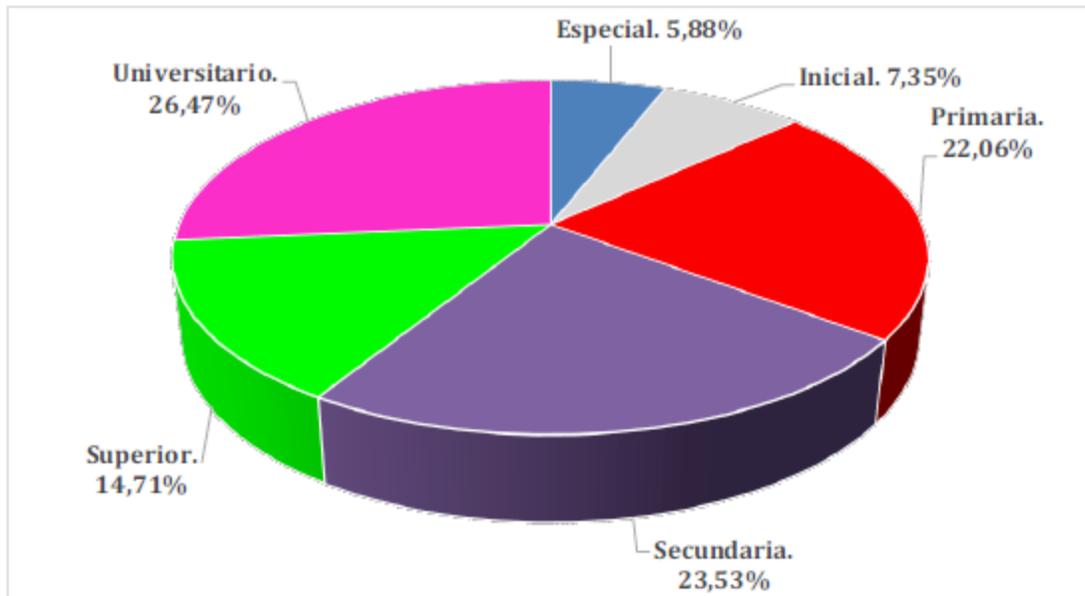


Figura 3.4. Porcentaje de trabajos publicados respecto de los diferentes niveles educativos.
Fuente: Vincenzi (2019)

Respecto de las áreas temáticas de los artículos encontrados, se aprecia que la mayoría corresponde a las Ciencias Naturales con el 42,65%. Luego siguen las Ciencias Sociales con 19,12%, las artes y humanidades con 17,65%, las ciencias exactas con 14,71% y por último arquitectura y educación física con 2,94% (Figura 3.5.).

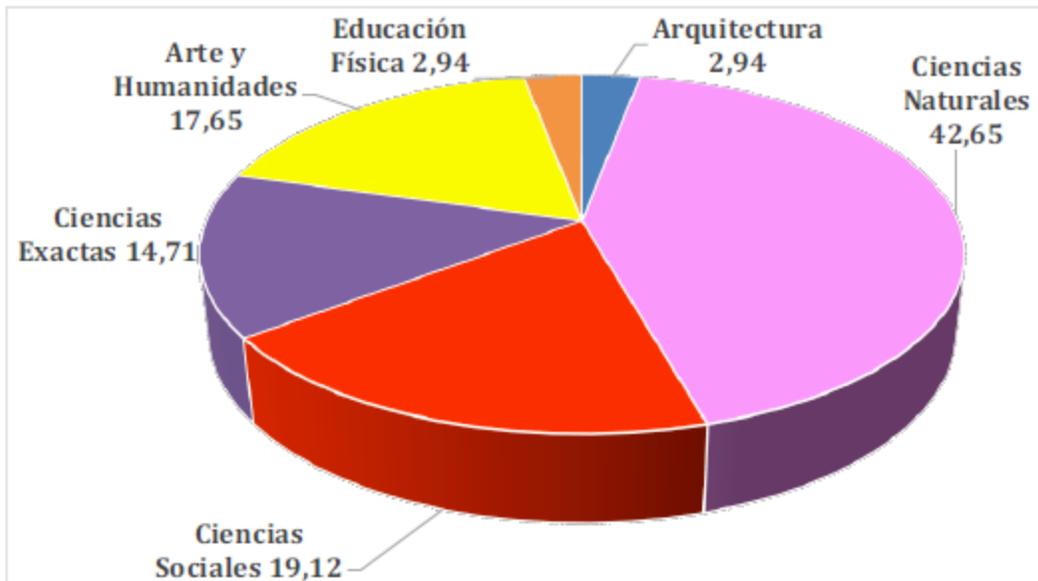


Figura 3.5. Porcentaje de trabajos publicados respecto de las principales áreas temáticas.
Fuente: Vincenzi (2019)

Por último, se muestra en la figura 3.6. el porcentaje de trabajos publicados por región en el mundo:

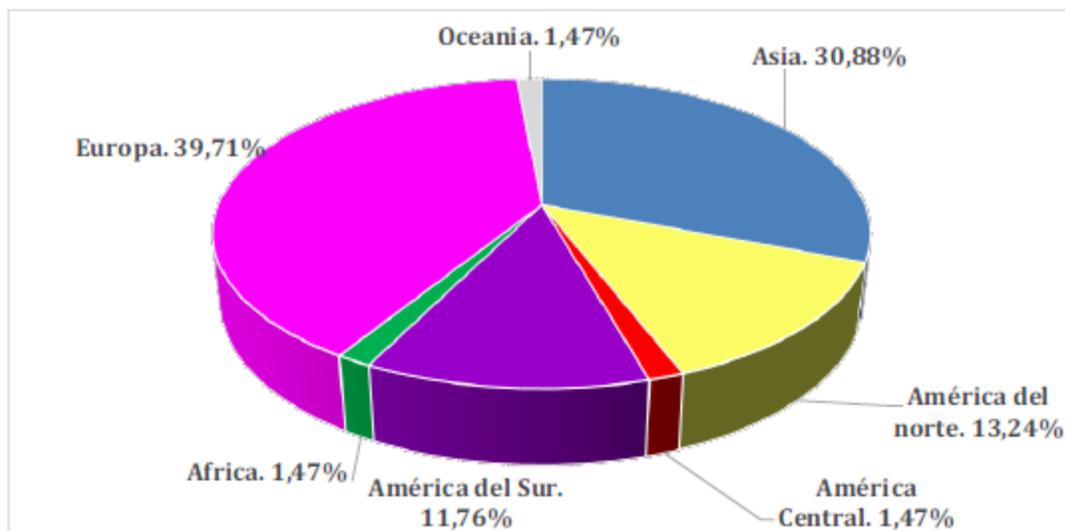


Figura 3.6. Porcentaje de trabajos publicados por región en el mundo.

Fuente: Vincenzi (2019)

A continuación se analizan los ejemplos de experiencias educativas con Realidad Aumentada explorados a partir de la RSL llevada a cabo en esta tesis, mencionando los tipos de materiales utilizados y el nivel educativo correspondiente.

3.4.1. MagicBook

El proyecto *MagicBook* fue presentado por Billingham et al. (2001) y su objetivo consiste en explorar interfaces de transición y transportar usuarios a lo largo del continuo Realidad - Virtualidad, utilizando un objeto físico. Se emplea un libro real, para que el usuario pueda pasar las páginas, mirar las imágenes, y leer el texto sin utilizar tecnología adicional. Sin embargo, al mirar las páginas a través de una pantalla de Realidad Aumentada se ven modelos virtuales tridimensionales. Los modelos aparecen adjuntos a la página real para que los usuarios puedan ver la escena desde cualquier perspectiva simplemente moviéndose ellos mismos o el libro.

Los libros utilizados en la interfaz de MagicBook son libros normales con texto e imágenes en cada página. Ciertas imágenes tienen bordes negros gruesos que los rodean. Cuando el lector mira estas imágenes a través de la pantalla portátil, se utilizan técnicas de visión por computadora para calcular con precisión la cámara, posición y orientación con respecto a la imagen. La computadora luego genera imágenes virtuales que aparecen registradas con precisión en las páginas reales (Figura 3.7.).

Cuando los usuarios están viendo las escenas de Realidad Aumentada, su posición y orientación es transmitida a los demás usuarios. Esto se utiliza para colocar avatares virtuales de las personas que están viendo la misma escena, y de esta forma los usuarios pueden explorar el contenido virtual de manera colaborativa.



Figura 3.7. Ejemplo de vista de un MagicBook con RA. Fuente: Billinghurst et al (2001).

Se han creado libros de este tipo acerca de diferentes tópicos, tales como arquitectura, ciencias, educación y entretenimiento. De la misma manera, abarcan también diferentes niveles educativos.

3.4.2. Enseñanza del Sistema Solar y la Relación entre los Planetas

Shelton y Hedley (2002) realizaron una investigación acerca del potencial de la Realidad Aumentada para enseñar la relación entre la Tierra y el Sol, y demás planetas del sistema solar. Los alumnos experimentaron entre tres y seis modelos 3D animados de la Tierra y el Sol que utilizaban RA. Los modelos fueron diseñados para otorgar una comprensión de rotación y revolución, solsticio y equinoccio y variación estacional de luz y temperatura de los hemisferios norte y sur (Figura 3.8.).

Los alumnos participaron durante dos días en el proyecto, período en el que completaron una evaluación previa y hoja de trabajo posterior a la evaluación antes y después del ejercicio. Un día después del ejercicio de RA, se llevó adelante una discusión en clase que giraba en torno al

contenido que experimentaban. Durante la clase, los alumnos tuvieron la oportunidad de hacer preguntas y aclarar cualquier problema que hubiera surgido.

Como esta clase satisfacía un requisito de ciencia universitaria, había una amplia gama de intereses académicos representados. Todos los alumnos inscriptos en la clase, de al menos dieciocho años de edad, fueron invitados a participar en la investigación. Aquellos que no quisieron formar parte de la investigación, igualmente tuvieron la oportunidad de participar en el ejercicio de RA. El instructor reemplazó la clase tradicional que cubre las relaciones Tierra-Sol con el ejercicio de RA, y los alumnos recibieron una calificación por participar, independientemente de la realización de la evaluación previa y posterior. La semana siguiente a la actividad, se tomó un examen que, en parte, cubrió los temas tratados en el ejercicio con RA.



Figura 3.8. Perspectiva desde una tercera persona del ejercicio Tierra - Sol con RA.

Fuente: Shelton y Hedley (2002)

Los autores agregan que la RA proporcionó una herramienta eficaz y poderosa que permitió a los alumnos ver e interactuar con fenómenos sofisticados, al mismo tiempo que brindó la posibilidad de realizar consultas y la exploración de los componentes de este sistema como tiempo, posición, ángulos, rotación y revolución, permitiendo también representar cualquier fenómeno tridimensional que se deseara, escalado a dimensiones convenientes para la observación y manipulación en el aula.

Según los autores, con RA, no es necesario que los alumnos imaginen que una manzana es la Tierra, ni una naranja el Sol, ya que se ve al Sol, posicionado como un objeto, ante los ojos de los alumnos, con la Tierra siguiendo un camino a su alrededor. Y mientras lo ven, aparecen anotaciones importantes que muestran dimensiones, etiquetas e iluminación. Al manipular estos objetos 3D se proporciona la información necesaria para conocer las relaciones Tierra-Sol (figura 3.9.).

Por último, concluyen que al llevar las interfaces de RA a las aulas, existen altas posibilidades de beneficios significativos para la calidad de la enseñanza de los planes de estudio que involucran fenómenos y conceptos complejos en espacios 3D tanto en geografía como astronomía y otras disciplinas.

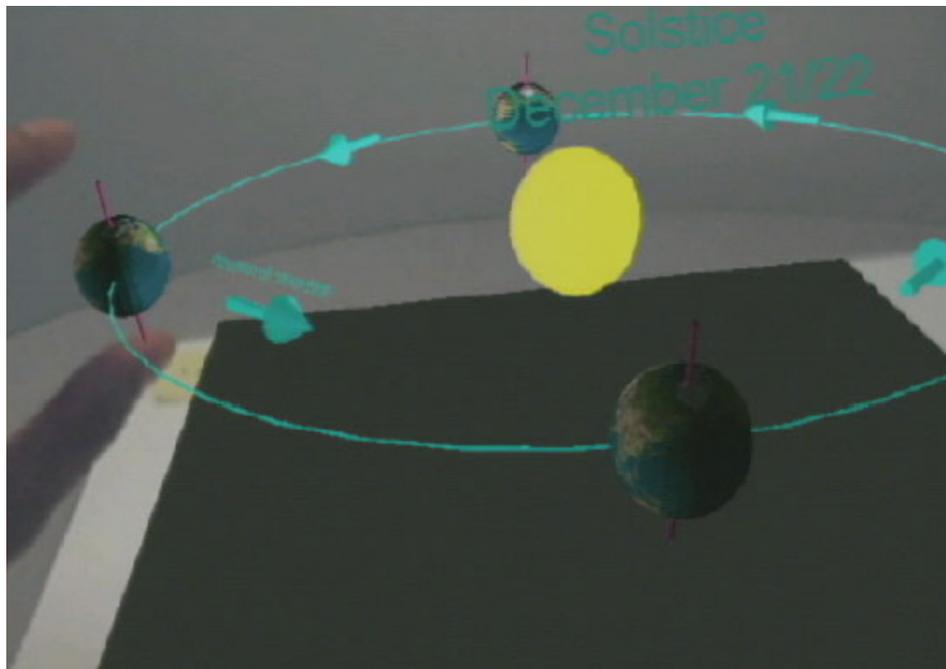


Figura 3.9. Perspectiva en primera persona del ejercicio relación Tierra - Sol con RA.

Fuente: Shelton y Headley (2002)

3.4.3. *SMART*

SMART es un sistema educativo, realizado por Freitas y Campos (2008) que utiliza la Realidad Aumentada para la enseñanza de conceptos de segundo grado del nivel primario, adecuados e integrados con las directrices curriculares. *SMART* permite a los niños explorar conceptos como medios de transporte, tipos de animales y otras categorías semánticas similares, mediante el uso de un sistema compuesto por un conjunto de paletas de tenis de mesa con marcadores de RA, una PC o laptop con una webcam, y un proyector. Las paletas son utilizadas para manipular un juego

similar a un programa de televisión con modelos 3D que se superponen a la transmisión de video en tiempo real de toda la clase. Se realizaron experimentos con varias clases de alumnos en tres escuelas primarias diferentes de Portugal. *SMART* es esencialmente un sistema colaborativo de Realidad Aumentada.

El objetivo de la investigación era doble: por un lado, los autores estaban interesados en estudiar cómo se podría utilizar la tecnología de RA de una manera concreta que pueda ayudar a los alumnos a aprender de manera efectiva; y por otro lado, estaban interesados en establecer un diseño de pautas de las experiencias a nivel más generalizado. Estas pautas, construidas como resúmenes de las lecciones aprendidas, podría ser útil para educadores interesados en tecnologías novedosas para la educación, y también a los diseñadores de interfaces de usuario interesados en diseñar nuevos tipos de sistemas.

Uno de los juegos es el de clasificación de animales, donde los niños sostienen una paleta para visualizar y explorar diferentes modelos animados en 3D. Con la otra mano, los niños deben elegir la paleta que corresponde correctamente a esa categoría del animal. El segundo juego es similar. En este, los niños deben identificar la categoría de transportes (el helicóptero es un medio de transporte aéreo, el automóvil y la motocicleta son terrestres y así sucesivamente).

Tras una correcta identificación de la categoría, el juego proporciona comentarios de audio con un sonido similar a un aplauso. Si es incorrecto, el juego reproduce un sonido de "timbre incorrecto". Esto ayuda a hacer que suene como un juego de programa de televisión, que tuvo éxito, para motivar a la clase (Figura 3.10.).



Figura 3.10. Algunos de los modelos 3D que pueden ser manipulados libremente usando las paletas *SMART*. Fuente: Freitas y Campos (2008)

Una de las observaciones interesantes que se hicieron fue el impacto que *SMART* tuvo en relación a la colaboración de toda la clase. La actividad modificó el entorno del aula en un juego al estilo de programa de televisión, donde los "concurstantes" (los niños) estaban participando, *SMART* logró proporcionar una experiencia educativa positiva.

3.4.4. *Construct 3D*

Kaufmann y Schmalstieg (2004) desarrollaron una herramienta de construcción geométrica tridimensional llamada "*Construct3D*" que se puede utilizar en la educación secundaria y universitaria. El sistema utiliza Realidad Aumentada para proporcionar un entorno natural para la colaboración cara a cara entre profesores y alumnos. La principal ventaja de usar RA es que los alumnos realmente ven objetos tridimensionales, que hasta el momento tenían que calcular y construir con los métodos tradicionales (principalmente lápiz y papel). Los autores sostienen que al trabajar directamente en el espacio 3D, los problemas espaciales complejos y las relaciones espaciales se pueden comprender mejor y más rápido que con los métodos tradicionales.

Las figuras 3.11. y 3.12. muestran ejemplos de trabajo de los alumnos en el laboratorio con *Construct 3D*.



Figura 3.11. Alumnos trabajando con *Construct 3D* en el laboratorio. Inscripción de una esfera en un cono. Fuente: Kaufmann y Schmalstieg (2004)

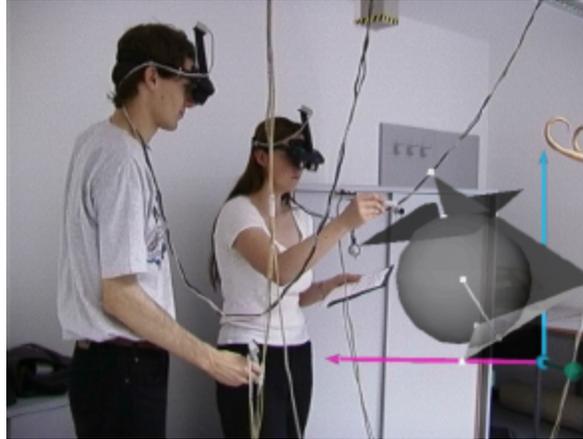


Figura 3.12. Alumnos trabajando con *Construct 3D* en el laboratorio. Trabajo con un vector.
Fuente: Kaufmann y Schmalstieg (2004)

Construct3D se basa en el sistema Studierstube. Studierstube utiliza RA para permitir que varios usuarios compartan un espacio virtual. Se trabaja con cascos virtuales transparentes capaces de superponer imágenes generadas por computadora sobre el mundo real, logrando así una combinación virtual y real, permitiendo una comunicación natural entre los usuarios.

La última versión de Studierstube permite mezclar y combinar dispositivos de salida heterogéneos como cascos virtuales personales, bancos de trabajo virtual, monitores convencionales y entradas a través de una variedad de dispositivos de rastreo. Todos estos dispositivos actúan como interfaces para un único sistema distribuido.

La versión de *Construct3D* usada en esta experiencia, ofrece un conjunto básico de funciones para la construcción de primitivas como puntos, líneas, planos, cubos, esferas, cilindros y conos. Las funciones de construcción incluyen intersecciones, líneas y planos normales, operaciones de simetría y toma de medidas.

La RA incorporada en la herramienta permite que los usuarios vean su propio cuerpo y mano, así como los efectos de sus acciones mientras trabajan, por lo que el proceso de construcción involucra físicamente a los alumnos y se parece más a una obra de artesanía que a la operación por computadora tradicional. Este es un factor clave en el éxito potencial del uso de la RA para la enseñanza de geometría (Figura 3.13.).

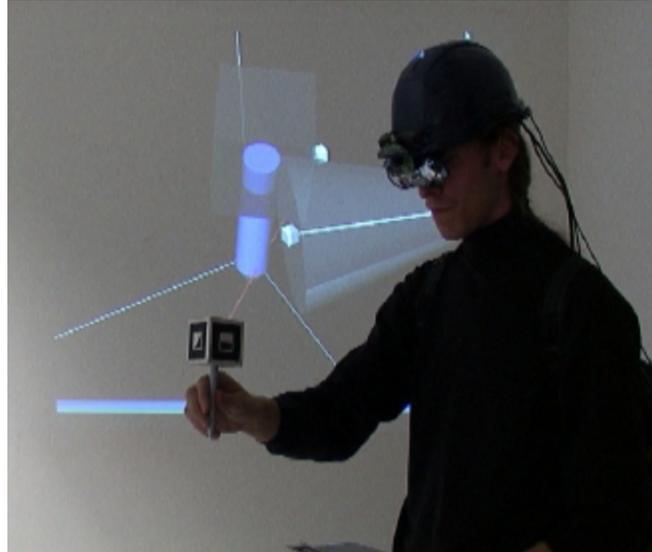


Figura 3.13. Un profesor trabajando con *Construct3D* utilizando RA mientras se proyecta un video de su construcción en tiempo real sobre una pantalla detrás de él.

Fuente: Fuente: Kaufmann y Schmalstieg (2004)

Los autores concuerdan en que una evaluación integral del valor práctico de esta herramienta educativa requerirá el desarrollo de contenido educativo sustancial para el aula. Si bien la herramienta de trabajo está disponible, es necesario aplicarla a un marco educativo más óptimo. La experiencia realizada demuestra que a partir de la interacción de los alumnos con objetos virtuales geométricos 3D, mejora su entendimiento de la geometría. Además, los alumnos manifiestan que se sienten orgullosos de lo que ellos mismos construyen de manera divertida, y se sienten contentos de poder caminar alrededor y dentro de los objetos geométricos. Todo esto deja entrever resultados muy positivos y alentadores para su aprendizaje.

3.4.5. Improving stroke education with augmented reality: A randomized control trial

El estudio realizado por Moro et al. (2021) tuvo como objetivo evaluar la eficacia de la RA para impartir una lección sobre fisiología, fisiopatología y anatomía del accidente cerebrovascular. Esto se llevó a cabo en un ensayo controlado aleatorio para evaluar el impacto de presentar información sobre el accidente cerebrovascular, a través de una aplicación con RA o la transcripción idéntica a través de un folleto escrito basado en texto.

Se creó una lección sobre fisiología y anatomía del accidente cerebrovascular utilizando RA. Esto se desarrolló en Unity 3D, utilizando codificación C # para elementos interactivos. El modelo 3D del cerebro fue creado usando 3D Studio Max, coloreado y etiquetado, y luego importado a Unity 3D para mostrarlo en una tablet.

Participaron del estudio 101 alumnos de entre 18 y 25 años de una Universidad de Australia, que no tenían educación formal previa sobre el cerebro o un accidente cerebrovascular. 51 participantes fueron asignados al azar para estar en el grupo de RA, y 50 fueron asignados al azar al grupo que utilizaría folletos. Los grupos recibieron una de las dos intervenciones educativas con contenido idéntico. El grupo que utilizó folletos recibió la información en forma de un recurso escrito e impreso, que contenía ilustraciones visuales y texto. El grupo de RA recibió el mismo contenido, aunque éste se presentó con imágenes interactivas en 3D del cerebro y contenía una narración de audio de seis minutos con información relacionada a la fisiopatología, la anatomía del cerebro y el manejo de los accidentes cerebrovasculares.

Los participantes de la experiencia con RA debían sostener un cubo impreso en 3D de 6 cm por 6 cm, que contenía un patrón de color abstracto que era diferente en cada lado. Este patrón era reconocido por el dispositivo, y cuando el cubo era colocado frente a la cámara, la pantalla reemplazaba al cubo con un modelo virtual aumentado del cerebro (Figura 3.14) A medida que avanzaba la narración, las áreas relevantes discutidas, se resaltaban en un color diferente para llamar la atención del usuario. A medida que los participantes rotaban el cubo, el modelo 3D del cerebro rotaba en tiempo real. Este uso de manos, audio y elementos interactivos se desarrolló para brindar una experiencia inmersiva a los participantes.

Por otro lado, el folleto contenía una réplica exacta palabra por palabra de la transcripción de audio utilizada en la aplicación con RA. En el folleto se incluyeron capturas de pantalla de la aplicación con características relevantes resaltadas como ayudas visuales. El contenido de la lección se desarrolló para ser idéntico entre los grupos de RA y de los folletos.

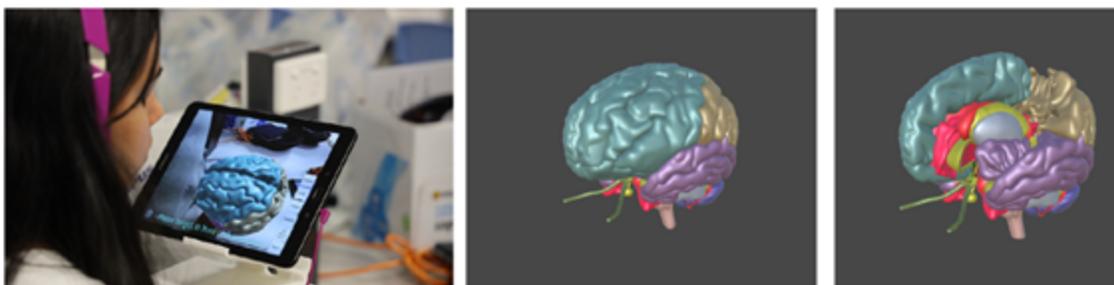


Figura 3.14. Imagen izquierda: un participante utilizando la aplicación con RA. Imágenes central y derecha: capturas de pantalla del modelo cerebral durante el desarrollo. Fuente: Moro et al. (2021).

Aunque no hubo una diferencia de aumento específico en los puntajes de las pruebas o el aprendizaje obtenido entre el grupo que utilizó la aplicación con RA, en comparación con el

grupo que utilizó el folleto, los participantes que usaron RA manifestaron una satisfacción mucho mayor con el recurso y percibieron una experiencia de aprendizaje mejorada.

3.4.6. Interés y motivación del estudiantado de Educación Secundaria en el uso de Aurasma en el aula de Educación Física

Este estudio llevado a cabo por Moreno et al. (2020) tuvo como objetivo conocer la predisposición y motivación en el aprendizaje de la orientación espacial del alumnado de nivel Secundario, mediante el uso de Aurasma.

La muestra estaba formada por alumnos que cursan la materia de Educación Física en centros educativos de Andalucía, llevando a cabo un muestreo por conveniencia. Los profesores de educación física que colaboraron en el estudio fueron 26. La muestra final quedó conformada por un total de 1076 alumnos, de los cuales un 58.64 % eran mujeres y un 41.36 % hombres.

Para recabar los datos de este estudio se utilizaron dos instrumentos diferentes. En primer lugar, se empleó el “Cuestionario para Registrar la Alegría en el Deporte Escolar en la Adolescencia” (FEFS-J) cuyos autores son Engels & Freund (2019), el cual está compuesto por nueve ítems que se dividen en tres dimensiones (Placer; Experiencia de la actividad; Recreación). Las cuestiones presentadas en esta herramienta siguen la escala de Likert conformada por un rango de cero a tres, donde cero es «nunca» y tres es «siempre».

Por otro lado, se empleó el cuestionario “Empowering and Disempowering Motivational Climate Questionnaire in Physical Education” (EDMCQPE) de Milton et al. (2018), compuesto por 30 ítems que se dividen en cinco dimensiones (Tareas que implican; Autonomía y Apoyo; Apoyo social; Implicación y Control del profesor). Este cuestionario es de tipo Likert, con una escala de cinco puntos, siendo uno «totalmente en desacuerdo» y cinco «totalmente de acuerdo».

La primera fase de la experiencia se basó en secuenciar y temporalizar los contenidos colaborando con el departamento de Educación Física y Deportiva de los diferentes centros que participaron en esta investigación. Estos contenidos fueron extraídos de la programación didáctica para que se pudieran desarrollar diversas sesiones en el curso 2019-2020. El contenido trabajado está relacionado con la orientación espacial.

A continuación, se escogieron los espacios para desarrollar la orientación espacial y los puntos de orientación, buscando zonas extensas. La selección de puntos fue realizada por los docentes de la materia, eligiendo un total de 15.

En una segunda fase se configuró el programa Aurasma. Lo primero que se realizó fue la creación de las imágenes activadoras (*triggers*); para ello, se tomaron fotografías de los puntos de orientación marcados en la fase anterior, generando así la imagen *trigger*, para seguidamente geolocalizarla. Tras esta acción, se comenzaron a generar las capas virtuales de Realidad Aumentada encargadas, durante todo este proceso, de dar pistas a los alumnos para encontrar los distintos puntos de orientación.

Se realizaron dos sesiones por cada grupo participante. En la primera sesión se explicó el programa Aurasma, su funcionamiento y su configuración en el teléfono móvil. También se crearon parejas de trabajo, utilizando como criterio el género y la disponibilidad de Smartphone de al menos uno de los miembros. En la segunda sesión, se desarrolló la actividad en sí misma. Los grupos salían de dos en dos, cada tres minutos, y aquellos que terminaban la actividad antes que el resto servían de apoyo y guía para aquellos que presentaban más dificultad. Finalmente, se realizó un espacio de reflexión para valorar la actividad, además de facilitar el enlace de los cuestionarios.

El alumnado participante valoró positivamente el uso de Aurasma en la sesión dedicada a la orientación espacial. El interés mostrado por los discentes en el desarrollo de la sesión fue positivo, siendo su principal sensación que el tiempo había pasado muy rápido para ellos. Dichas valoraciones se sitúan en un umbral medio-alto, sobre todo en la implicación hacia la tarea y la autonomía durante su desarrollo. Estos destacaron el poder ayudarse en la tarea y trabajar en equipo, presentando además una relación baja con respecto al control que tiene el docente con ellos.

Por los resultados obtenidos, se puede indicar que existe relación entre la valoración dada por los alumnos en relación al uso de Aurasma durante la sesión, con el interés mostrado hacia la tarea y su motivación.

3.5. Dificultades para la Integración de la RA a los Escenarios Educativos

En esta sección se recuperan, algunas ideas clave mencionadas en los artículos revisados, en relación a las dificultades a la hora de integrar RA en escenarios educativos.

Tal como afirma Hernandez (2017) el uso e involucramiento de las TIC en procesos educativos, aún no ha sido entendido completamente como aquella herramienta por la cual se pueda generar un aprendizaje significativo. Es frecuente en la escuela encontrar experiencias que reducen a las

TIC a herramientas que se utilizan sólo para acceder y transmitir información, similar a lo que se realiza con otras herramientas de la educación tradicional.

Por otro lado, tanto la Fundación Orange (2016), como se citó en (Fernández Robles, 2017), y Cabero y Marín (2018) acentúan algunas barreras para la transformación digital del ámbito educativo:

- Resistencia al cambio por parte de los docentes.
- Escasez de contenidos multimedia para el aprendizaje.
- Falta de conocimiento por parte de los formadores en temas digitales.
- Falta de recursos de aprendizaje para su incorporación a situaciones de enseñanza.
- Escasez de figuras técnicas especializadas.
- Limitación de recursos para invertir en infraestructuras tecnológicas.

Específicamente hablando de la Realidad Aumentada, en primer lugar, así como ha ocurrido con muchas innovaciones tecnológicas en el pasado, la utilización de esta tecnología podría encontrar resistencia por parte de las instituciones, como temor a lo nuevo, en el sentido de tener que reestructurar contenidos y procedimientos que ya están funcionando bien desde hace tiempo. Se debe vencer esta barrera de comodidad de lo que ya se tiene, frente a algo novedoso que puede aportar beneficios educativos, pero que necesita trabajo de diseño, preparación e incorporación en un marco educativo de aplicación tecnológica.

Otra dificultad manifestada por Cubillo et al. (2014) radica en que muchos profesores no conocen la tecnología de Realidad Aumentada, o aquellos que la conocen no piensan en emplearla en las aulas, ya que no saben exactamente en qué consiste esta tecnología; y además, el desarrollo de los contenidos virtuales es una tarea compleja y laboriosa.

Complementando lo anteriormente mencionado, Cabero y Barroso (2016b) añaden que es necesario diseñar entornos lo suficientemente flexibles para que la incorporación de la Realidad Aumentada no se convierta en un problema tecnológico sino educativo y didáctico; trabajar con contenidos curriculares con el fin de lograr un nivel de penetración que vaya más allá de los aspectos meramente marginales, y que tanto docentes como alumnos tengan competencias digitales suficientemente desarrolladas.

Cabero y Marín (2018) agregan además una serie de dificultades para incorporar la Realidad Aumentada a los escenarios educativos que vale la pena tomar en consideración:

- No disponer de un marco conceptual consolidado para su incorporación.
- Falta de investigaciones.

- Es poco conocida para los docentes.
- La rapidez con la que está evolucionando

Por último, se reafirma lo establecido por García et al. (2010), aseverando que las posibilidades que la RA puede brindar en la educación superior están todavía por descubrirse y dependen más de lo que uno sea capaz de imaginar e idear, en términos de estrategias pedagógicas, que de las posibilidades de la tecnología en sí.

3.6. Recapitulación

Este capítulo presenta a la Realidad Aumentada como una tecnología en crecimiento, cuyas bondades permiten vincularla a los escenarios educativos, de manera tal de motivar cambios tanto en la enseñanza como en el aprendizaje en los diferentes niveles educativos, mediante propuestas didácticas que involucren materiales educativos tecnológicos con RA.

Se hace referencia a una serie de características que poseen las herramientas con RA que pueden incidir en aspectos educativos tales como la capacidad para proveer entornos u objetos virtuales difíciles de obtener en la vida real, interactividad, autonomía en el estudio y sensación de control, interés estimulado por altos niveles de participación y satisfacción por parte del usuario, desarrollo de habilidades espaciales, entre otros.

Luego, se presentan diferentes experiencias educativas que se han llevado adelante con tecnología de RA incorporada en proyectos educativos. Las experiencias mencionadas corresponden a diferentes niveles educativos, así como también a diferentes áreas temáticas y han sido realizadas en diferentes países. Todas registran resultados positivos en diferentes aspectos del aprendizaje de los alumnos involucrados.

Como síntesis de estos aspectos, se presenta la Tabla 3.1 que sintetiza los artículos seleccionados para esta RSL, se presentan las características relevantes de la Realidad Aumentada en el ámbito educativo, acorde a lo establecido por los autores de las investigaciones incluidas en el corpus de revisión, lo cual ha sido analizado y discutido. También resume las experiencias con RA mencionadas previamente. La tabla está organizada por autores, en orden alfabético acorde al primer autor.

Autores (Año)	Características que vinculan RA a la educación y Experiencias Educativas con RA
Akçayir, Akçayir, Mirac, Akif (2015)	Permite al alumno adquirir competencias prácticas evitando riesgos físicos, con escenarios simulados que en la vida real serían peligrosos.
Billinghurst, Kato, Pouppev (2001)	Proyecto MagicBook. Se utiliza un libro real, para que los usuarios puedan pasar las páginas, mirar las imágenes, y leer el texto sin ninguna tecnología adicional. Pero si ellos miran las páginas a través de una pantalla de Realidad Aumentada ven modelos virtuales tridimensionales.
Cabero y Barroso (2016a)	Permite al alumno adquirir competencias prácticas evitando riesgos físicos, con escenarios simulados que en la vida real serían peligrosos.
Cabero y Barroso (2016b)	Permite representar escenarios no existentes o de difícil acceso
Cabero y Marín-Díaz (2018)	Mencionan una serie de dificultades para incorporar la RA a los escenarios educativos
Cózar, De Moya, Hernández, Hernández (2015)	Favorece la calidad del aprendizaje siempre que se encuadre dentro de un planteamiento pedagógico adecuado.
Cubillo, Martín, Castro, Colmenar (2014)	Permite crear escenarios que en el mundo real son abstractos, confusos o complejos para interactuar. Compensa deficiencias en la educación real asociadas al costo, capacidad, o disponibilidad.
Di Serio, Ibañez, Kloos (2013)	Produce altos niveles de participación y disfrute, así como sensación de control. El rendimiento académico y el nivel de aprendizaje es afectado positivamente.
Estebanell, Ferrés, Cornellá, Codina (2012)	Provee mucha interacción, lo que produce mejoras en la asimilación de la información
Fabregat (2012)	Permite al alumno adquirir competencias prácticas evitando riesgos físicos, con escenarios simulados que en la vida real serían peligrosos. Favorecen el aprendizaje en entornos e-learning.
Fernández-Robles (2018)	Su uso adecuado debe ser en un marco donde lo pedagógico se anteponga a lo tecnológico
Fernández-Robles (2017)	Se produce aprendizaje significativo al utilizar RA con metodologías innovadoras
Freitas, Campos (2008)	SMART: sistema educativo que utiliza la Realidad Aumentada para la enseñanza de conceptos de segundo grado, adecuados e integrados con las directrices curriculares.
García, Peña-Lopez, Johnson, Smith, Levine, Haywood (2010)	Muchas posibilidades que puede brindar la RA en educación están todavía por descubrir.
Hernandez (2017)	Aún no ha sido entendida completamente como una herramienta para generar un aprendizaje significativo.
Kaufmann y Schmalstieg (2003)	Construct3D: herramienta de construcción geométrica tridimensional que se puede utilizar en la educación secundaria y universitaria.
Klopfer y Sheldon (2010)	Por brindar contenido de manera no tradicional, el alumno se involucra más en el aprendizaje. Permite aprender contenido de forma creativa
Leiva y Moreno (2015)	Su utilización en ambientes de aprendizaje activos y constructivistas es necesaria.
Martín-Gutiérrez, Fabiani, Benesova, Meneses, Mora (2014)	Aumenta la autonomía de los alumnos, permitiéndoles manejar su propio ritmo de estudio. Produce altos niveles de participación y disfrute, así como sensación de control. El rendimiento académico y el nivel de aprendizaje es afectado positivamente.
Moreno, Rodríguez, Ramos, Solá (2020)	Proyecto para conocer la predisposición y motivación en el aprendizaje de la orientación espacial del alumnado de nivel Secundario, mediante el uso de una aplicación con RA y geolocalización en la asignatura de Educación Física.
Moro, Smith, Finch (2021)	Proyecto para evaluar la eficacia de la RA para impartir una lección sobre fisiología, fisiopatología y anatomía del accidente cerebrovascular.
Ramírez, Solano (2017)	Complementa la percepción e interacción del alumno con escenarios aumentados
Reinoso (2012)	Provee mucha interacción, lo que produce mejoras en la asimilación de la información. El rendimiento académico y el nivel de aprendizaje es afectado positivamente. Favorecen el aprendizaje en entornos e-learning.
Sánchez (2016)	Favorece la calidad del aprendizaje siempre que se encuadre dentro de un planteamiento pedagógico adecuado.
Shelton, Hedley (2002)	Proyecto para enseñar la relación entre la Tierra y el Sol, y demás planetas del sistema solar con modelos 3D animados de la Tierra y el Sol que utilizan RA. Los modelos otorgan una comprensión de rotación y revolución, solsticio y equinoccio y variación estacional de luz y temperatura de los hemisferios norte y sur.
Sommerauer, Müller (2014)	Permite aprender contenidos formales en entornos de aprendizaje informales. El rendimiento académico y el nivel de aprendizaje es afectado positivamente.

Tabla 3.1. Autores, año de publicación, características de RA en ámbito educativo y experiencia educativa con RA. Elaboración propia.

Para cerrar el capítulo se mencionan algunos factores que dificultan la incorporación de esta nueva tecnología en los escenarios educativos, tales como el miedo al cambio, el trabajo que supone el re-diseñar propuestas pedagógicas, la falta de materiales educativos con RA, y falta de conocimiento y de capacitación docente en el asunto, entre otros.

Como resumen del capítulo se muestra la figura 3.15, que presenta un esquema que resume algunos de los principales tópicos abordados.

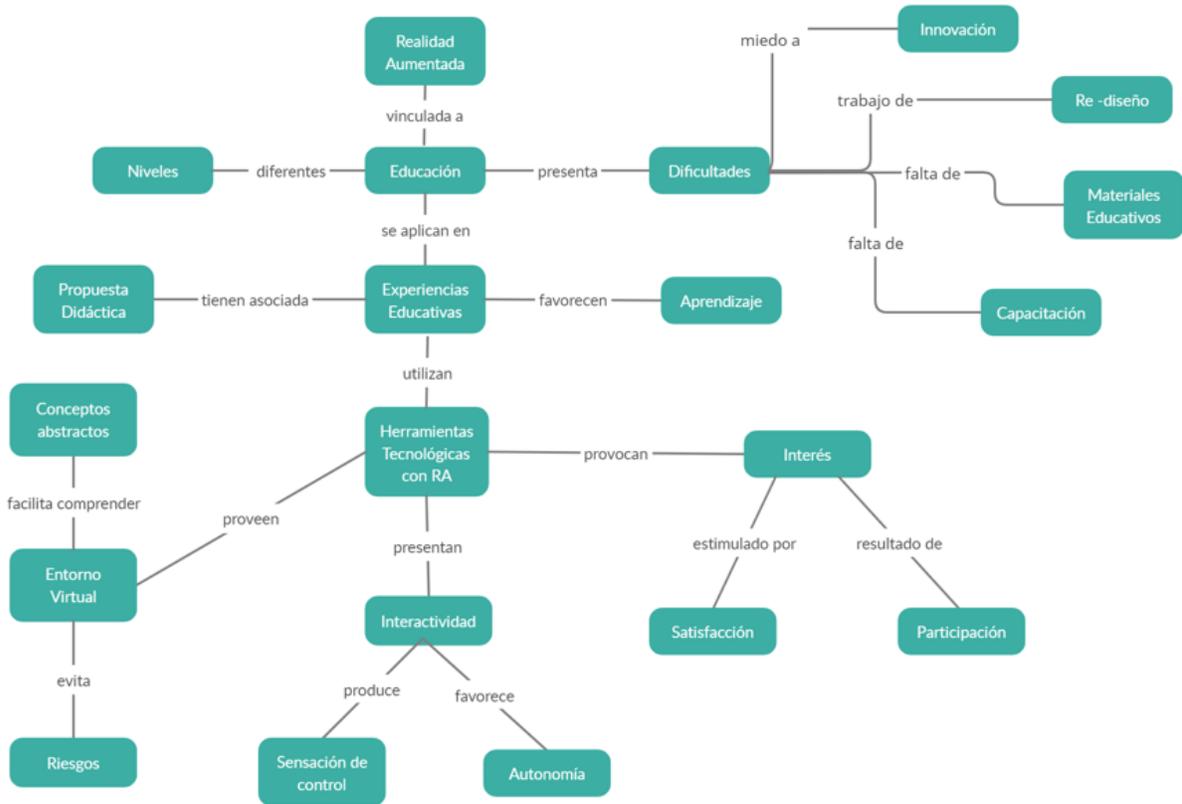


Figura 3.15. Esquema de temas abordados del capítulo. Elaboración propia.

4. Revisión de Estado del Arte sobre el Rendimiento Académico

Resumen

En este capítulo se indaga y se analizan investigaciones asociadas al estado del arte en relación al rendimiento académico.

Se analizan aquí los contenidos de un corpus seleccionado de 29 artículos a partir del proceso de revisión sistemática. El análisis y los resultados alcanzados se plantean en diferentes secciones del capítulo.

En la primera sección se describe el proceso de revisión sistemática empleado para seleccionar el corpus de publicaciones para el capítulo.

En la segunda sección se intenta realizar una conceptualización global de rendimiento académico, atendiendo a los diversos aspectos asociados a su definición, por ser este un constructo multidimensional, dependiendo de múltiples variables y formas de medición.

La tercera sección hace mención a las calificaciones escolares como medida social e institucionalmente aceptada para el rendimiento académico, generalmente obtenidas a través de las evaluaciones escolares, que varían en formato y metodología dependiendo de la institución.

En la cuarta sección se exponen una serie de variables vinculadas al rendimiento académico, categorizadas en variables contextuales, externas al alumno, de tipo sociales y pedagógicas; y luego las siguientes variables internas al alumno: motivación, interés, atención y satisfacción, entre otras. Éstas variables internas al alumno son objeto de estudio en capítulos posteriores de este trabajo. Se describe el impacto que todas ellas pueden producir en el rendimiento académico.

En la quinta sección se analizan ciertas consideraciones acerca del rendimiento académico que tienen que ver con conductas tales como el *Engagement* y la Procrastinación, y también se hace referencia al enfoque superficial y enfoque profundo de dicho rendimiento.

En la sexta sección se describen las TIC como herramientas importantes para el aprendizaje de los alumnos, las cuales deben tenerse en cuenta como una variable importante a la hora de analizar e intentar mejorar el rendimiento académico en las instituciones.

Finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones del capítulo.

4.1. Sobre la Revisión Sistemática de Literatura sobre Rendimiento Académico

Al igual que en el capítulo 3, se toma en cuenta lo definido en el capítulo 1 de este trabajo de tesis: el tipo de artículos para la búsqueda, el rango de años a incluir, los idiomas a considerar, las bases de datos electrónicas como motores de búsqueda, las cadenas de búsqueda o descriptores, y los criterios de inclusión y exclusión a tener en cuenta. Aquí se procede concretamente a la búsqueda, evaluación y selección de documentos inherentes a este capítulo.

A partir de las bases de datos utilizadas para la búsqueda se recupera un total de 850 documentos que son importados a una carpeta del gestor de referencias bibliográficas Zotero. Se incorporan además 6 referencias de fuentes primarias o sugerencias de expertos, obteniendo un total de 856 documentos. El gestor permite encontrar automáticamente 135 documentos duplicados de la búsqueda entre las distintas bases.

Sobre los 721 artículos no duplicados, se descartan 21 por no haber sido escritos en el idioma Inglés o Español. De los 700 artículos restantes, se procede a la lectura del resumen de cada uno, aplicando los criterios de inclusión y exclusión. Se descartan, de esta manera, 639 trabajos.

Posteriormente, se procede a la lectura completa de los 61 documentos seleccionados como potencialmente elegibles acorde a los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Este procedimiento genera el descarte de 32 artículos por no atender de forma completa a los criterios establecidos, lo que permite incluir 29 artículos para el análisis y discusión del capítulo 4 de este trabajo.

El diagrama de la figura 4.1 esquematiza los pasos realizados en el proceso de búsqueda, evaluación y selección de trabajos para esta revisión sistemática. Los trabajos seleccionados se utilizan para conformar las diferentes secciones del capítulo, que tiene una intención de contextualización para la lectura del resto del trabajo.

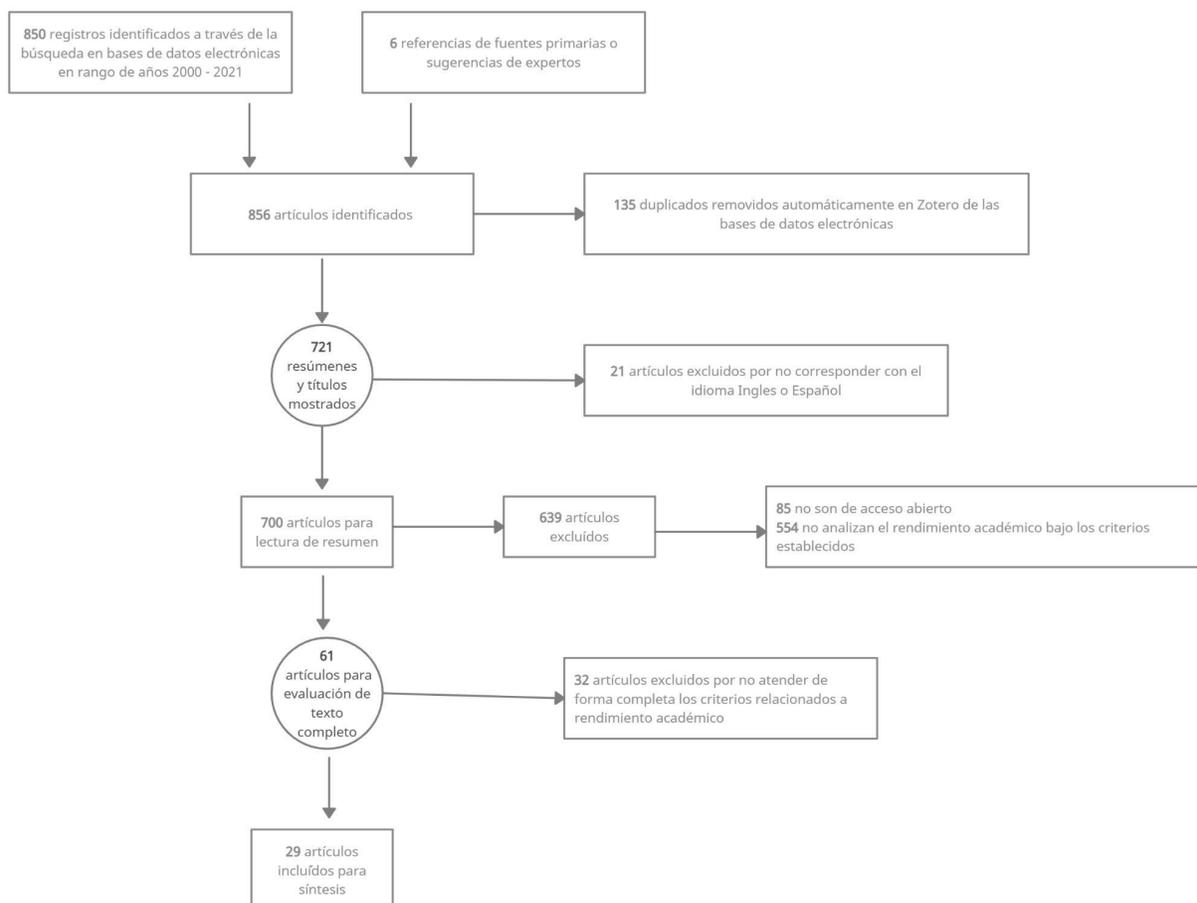


Figura 4.1. Diagrama PRISMA para búsqueda, evaluación y selección de trabajos para el capítulo 4. Elaboración propia.

4.2. Conceptualización de Rendimiento Académico

Existen múltiples definiciones del término “rendimiento académico”, principalmente por la dificultad que conlleva realizar una aproximación exacta del término, teniendo en cuenta la diversidad de factores que se deben considerar a la hora de definirlo.

A medida que se intenta establecer los límites que abarca esta definición comienzan a aparecer múltiples variables que parecen incidir directa o indirectamente en el rendimiento académico, lo que pareciera obstaculizar el establecimiento de las fronteras de este concepto.

Para Navarro (2003), el rendimiento académico se puede definir como un constructo susceptible de adoptar valores cuantitativos y cualitativos, por medio de los cuales se puede realizar una aproximación a la evidencia y dimensión del perfil de habilidades, conocimientos, actitudes y valores desarrollados por el alumno en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

De manera similar, Guzmán (2012), lo define como el acopio sistemático de datos cuantitativos y cualitativos, que sirve para determinar si los cambios que proponen los objetivos de aprendizaje se están realizando en los alumnos. Desde esta perspectiva, el rendimiento académico sería el resultado de dicha evaluación.

Burga León (2005) refiere al rendimiento académico como una medida, o una cantidad, que indica, en forma estimativa, lo que una persona ha aprendido como consecuencia de un proceso de instrucción o formación, es decir, la capacidad del alumno para dar respuesta al proceso educativo en términos de objetivos.

Compartiendo esta corriente de pensamiento, Guzmán (2012) asemeja el rendimiento académico a una tabla imaginaria de medida para el aprendizaje logrado en el aula, que constituye el objetivo central de la educación, y hace referencia al mismo como un insumo fundamental para evaluar la calidad y avance de los alumnos.

Ciertos autores, lo entienden sencillamente como el aprendizaje percibido y la nota esperada por el alumno (Küster y Vila, 2012). Otros complejizan un poco más esta idea, y se refieren al rendimiento como el nivel de conocimientos que se puede demostrar en determinada área, a partir de compararlo con la norma de edad y de nivel académico (Grasso, 2020).

Para Martínez-Otero (2007, como se citó en Lamas, 2015), desde un enfoque humanista, el rendimiento académico es el producto que da el alumnado en los centros de enseñanza y que habitualmente se expresa a través de las calificaciones escolares.

Por su parte, Guzmán (2012) rescata dos formas de explicar el rendimiento escolar, la primera, en términos de procesos y, la segunda, de resultados. En ambas, el docente se remite al ámbito escolar para contribuir a detectar los diferentes obstáculos que surgen en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y a partir de conocerlos construir las estrategias de orientación educativa. Ello tiene como objeto ayudar a cada alumno a desenvolverse a través de la realización de actividades y experiencias que permitan resolver sus problemas.

Sin embargo, tal vez las definiciones más integrales sean las que hacen referencia al rendimiento académico como un concepto multidimensional, en donde convergen distintas variables y diversas formas de medición. Algunas de estas definiciones se detallan a continuación.

Diesser (2018) sostiene que, si bien uno de los objetivos de la educación es contribuir al desarrollo y crecimiento de una persona, midiendo sus avances, sucede que en este ámbito y

específicamente en el tema de rendimiento académico, no existe un acuerdo respecto de lo que se mide, por lo que existen diversos estudios y teorías que se enfocan en este tema.

El tener una visión de este fenómeno de estudio como un constructo multidimensional deja entrever la existencia de factores sociales, psicológicos, pedagógicos, y otros que influyen en mayor o menor grado en un resultado parcial o final esperado por la sociedad, y por el sistema sobre el cual ésta se rige, en particular involucrando alumnos y profesores, así como diversos procesos de evaluación.

Varios autores coinciden en explicar el concepto de rendimiento académico como un término multidimensional, a partir del cual se puede dar cuenta tanto de la cuantía como de la condición de los resultados que se han obtenido en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En algunos casos se tienen en cuenta ciertos factores contextuales, en otros se priorizan los aspectos individuales más internos, y en algunos casos existe una combinación de todos los anteriores. En cualquiera de estos trabajos se refiere a un constructo que resulta casi imposible reducirlo a un solo aspecto. (Stover et al., 2014; Grasso, 2020)

En concordancia con la multidimensionalidad del concepto, Navarro (2003) y Guzmán (2012) describen el rendimiento académico como una intrincada red de articulaciones cognitivas generadas por el hombre que sintetiza las variables de cantidad y calidad como factores de medición y predicción de la experiencia educativa, y como el resultado de un proceso educativo que puede ser medido en términos cuantitativos y cualitativos, que sirve para retroalimentar a los individuos y a las instituciones sobre el logro de los objetivos que se establecieron previamente.

En concordancia con lo anterior, Dieser (2018) establece que el rendimiento académico se muestra como un constructo dilemático que admite diferentes concepciones y, en consecuencia, una diversidad de formas y representaciones vinculadas con los instrumentos y herramientas que se emplean para su medición o cuantificación.

En síntesis, es posible establecer que el rendimiento académico es un concepto multidimensional, con diferentes variables que interactúan sobre él, y que refleja el nivel educativo alcanzado por un alumno, a nivel personal, institucional y social. Particularmente este trabajo se enfoca en las calificaciones escolares, y otras variables internas al alumno tales como la motivación, satisfacción, interés y atención.

La tabla 4.1. que se muestra a continuación, brinda una síntesis de definiciones y características del rendimiento académico, así como algunas de las variables asociadas al mismo. La tabla se presenta ordenada alfabéticamente por el primer autor, considerando todas las investigaciones analizadas para la revisión sistemática de este capítulo.

Autores (Año)	Definición y Características del Rendimiento Académico. Factores que intervienen.
Artunduaga (2008)	El clima educativo de la familia y el ambiente social del alumno son factores vinculados al rendimiento académico que la intervención educativa pueden modificar.
Barrios Espinoza (2015)	De las variables estudiadas, es el grado de motivación el que demuestra producir un mayor impacto sobre el aprendizaje del alumno.
Burga León (2005)	Medida que indica lo que una persona ha aprendido producto de un proceso de instrucción.
Caballero et al. (2007)	Nivel de cumplimiento de metas y objetivos establecidos en un programa, expresado a través de calificaciones, resultado de una evaluación.
Cabero Almenara et al. (2017)	instrucción, y la disponibilidad de recursos influirán hacia algún grado de cumplimiento, o el rendimiento.
Castro y Casullo (2008)	Los adolescentes ordenados, esmerados, menos impulsivos y orientados al logro obtienen calificaciones más altas y autoperciben una satisfacción mayor derivada de su performance académico.
Chiecher et al. (2014)	El factor motivacional es uno de los principales factores psicológicos relacionados con el éxito académico.
Dieser (2018)	Constructo dilemático que admite una diversidad de representaciones vinculadas con los instrumentos que se emplean para su medición.
García y Tejedor (2017)	Los alumnos de mayor éxito académico reconocen en las TIC un mayor potencial de apoyo en sus estrategias de aprendizaje.
González y Sánchez (2013)	Las conductas de Engagement y Procrastinación ejercen una gran influencia en el rendimiento académico.
Grasso (2020)	Nivel de conocimientos que se puede demostrar en determinada área.
Guzmán (2012)	Insumo fundamental para evaluar la calidad y aprendizaje de los alumnos.
Henao y Londoño-Vázquez (2017)	El contexto sociocultural del alumno incide sobre su desempeño escolar.
Küster y Vila (2012)	Aprendizaje percibido. Nota esperada por el alumno.
Lamas (2015)	Su propósito es alcanzar una meta educativa. Varía de acuerdo a las circunstancias, condiciones orgánicas y ambientales que determinan las aptitudes y experiencias.
Lamos y Giraldo (2001)	La relación profesor-alumno, estrategias de aprendizaje, relación estudiante-asignatura y entorno familiar son factores determinantes en el rendimiento académico.
Martínez et al. (2019)	El clima familiar favorable tiende a lograr más fácilmente el éxito escolar.

Tabla 4.1. Definición, características y variables vinculadas con el rendimiento académico. Elaboración propia.

Martinez - Otero (2007)	Producto que da el alumnado expresado a través de calificaciones escolares.
McAnally y Pérez (2000)	Existe una correlación positiva entre la motivación académica, con el aprendizaje y el rendimiento académico.
Navarro (2003)	Constructo susceptible de adoptar valores cuantitativos y cualitativos que permiten realizar una aproximación a los conocimientos desarrollados.
Navas et al. (2003)	La motivación impulsa una autoexigencia de rendimiento elevado, factor que favorece el rendimiento escolar.
Nuñez et al. (2011)	El enfoque superficial y el enfoque profundo impactan de diferentes maneras en el rendimiento de los alumnos.
Peñaloza y Figueras (2012)	El tener niveles altos de interactividad registrará niveles profundos de construcción de conocimiento.
Ramírez et al. (2018)	La dimensión motivacional incide en la probabilidad de éxito en el rendimiento académico de los alumnos.
Rojas y González (2009)	Calificación cuantitativa que prevalece como medida de éxito y de fracaso en el proceso de aprendizaje.
Steinmayr y Spinnath (2009)	Si bien se utiliza como criterio de rendimiento las calificaciones escolares, se las relaciona con diferentes variables cognitivas, conductuales, con la personalidad e interés del alumno, clima familiar, entre otros.
Stover et al. (2014)	Término multidimensional a partir del cual se puede dar cuenta de la cuantía y condición de los resultados obtenidos en procesos de enseñanza y aprendizaje.
Tejedor (2003)	Los alumnos que muestran mejores indicadores en el rendimiento tienden a mostrar un perfil de personalidad de responsabilidad, satisfacción, buenos hábitos, y motivación.
Torres y Rodríguez (2006)	Nivel de conocimiento demostrado en un área o materia, comparado con la norma, y medido por el promedio escolar.

Tabla 4.1. Definición, características y variables vinculadas con el rendimiento académico (continuación).
Elaboración propia.

4.3. Las Calificaciones como Medida del Rendimiento Académico

Si bien el rendimiento académico es un concepto multidimensional, en donde convergen distintas variables y diversas formas de medición, las notas de calificaciones constituyen en sí mismas el criterio social y legal del rendimiento de un alumno en el ámbito de una institución escolar (Cascón, 2000).

Guzmán (2012) sugiere que cada una de las instituciones define su sistema de evaluación diferenciado, en donde las certificaciones académicas adquieren un valor distinto de acuerdo con los niveles, las edades, las áreas cognitivas y los profesores. La forma de llegar a esas calificaciones escolares es a través de exámenes o pruebas de evaluación.

Grasso (2020) hace referencia a que la definición más común de rendimiento académico se asocia a las calificaciones obtenidas en el ámbito académico, es decir que serían el indicador más frecuente del nivel de educación adquirido. Por su parte, Rojas y González (2009) entienden a la

calificación cuantitativa como una convención generalizada en el sistema de educación que, en la tradición educativa, prevalece como medida de éxito y de fracaso en el proceso de aprendizaje.

Para Caballero, Abello y Palacio (2007), el rendimiento académico implica el cumplimiento de las metas, logros y objetivos establecidos en el programa o asignatura que cursa un alumno, expresado a través de calificaciones, que son resultado de una evaluación que implica la superación o no de determinadas pruebas. Sumado a esto, Torres y Rodríguez (2006) definen el rendimiento académico como el nivel de conocimiento demostrado en un área o materia, comparado con la norma, y que generalmente es medido por el promedio escolar.

Se establece aquí entonces a las calificaciones como un reflejo del desempeño, y se utilizan para determinar el avance o no entre los diferentes grados y niveles escolares, pero también se toman como parámetro para la obtención de becas escolares, distinciones, e incluso para la obtención de empleo.

En concordancia con lo anterior, se entiende a la evaluación pedagógica como el conjunto de procedimientos que se planean y aplican dentro del proceso educativo con el fin de obtener la información necesaria para valorar el logro, por parte de los alumnos, de los propósitos establecidos (Cascón, 2000). Además, si se entiende a la calificación como el resultado de una evaluación, se puede precisar que es un número resultante de ésta que proporciona un valor y que le da sentido (Guzmán, 2012).

Desde un punto de vista pedagógico y social, se puede ver a la evaluación del rendimiento escolar con un doble interés: por un lado, indica hasta qué punto consiguen los alumnos aquellos aprendizajes a los que dirigen su principal esfuerzo; por otro, proporciona conocimientos sobre la eficacia de la escolarización (Cano, 2001).

En su trabajo de investigación, Cascón (2000) afirma que el factor psicopedagógico que más peso tiene en la predicción del rendimiento académico es la inteligencia y, por tanto, parece razonable hacer uso de instrumentos de inteligencia estandarizados (test) con el propósito de detectar posibles grupos de riesgo de fracaso escolar.

Como síntesis de lo previamente discutido, se toman las calificaciones escolares como el factor principal de métrica para el desempeño escolar, producto de evaluaciones realizadas por parte del alumno, y más allá de las diferentes consideraciones que tomen tanto los profesores como las instituciones respecto de la forma o método evaluativo, éstas producirán el impacto necesario por el sistema educativo y social para evaluar el rendimiento académico. Esta variable es objeto de análisis en capítulos posteriores de este trabajo de tesis.

4.4. Variables que se Vinculan con el Rendimiento Académico

Diversos autores mencionados a continuación, que han puesto el enfoque en explicar el rendimiento académico de los alumnos, han demostrado que existe una gran cantidad de variables de diferentes tipos estrechamente vinculadas al constructo. Por lo que, para lograr obtener una definición integral del término, es necesario tomarlas en consideración.

Lamas (2015) establece que el propósito del rendimiento escolar o académico es alcanzar una meta educativa, un aprendizaje. En tal sentido, son varios los componentes del complejo unitario llamado rendimiento. El rendimiento varía de acuerdo con las circunstancias, condiciones orgánicas y ambientales que determinan las aptitudes y experiencias, por lo que se deben valorar y tener en cuenta una serie de factores que colaboran para realizar su propósito.

Sumado a lo anterior y desde un punto de vista psicológico, se han utilizado como criterio de rendimiento las calificaciones escolares y se las ha relacionado con diferentes variables cognitivas, conductuales, de autocontrol, con los hábitos de estudio, con la personalidad del alumno, sus intereses profesionales, el clima escolar y familiar, el centro escolar o el género (Steinmayr y Spinath, 2009).

A continuación, se mencionan variables contextuales e internas que pueden influir en el rendimiento académico.

4.4.1 Variables contextuales

A los fines de evaluar y mejorar el rendimiento académico, se analizan en mayor o menor grado las variables contextuales que son externas al individuo, pero que están relacionadas con su entorno, como por ejemplo: factores socioeconómicos, metodologías de enseñanza, situación familiar, dificultad de emplear una enseñanza personalizada, amplitud de los programas de estudio, entre otras. Se considera que vale hacer una mención más detallada de ellas.

4.4.1.1. Variables Sociológicas

Algunos autores hacen hincapié en el rol central de la familia para la formación del individuo, así como la influencia que ésta tiene en relación a su vida escolar. Sus estudios se relacionan con aspectos del nivel socioeconómico y cultural de la familia, la posición laboral que ocupa el padre y la madre y su nivel educativo, entre otros.

Por ejemplo, Martínez et al. (2019) sostienen que los alumnos que se desarrollan en un clima familiar favorable tienden a lograr más fácilmente éxito escolar, ya que tienen la ventaja de contar con el apoyo para la realización de las tareas escolares y la constante preocupación y supervisión de sus progresos escolares. Lo contrario sucede en un ambiente familiar desfavorable, que en algunos casos puede impedir que los alumnos se sientan seguros, tranquilos y concentrados en sus actividades escolares.

En consonancia con lo anterior, Artunduaga (2008) sostiene que además de las variables vinculadas con el entorno sociocultural y el nivel educativo de los padres, las cuales son difíciles de modificar, existen otras variables como son el clima educativo de la familia. Esto tiene que ver, por ejemplo, con las expectativas que los padres tienen respecto a la educación de sus hijos y la disponibilidad de materiales y de espacio para el estudio dentro del hogar, y el ambiente social del alumno.

En una investigación vinculada al efecto del nivel socioeconómico en la educación, Henao y Londoño-Vazquez (2017) postulan que, si bien no es un aspecto determinista ni solidificado, parece haber una relación relevante entre el contexto sociocultural y el desempeño académico. Ello recalca la importancia de la responsabilidad compartida entre la familia, la comunidad y la escuela en el proceso educativo.

4.4.1.2. Variables Pedagógicas

Para medir el rendimiento académico en su conjunto, no sólo se debe evaluar el rendimiento del alumno sino todos los elementos que interactúan en el proceso educativo, tales como el desempeño del profesor, de los recursos didácticos, de los planes y programas de estudio, la metodología empleada y el papel de las instituciones escolares, entre otros.

Se mencionan a continuación investigaciones de índole pedagógica que se enfocan en los procesos de enseñanza y aprendizaje, la percepción del profesor, los métodos utilizados, las técnicas de estudios y estrategias de aprendizaje, la elaboración de pruebas de evaluación y los medios, métodos y contenidos de la enseñanza.

Lamas (2015) identifica en su investigación algunas variables relacionadas con características inadecuadas de los diseños curriculares, y rigidez de la estructura educativa, las cuales provocan un efecto negativo en las motivaciones del alumno. Entre ellas menciona la calidad de los docentes en lo referente a su formación profesional y pedagógica y la desarticulación académica entre la formación media y superior, la cual se refleja en la dificultad de adaptación del alumno al ingresar a los estudios superiores.

Otro ejemplo es la investigación realizada por Lamos y Giraldo (2011), quienes en aras de encontrar posibles soluciones o mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, obtienen un conjunto de factores predictivos que ayudan a explicar el rendimiento académico de los alumnos. La relación profesor-alumno, estrategias de aprendizaje, relación estudiante-asignatura y entorno familiar son estudiados como posibles factores determinantes en el rendimiento académico, medido a través de la nota definitiva obtenida para los alumnos que cursan la asignatura.

Sumado a lo anteriormente mencionado, Peñaloza y Figueras (2012) sostienen que cuando se logra que haya coherencia entre los niveles de complejidad de la demanda y la complejidad de los procesos de construcción de conocimiento, el nivel del andamiaje, y la calidad del ajuste realizado por el alumno en cada etapa instruccional, se presentarán niveles altos de efectividad en el desempeño. En otras palabras, a niveles altos de interactividad, se registrará niveles profundos de construcción de conocimiento. Las condiciones que impone el diseño instruccional, como elemento central, determinan las interacciones y los resultados de aprendizaje.

Por último, se debe comprender que las influencias ambientales tales como el entusiasmo del maestro y los valores sociales, la calidad de la instrucción, la claridad de expectativas y la disponibilidad de recursos dirigidos a un objetivo influirán en algún grado en el rendimiento académico, así como los propios conocimientos, capacidad y habilidades (Cabero Almenara et al., 2017).

4.4.2. Variables internas al individuo

En su investigación, Lamas (2015) afirma que las habilidades cognitivas y las características de la personalidad predicen, con significación estadística, el rendimiento académico.

Al mismo tiempo, Tejedor (2003), a partir de algunos trabajos que se centraron en variables académicas, indica que los alumnos de nivel universitario que muestran mejores indicadores en el rendimiento tienden, también, a mostrar un perfil que se caracteriza por haber tenido un buen rendimiento en el nivel medio, estar en los primeros semestres de la carrera, asistir regularmente a clase, dar un lugar de importancia a los hábitos de estudio, estar satisfechos con la carrera elegida así como con la universidad en la que cursan, y evidenciar altos niveles de motivación acerca de temas de cultura general.

Artunduaga (2008) sostiene que la inteligencia y las aptitudes intelectuales han sido los primeros elementos considerados como factores determinantes del rendimiento de los alumnos. La búsqueda de una medida global de la inteligencia, o una medida factorial (ya sea verbal,

numérica, razonamiento abstracto, espacial y otros), ha sido ampliamente estudiada y contrastada en referencia al rendimiento de los alumnos.

En consonancia con lo anteriormente establecido, Lamas (2015) también afirma que en el rendimiento académico intervienen factores como el nivel intelectual, la personalidad, la motivación, las aptitudes, los intereses, los hábitos de estudio, la autoestima o la relación profesor-alumno.

En un estudio realizado por Castro y Casullo (2001) se asevera que los adolescentes ordenados, esmerados, menos impulsivos y orientados al logro son también aquellos que se adaptan mejor a la rutina escolar, obtienen calificaciones más altas y se autoperciben con una mayor satisfacción derivada de su performance académico.

Para explicar el rendimiento académico, Lamos y Giraldo (2011), consideran seis dimensiones: 1) hábitos de estudio, dentro de la cual se engloban un conjunto de factores que configuran el concepto, 2) relación con la asignatura, 3) entorno del alumno, 4) selección del programa, 5) actitudes hacia la asignatura y 6) confianza en la institución. El marco teórico utilizado es el modelo constructivista y la teoría del aprendizaje significativo.

De las variables sociopsicológicas, la motivación es una de las más estudiadas en todos los niveles educativos. Muchos resultados de investigaciones señalan que la motivación académica de los alumnos está asociada positivamente con su desempeño académico. MckAnally y Pérez (2000) hacen referencia a una correlación positiva entre la motivación académica y el autoconcepto académico con el aprendizaje y el rendimiento académico.

Diversos estudiosos de la motivación académica coinciden en señalar que un alumno orientado hacia metas de aprendizaje, con un interés intrínseco por aprender, que confía en sus capacidades para dar respuesta a las demandas de un curso, que percibe control sobre sus propios resultados, valora las tareas que le son propuestas y domina sus niveles de ansiedad, tiene altas probabilidades de lograr con éxito sus metas de formación en un contexto de aprendizaje determinado (Chiecher et al., 2014; Navas et al. 2003; Burga León, 2005).

Agregando a lo anteriormente mencionado, de las variables estudiadas en la investigación de Barrios Espinoza (2015) en cuanto a sus efectos sobre percepciones del aprendizaje del idioma inglés a través de la plataforma *Tell Me More*, destaca que es el grado de motivación el que demuestra producir un impacto mayor. En esencia, a mayor motivación del usuario hacia el programa, mayor sensación de avance en la totalidad de las habilidades comunicativas y competencias lingüísticas y mayor satisfacción en la realización del conjunto de las actividades propuestas.

Por su parte, los estudios de Ramirez et al. (2018), establecen que los alumnos presentaron altos niveles en sus creencias de control del aprendizaje, expectativas de autoeficacia para el rendimiento y expectativas de autoeficacia para el aprendizaje. Estos tres factores se relacionan con el componente de expectativas de la dimensión motivacional, componente que abarca las creencias de los alumnos acerca de su probabilidad de éxito o de falla en la tarea de aprender y en el rendimiento académico en la asignatura. Un valor alto en estos aspectos suele incidir en el logro de altos rendimientos en la evaluación sumativa.

Este panorama de la implicación de la motivación en el rendimiento académico lleva a la reflexión, considerando las diferentes perspectivas teóricas, de que el motor psicológico del alumno durante el proceso de enseñanza y aprendizaje presenta una relación significativa con su desarrollo cognitivo y por ende en su desempeño escolar (Navarro, 2003).

En este sentido, Chiecher et al. (2014) afirman en su estudio que, en general, los resultados ponen en evidencia vinculaciones positivas entre algunas variables motivacionales y cognitivas así como de éstas con el rendimiento académico. La motivación podría incidir sobre el aprendizaje; por lo tanto, el hecho de adoptar determinada orientación motivacional tendría consecuencias diferentes para el proceso de construcción de conocimientos. Así, si el alumno está motivado intrínsecamente es probable que seleccione y realice actividades por el interés, curiosidad y desafío que éstas le provocan.

Navas et al. (2003) concluye que el factor motivacional comprende aspectos vinculados con la seguridad personal, con la competitividad y con el esfuerzo por el estudio, teniendo en cuenta que los profesores valoran mejor al alumno que se esfuerza. Por lo tanto, en el poder de esta variable motivacional subyace una valoración positiva, consistente y estable de los docentes para el esfuerzo y la competitividad de sus discípulos. La motivación impulsa una autoexigencia de rendimiento elevado, factor que favorece el rendimiento escolar.

Sumado a lo previamente establecido, en su trabajo, Burga Leon (2005) asevera que los factores cognitivos, los motivacionales y la relación entre ambos, ejercen una influencia directa en la implicación del alumno en el aprendizaje y en su rendimiento académico. Por ello, es preciso considerarlo dentro de un marco complejo de variables como los condicionamientos socio-ambientales, factores intelectuales, variables emocionales, aspectos técnicos y didácticos.

Por último, son varios los factores involucrados que afectan el aprendizaje del alumno en mayor o menor medida: inteligencia, personalidad, conocimientos previos, motivación, cantidad y calidad de las estrategias que se ponen en juego cuando aprende. Todos estos factores, tanto

internos al individuo como relacionados con su contexto, están directamente asociados con la calidad de su aprendizaje, y el análisis de los mismos permite mejorar el rendimiento.

La figura 4.2. permite visualizar el vínculo existente entre las diferentes variables mencionadas y el rendimiento académico analizados en esta sección.



Figura 4.2. Variables contextuales e internas al alumno, asociadas a su rendimiento académico. Elaboración propia.

4.5. Otras Consideraciones Acerca del Rendimiento Académico

4.5.1. *Engagement* y Procrastinación

En el ámbito educativo, González y Sánchez (2013) mencionan el concepto de *Engagement* como un tipo de conducta que tiene una larga tradición en la investigación psicológica y educativa y cuya finalidad es la mejora del rendimiento académico de los alumnos. Está ampliamente demostrado el efecto beneficioso del *Engagement* para los alumnos, tanto desde el punto de vista del rendimiento académico como de su bienestar. Se plantea que los alumnos que se sienten comprometidos utilizan estrategias más efectivas en su proceso de aprendizaje relacionadas con estrategias de autorregulación conocidas como: el establecimiento de objetivos

y metas, la planificación, la organización y la monitorización de sus estudios. Al mismo tiempo, estos alumnos también se esfuerzan, persisten, se retan a sí mismos y disfrutan de estos retos y del propio proceso de aprendizaje (Brooks, Brooks y Goldstein, 2012).

González y Sánchez (2013) también mencionan el concepto de procrastinación académica, y su asociación con variables que obstaculizan el proceso de estudio, como son la autorregulación deficiente, las dificultades atribuidas a la falta de tiempo para el estudio y la relación inversa con la percepción de una buena preparación para el examen. En especial, resulta potente la correlación de la procrastinación académica con el manejo ineficaz del tiempo y se indica que esta última es una estrategia de actuación propia de los procrastinadores. La procrastinación está inversamente relacionada con las estrategias de aprendizaje que impliquen una aproximación sistemática y disciplinada que exija planificación y manejo adecuado del tiempo .

Los autores del estudio proponen realizar futuras investigaciones con el fin de establecer estrategias pedagógicas de mediación sobre la procrastinación académica y promover el *engagement* en los alumnos logrando así el objetivo último de prevenir el fracaso de los alumnos, y mejorar su rendimiento académico.

4.5.2. Enfoque Superficial y Enfoque Profundo

Lamas (2015) y Nuñez et al. (2011) destacan enfoques de aprendizaje como determinantes principales del rendimiento académico. Un enfoque de aprendizaje describe la combinación de una intención y una estrategia a la hora de abordar una tarea concreta en un momento concreto. Así, cuando el enfoque es superficial, existe la intención de conseguir calificaciones altas y se cuenta con técnicas apropiadas de memorización, y entonces el alumno tendrá un rendimiento adecuado. Sin embargo, el enfoque profundo, implica una motivación autodeterminada, lo cual supone esfuerzo y satisfacción por lo que estudia y tendrá mayor probabilidad de obtener un rendimiento alto en sus estudios.

El enfoque superficial se basa en una motivación extrínseca; busca “cumplir” y evitar el fracaso. La intención del alumno es cumplir con los requisitos de la evaluación mediante la reproducción. Las estrategias están al servicio de un aprendizaje mecánico. Los procesos que se movilizan se orientan al aprendizaje memorístico, por repetición, de modo que, hechos e ideas apenas quedan interrelacionados. El alumno acepta las ideas y la información pasivamente, y se concentra sólo en las exigencias de la prueba o examen. Como resultado se obtiene una memorización rutinaria, sin reconocer los principios o pautas guía, y un nivel de comprensión nulo o superficial. Estos alumnos tienen un bajo rendimiento con respecto a los objetivos y piensan abandonar los estudios antes de tiempo.

El enfoque profundo, por el contrario, se basa en la motivación intrínseca; el alumno tiene interés por la materia y desea lograr que el aprendizaje tenga significación personal. Las estrategias se usan para lograr la comprensión y satisfacer la curiosidad personal. A nivel de procesos, el alumno interactúa con el contenido relacionando las ideas con el conocimiento previo y la experiencia, usa principios organizativos para integrar las ideas, relaciona la evidencia con las conclusiones y examina la lógica del argumento. A nivel de resultados se obtiene un nivel de comprensión profundo, integrando bien los principios fundamentales, así como los hechos. Los alumnos con un perfil profundo suelen obtener buenos rendimientos académicos.

Al respecto, Mena et al. (2015) en su investigación hacen mención de aquellas características que cumplen los alumnos con un buen desempeño académico, considerando que este tipo de alumnos adopta fundamentalmente un enfoque de aprendizaje profundo. Estos alumnos desarrollan capacidad de autorregular su aprendizaje, afrontan el estudio con motivaciones de tipo intrínseco, y tienen un autoconcepto positivo y confianza en sí mismos valiéndose de estrategias cognitivas y metacognitivas que les ayudan a planificar, supervisar y revisar su proceso de estudio y que les facilitan lograr un aprendizaje significativo. Por esta razón, es importante el entrenamiento en el uso de estrategias autorregulatorias, entre las cuales la motivación se encuentra inmersa.

Cabe recalcar que estos procesos de aprendizaje, que pone en marcha el alumno para realizar sus tareas académicas, pueden cambiar. Esto es, un alumno podría emplear uno u otro enfoque de aprendizaje, dependiendo de la tarea, razón por la cual dichos enfoques no son algo estable en el alumno, ni tampoco son una característica personal inmutable. Se puede concluir que estos enfoques estarán condicionados por las características individuales de los alumnos y el contexto de enseñanza determinado.

4.6. Las TIC y el Rendimiento Académico

Las tecnologías de la información y comunicación han producido cambios en casi todos los entornos en los cuales se las ha incorporado a lo largo de los últimos años. Las investigaciones citadas en esta sección pretenden establecer, entonces, una vinculación entre el rendimiento académico y la utilización de las TIC por parte de los alumnos, siendo éstas utilizadas como herramientas beneficiosas para el estudio.

Tal como lo afirman García y Tejedor (2017) los alumnos de mayor éxito académico reconocen la incidencia de las TIC en el desarrollo de estrategias de aprendizaje que pueden resultar eficaces para la realización de las tareas académicas, lo que puede convertirse en una de las claves del éxito académico.

Los autores continúan recalcando que si los alumnos que obtienen mejores calificaciones manifiestan una valoración positiva de las TIC en sus procesos de aprendizaje, ésta debería ser una variable a considerar en los modelos que tratan de explicar el rendimiento académico en la educación superior y en las formas de aprender de los alumnos.

Las TIC pueden convertirse en estos instrumentos que, siendo utilizados bajo una estrategia didáctica apropiada, pueden llegar a proveer efectos novedosos y significativos, que ayuden a despertar un interés antes no percibido en el alumno, logrando que esta variable produzca un efecto positivo en el modo de aprender, y posteriormente infiriendo en una probable mejora de su rendimiento académico.

Al mismo tiempo, Chiecher et al. (2014) sostienen que es importante pensar en tareas que el alumno pueda percibir como novedosas, significativas, instrumentales y que impliquen una dificultad óptima o moderada respecto de su resolución.

Si un alumno logra adquirir y mejorar habilidades en el uso de la tecnología para trabajar e interactuar con contenidos, puede obtener una mayor sensación de autoeficacia que le permitirá facilitar el aprendizaje de las materias, el contenido y el entorno, lo que resultará en un mejor desempeño.

Sumado a lo anterior, Goulão (2014) en su investigación reitera la importancia de cómo se deben diseñar los entornos virtuales de aprendizaje. Estos deben aportar experiencias positivas y ayudar al alumno a potenciar su capacidad de autoaprendizaje, y motivación ante situaciones formales de aprendizaje.

Por último, se considera, por tanto, que los modelos que intentan explicar el éxito académico deberían incorporar, como variable de estudio, el análisis de la valoración y el uso que hacen los alumnos de las herramientas tecnológicas para acceder y gestionar la información que va a ser la fuente de su aprendizaje, más aún cuando las metodologías centradas en el alumno, ofrecen entornos de aprendizaje abiertos y ricos en información, en los que el alumno debe desarrollar una importante actividad de búsqueda, organización y estructuración de los contenidos de aprendizaje (García y Tejedor, 2017).

4.7. Recapitulación

Este capítulo presenta una revisión del estado del arte del rendimiento académico, desde sus definiciones hasta sus posibles formas de representación y medición. Siendo este un constructo

para el que existen múltiples maneras de describirlo, se analizan diferentes perspectivas, y se encuentran diversos autores e investigaciones que hacen referencia al análisis del mismo.

Se describen diferentes formas de conceptualizar el rendimiento académico teniendo en cuenta su carácter multidimensional, tomándolo como un proceso y también, un producto, reconociendo la existencia de factores cualitativos y cuantitativos que influyen en determinar el grado o nivel de aprendizaje o apropiación de conocimientos por parte del alumno.

Se menciona a las calificaciones como el criterio socialmente aceptado como medida del rendimiento académico, siendo el indicador más frecuente del nivel de educación adquirido, que se obtienen a partir de exámenes o evaluaciones en general. Se establece el concepto de calificación como el resultado de una evaluación, que proporciona un valor, y dicho valor se toma como una medida del desempeño.

Luego, se presentan diferentes variables que se vinculan al rendimiento académico. Las variables descritas se diferencian entre las llamadas contextuales, externas al individuo y las categorizadas como variables sociológicas y pedagógicas; también se han encontrado variables internas, variables relacionadas al nivel intelectual, las aptitudes, capacidad y personalidad del alumno. En capítulos posteriores de este trabajo se pone foco en el análisis de las variables calificación, motivación, interés, atención y satisfacción para un estudio de caso propuesto.

Posteriormente, se mencionan otras consideraciones acerca del rendimiento académico, y se presentan específicamente las de *Engagement* y Procrastinación, y su relación con el rendimiento. También, se definen el enfoque superficial y el enfoque profundo, y se presenta una comparación entre ambos. Se establece la injerencia de estos enfoques en el desempeño escolar.

Para cerrar el capítulo se mencionan una serie de bondades de las TIC y se las considera clave tenerlas en cuenta para los modelos de análisis y mejora del rendimiento académico.

Como resumen del capítulo, la figura 4.3. presenta un esquema sobre los tópicos abordados.

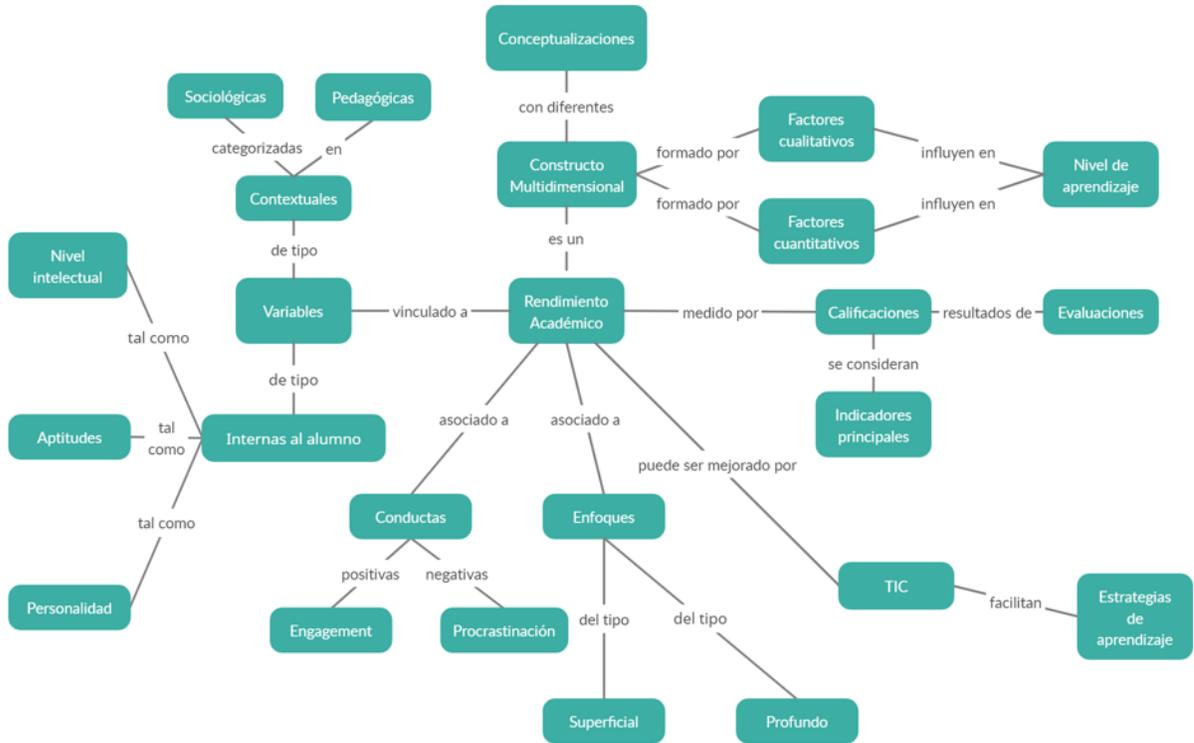


Figura 4.3. Esquema de los temas abordados en el capítulo. Elaboración propia.

5. Antecedentes de Investigaciones sobre Realidad Aumentada y Rendimiento Académico

Resumen

En este capítulo se presentan, analizan y discuten temas que permiten dar respuesta a las siguientes preguntas del trabajo de investigación:

- ¿Qué ejemplos de éxito, respecto del mejoramiento del rendimiento académico al utilizar RA, se conocen?
- ¿Con qué instrumentos y técnicas trabajan los autores para realizar el análisis de rendimiento académico e impacto de la RA?
- ¿Qué variables asociadas al rendimiento académico se ven impactadas por estas experiencias?

Sobre la base de estas preguntas de investigación para la revisión sistemática, se analizan los contenidos de un corpus seleccionado de 8 artículos. El análisis y los resultados alcanzados se plantean en las diferentes secciones del capítulo.

En la primera sección se describe el proceso de revisión sistemática llevado a cabo para seleccionar el corpus de publicaciones para el capítulo.

En la segunda sección se analizan una serie de investigaciones que emplean Realidad Aumentada en educación, y que obtienen resultados en el rendimiento académico. Se realiza una descripción de las experiencias, las muestras, las técnicas empleadas, los instrumentos de recolección de datos utilizados, y las actitudes de los alumnos respecto de las experiencias.

En la tercera sección se realiza una discusión de las investigaciones previamente analizadas en base a ciertos criterios establecidos. Se exponen los resultados obtenidos en las investigaciones a

partir de los criterios, observando en todas las investigaciones analizadas un aumento en el rendimiento.

Finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones del capítulo.

5.1. Sobre la Revisión Sistemática de Literatura sobre Experiencias de RA en las que se Analiza el Rendimiento académico

Se considera lo ya establecido en el capítulo 1 sobre el tipo de artículos para la búsqueda, el rango de años a incluir, los idiomas a considerar, las bases de datos electrónicas como motores de búsqueda, las cadenas de búsqueda o descriptores, y los criterios de inclusión y exclusión a tener en cuenta. Aquí se hace referencia concretamente a la búsqueda, evaluación y selección de documentos inherentes a este capítulo.

A partir de las bases de datos utilizadas para la búsqueda se recupera un total de 218 documentos que son importados a una carpeta del gestor de referencias bibliográficas Zotero. Se incorporan además 3 referencias de fuentes primarias o sugerencias de expertos, obteniendo un total de 221 documentos. El gestor permite encontrar automáticamente 17 documentos duplicados de la búsqueda entre las distintas bases.

Sobre los 204 artículos no duplicados, se descartan 6 por no haber sido escritos en el idioma Inglés o Español. De los 198 artículos restantes, se procede a la lectura del resumen de cada uno, aplicando los criterios de inclusión y exclusión. Se descartan, de esta manera, 166 trabajos.

Posteriormente, se procede a la lectura completa de los 32 documentos seleccionados como potencialmente elegibles acorde a los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Este procedimiento genera el descarte de 24 artículos por no atender de forma completa a los criterios establecidos, lo que permite incluir 8 artículos para el análisis y discusión del capítulo 5 de este trabajo.

El diagrama de la figura 5.1 esquematiza los pasos realizados en el proceso de búsqueda, evaluación y selección de trabajos para esta revisión sistemática.

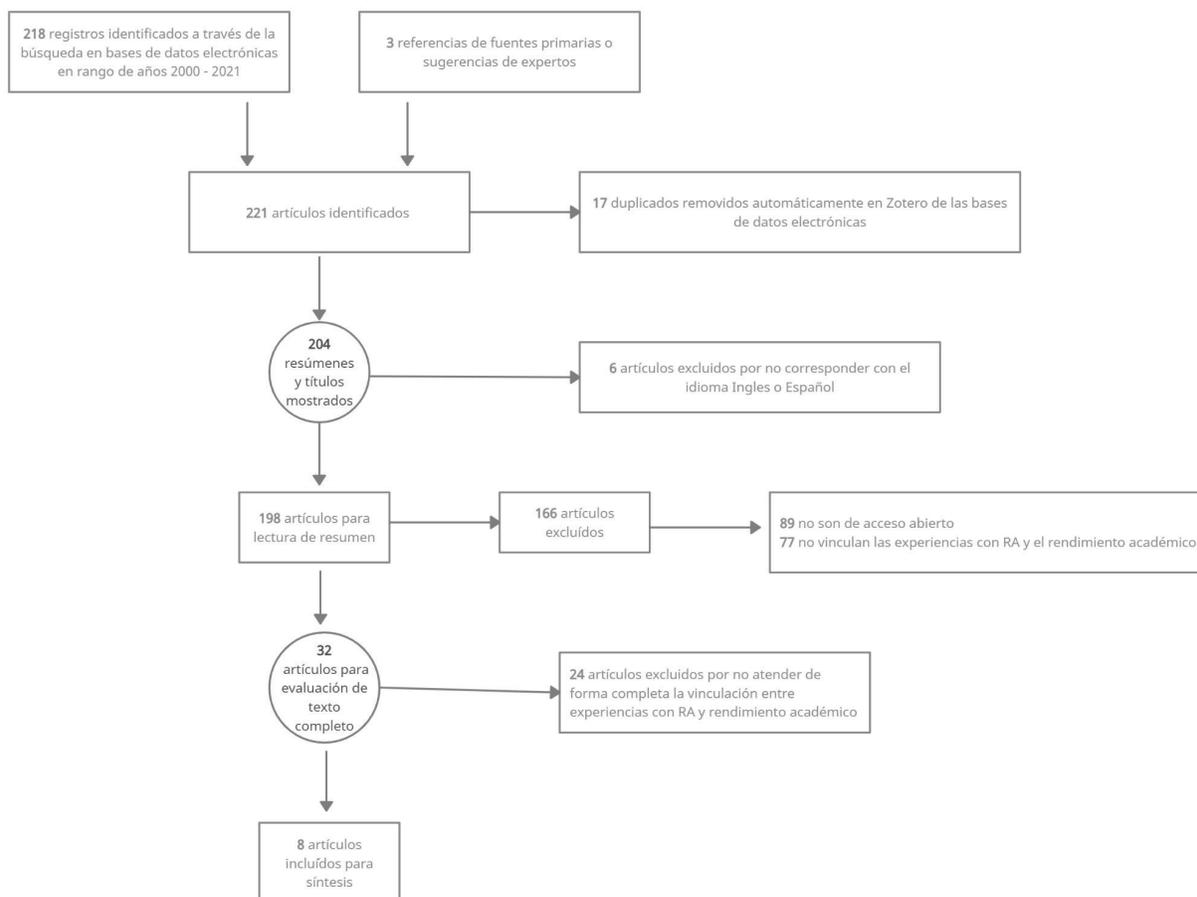


Figura 5.1. Diagrama PRISMA para búsqueda, evaluación y selección de trabajos para el capítulo 5. Elaboración propia.

5.2. Análisis y Descripción de las Investigaciones

Se presenta a continuación una serie de investigaciones que vinculan la utilización de Realidad Aumentada con el rendimiento académico. Se realiza una descripción de cada experiencia, se mencionan los instrumentos de análisis utilizados, las variables asociadas a una mejora en el rendimiento y los hallazgos de los autores frente a las experiencias realizadas, traducidas en ejemplos de éxito.

5.2.1. *Mobile Learning* en el *Ámbito de la Arquitectura y la Edificación. Análisis de Casos de Estudio.*

En primer término, Redondo et al. (2014) presentan una experiencia que se basó en la utilización de tecnologías concretas como la Realidad Aumentada en el marco de cursos de corta duración,

módulos ML (mobile learning), integrados en diversas materias del ámbito de la Arquitectura y las ciencias y tecnologías de la edificación. Para ello, se utilizaron aplicaciones y prácticas específicas para visualizar modelos virtuales en escenas reales mediante teléfonos y tabletas (figura 5.2.), incorporadas en momentos concretos de cursos de grado y máster.



Figura 5.2. Imágenes de la utilización de la aplicación con RA. Fuente: Redondo et al. (2014).

Para la experiencia, se distribuyeron los alumnos en grupos experimentales y de control. Los alumnos que disponían de dispositivos móviles avanzados, conformaron los grupos experimentales y visualizaron contenidos virtuales, en la mayoría de los casos, generados por ellos mismos en un lugar específico. El resto de los alumnos que siguieron el curso ordinario conformaron el grupo de control.

Los objetivos específicos de cada experiencia se centraron en evaluar si los alumnos alcanzaban diferencias significativas en sus resultados académicos, así como en el grado de satisfacción y motivación.

Se utilizaron tanto cuestionarios en papel como on-line, como se muestra en la figura 5.3., con preguntas diseñadas para ser contestadas utilizando escalas de Likert (valoraciones con la siguiente escala 1: en desacuerdo al 5: totalmente de acuerdo). Los resultados se analizaron en cada uno de los cursos realizados y posteriormente se trataron conjuntamente. Cada cuestionario se dividió en cuatro apartados A, B, C y D, de acuerdo con la siguiente descripción: A: cuestiones personales relativas al sexo, edad, nombre, estudios, etc.; B: cuestiones relativas al conocimiento previo de la tecnología, útiles para valorar el perfil técnico de los alumnos; C: opinión sobre el curso y el material didáctico empleado, y D: opinión sobre la tecnología de RA-ML y el modelado de objetos en 3D.

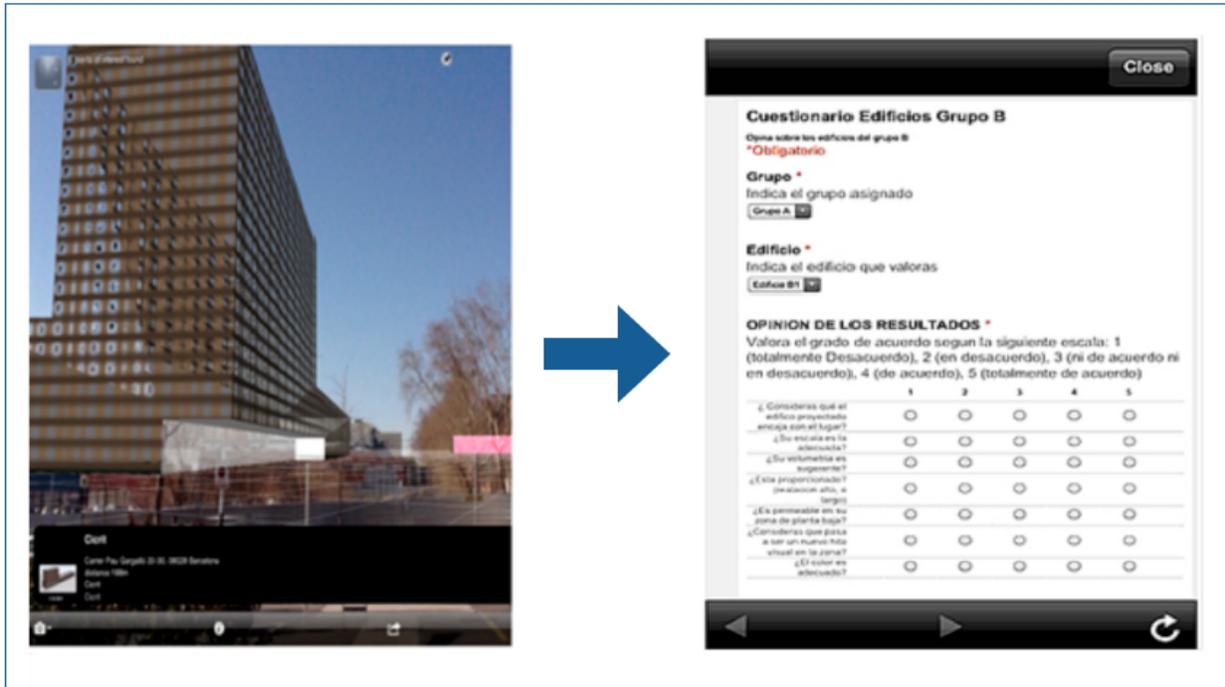


Figura 5.3. Cuestionario online con escala de Likert. Fuente: Redondo et al. (2014)

Resultados de la investigación respecto del rendimiento académico

Los resultados en la figura 5.4. muestran que el grupo experimental recibió mejor calificación (4,81) después del entrenamiento (postest) y se sitúa 0,24 puntos por encima de la media de los grupos de control (4,49). Además muestra mayor ganancia con relación a la media de los grupos de control.

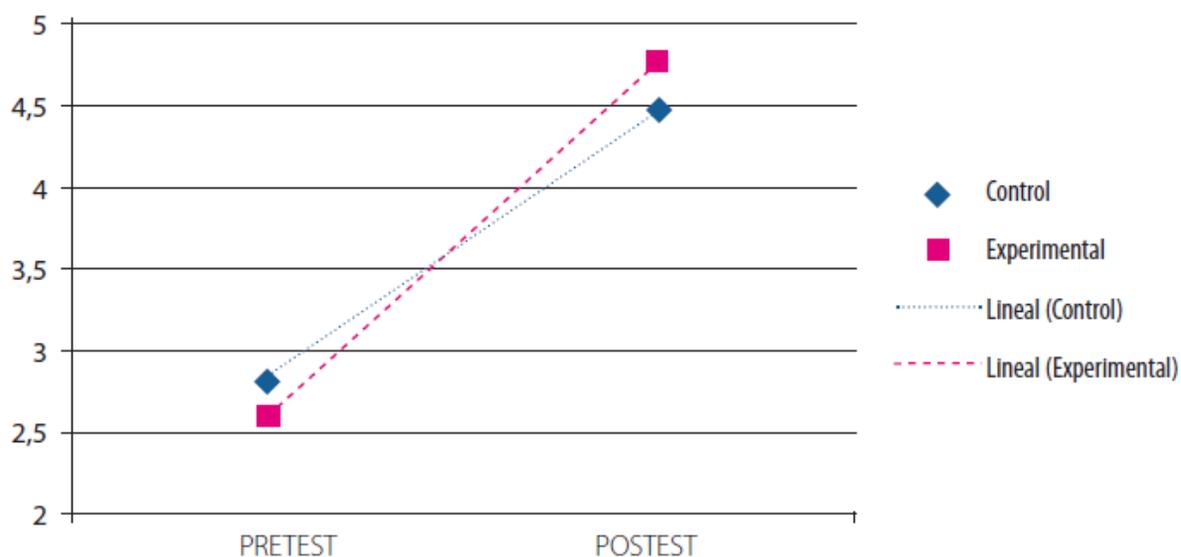


Figura 5.4. Gráfico de resultados de los grupos experimentales y de control entre pretest y posttest. Fuente: Redondo et al. (2014).

Los resultados obtenidos muestran que los grupos que utilizaron la nueva metodología (RA-ML) adquirieron una mejora en las calificaciones. A su vez, la experiencia despertó un alto grado de expectación en los alumnos, lo que produjo una mayor motivación y compromiso durante el desarrollo del curso. Estos alumnos mostraron altas puntuaciones con relación a los materiales y contenidos del curso, y sobre la metodología empleada, lo cual sugiere que esta tecnología puede resultar eficaz en los procesos de aprendizaje como complemento a la formación convencional.

El autor concluye que los alumnos del grupo experimental, además de estar más motivados con los experimentos diseñados, consiguieron mejores resultados en su rendimiento académico, lo que vincula el correcto uso de esas tecnologías a una mejora académica del alumno.

Por último, se encontraron diferencias significativas en función de los dos escenarios planteados y éstas se reflejaron tanto en el grado de motivación mostrado por los alumnos del grupo experimental como en la mejora en su rendimiento académico.

5.2.2. Augmented Reality in Informal Learning Environments: A Field Experiment in a Mathematics Exhibition.

En segundo lugar, Sommerauer y Müller (2014) llevaron a cabo un experimento de campo a gran escala para probar el efecto de la RA en el rendimiento del aprendizaje. Se realizó un experimento en una exposición de matemáticas, un ejemplo típico de un entorno de aprendizaje.

El objetivo del estudio fue investigar si la RA es una tecnología educativa eficaz en entornos de aprendizaje informal. En consecuencia, la hipótesis subyacente al estudio, que se llevó a cabo en forma de un experimento de campo durante una exposición de matemáticas en un museo nacional anónimo en la primavera de 2013, fue que los visitantes del museo aprenden mejor en exhibiciones aumentadas que en exhibiciones acompañadas por información física tradicional únicamente (tableros, carteles, folletos, cuestionarios, libros, pantallas).

Los participantes fueron aleatoriamente asignados a uno de dos grupos. A los participantes de ambos grupos se les dio 90 minutos para visitar la exposición de matemáticas, de forma individual y a su propio ritmo. Antes de ingresar a la exposición, los participantes recibieron una breve capacitación práctica sobre cómo usar la aplicación de RA móvil para descubrir y activar contenidos virtuales ocultos en el recorrido. Además, todos los participantes tenían 15 minutos para tomar un pretest con 16 preguntas sobre las pruebas matemáticas que luego verían. Se administró la misma prueba, además de algunas preguntas adicionales sobre datos demográficos y experiencia del usuario a todos los participantes como postest, después de visitar la exposición.

La exposición constó de cuatro salas separadas que cubrían ocho temas matemáticos con un total de 275 exhibiciones. Todos los objetos de la exposición fueron acompañados de pantallas de información tradicionales (pizarrones, carteles, folletos, pruebas, libros, pantallas). Para doce exhibiciones, se crearon escenarios aumentados adicionales. Las doce exposiciones aumentadas se etiquetaron con marcadores. La cantidad de participantes involucrada fue de 101, de diferentes géneros, grupos etarios, y niveles educativos.

Siguiendo estudios experimentales relacionados sobre el uso de la RA en educación, los autores se centraron en la retención de conocimientos como medida del rendimiento del aprendizaje, utilizando un enfoque de métricas con pre y postests. Esta decisión fue impulsada por las guías descritas en Parsons y Cole (2005), quienes abogan por el uso de pruebas de comprensión simples para comparar diferentes representaciones de información, ya que tales pruebas se centran en la capacidad de una representación para transmitir información de manera efectiva y eficiente.

Resultados de la investigación respecto del rendimiento académico

Se observa en la figura 5.5, el gráfico con los resultados de los participantes tanto para las exhibiciones aumentadas como para las no aumentadas.

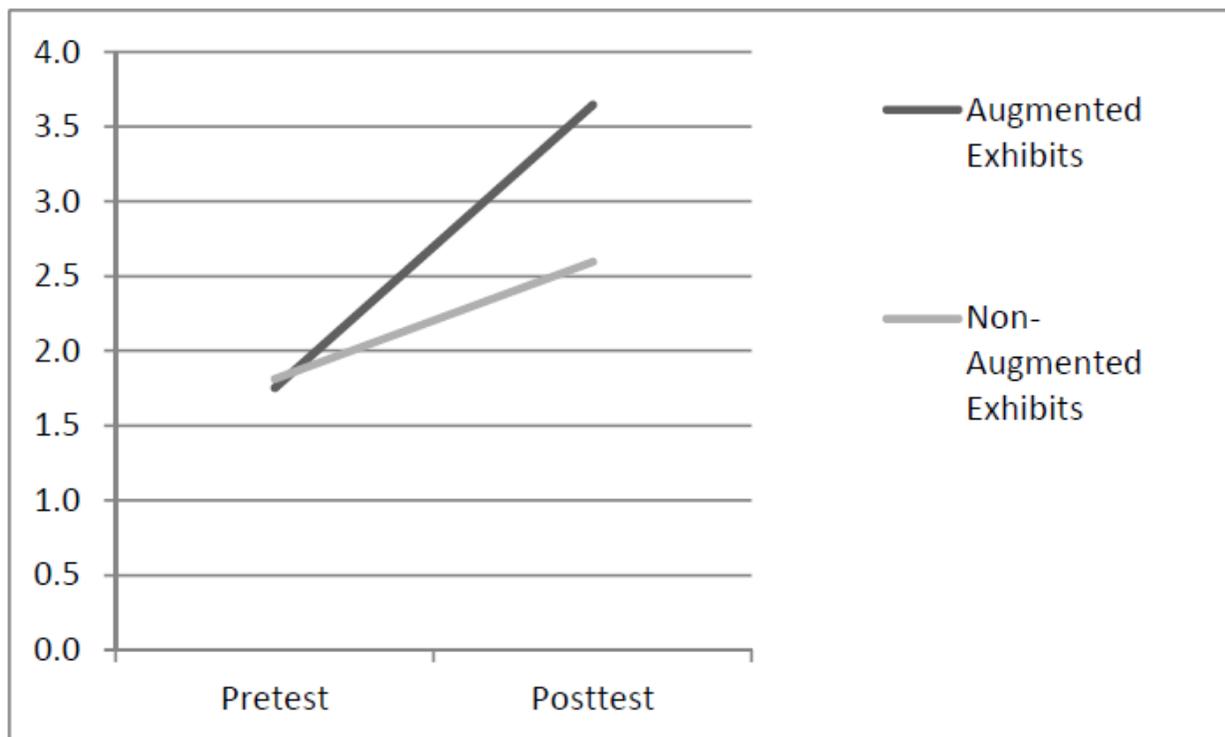


Figura 5.5. Resultados de pre y posttest. Fuente: Sommerauer y Müller (2014).

El experimento realizado produjo resultados empíricos que proporcionaron un fuerte apoyo a la hipótesis. Los visitantes se desempeñaron significativamente mejor en las preguntas posteriores a las pruebas con exhibiciones aumentadas que con exhibiciones no aumentadas. El análisis del tamaño del efecto para ambas pruebas indicó que la RA tiene un efecto medio en el rendimiento del aprendizaje. Los visitantes del museo percibieron la RA como un valioso complemento de la exposición y manifestaron el querer ver más tecnologías de RA en museos en el futuro.

Este estudio contribuye al cuerpo aún emergente de evidencia empírica cuantitativa sobre el efecto de la RA en el rendimiento del aprendizaje, especialmente en el aprendizaje de contenidos relacionados con las matemáticas en ambientes informales. La evidencia empírica obtenida proporciona un fuerte apoyo a la propuesta de que la RA tiene el potencial de ser una herramienta eficaz para aprender contenidos formales en entornos de aprendizaje informal.

5.2.3. Dispositivos Móviles y Realidad Aumentada en el Aprendizaje del Alumnado Universitario

En tercer lugar, una investigación que asocia la RA con el rendimiento académico es la llevada adelante por Cabero et al. (2017) involucrando alumnos que estaban estudiando la asignatura de “Tecnología Educativa” de segundo curso del grado de Pedagogía, impartido en la Facultad de

Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla, que era impartida por profesores asociados al proyecto de investigación donde se inserta el estudio que se presenta. El número total de participantes fue de 148, de los cuales 36 eran hombres y 112 eran mujeres.

La investigación se desarrolló en el curso académico 2015-16, y tuvo por objetivos conocer el grado de motivación medido mediante el *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS) elaborado por Keller (2010) y de las dimensiones que lo conforman (atención, confianza, relevancia y satisfacción). Así se analizó si existían diferencias significativas en el rendimiento alcanzado en los alumnos tras la interacción con apuntes enriquecidos mediante RA, y se estudió la valoración que los alumnos universitarios hacían de los objetos producidos en RA, y si éstas repercuten en el rendimiento alcanzado.

La experiencia trató sobre los contenidos de las “formas de utilizar el video en los procesos de enseñanza-aprendizaje”. Y para ello, se realizó una versión impresa que fue enriquecida con clip de videos, como se muestra en la figura 5.6., para que fueran observados por los alumnos a través de diferentes dispositivos móviles. Así se trataron distintos aspectos relacionados con la temática expuesta, que iban desde las diversas formas de utilizarlos hasta la significación de las guías didácticas para la contextualización de los video-mensajes.



Figura 5.6. Presentación de los apuntes de la investigación. Fuente: Cabero et al. (2017)

Los instrumentos de recogida de información fueron tres: prueba de elección múltiple para el análisis de rendimiento obtenido por los alumnos tras la interacción, el IMMS para el análisis de la motivación de los alumnos hacia la participación en la experiencia, y un instrumento elaborado “ad hoc” para que el alumnado evalúe los apuntes enriquecidos elaborados.

Resultados de la investigación respecto del rendimiento académico

Respecto al rendimiento, los autores señalan que los alumnos mejoraron significativamente las puntuaciones en la prueba de conocimiento que inicialmente se les había administrado para indagar los conocimientos previos que tenían respecto a las formas de utilizar el video en la enseñanza. De esta manera, es posible afirmar que los resultados alcanzados indican que la utilización de apuntes enriquecidos con objetos de RA, puede facilitar el aprendizaje y la adquisición de conocimiento por parte de los alumnos.

Los autores concluyen que el estudio ha puesto de manifiesto que hay una relación significativa entre la motivación que la utilización de los apuntes enriquecidos con objetos de RA ha despertado en los alumnos, y el rendimiento que lograron. A mayor motivación (confianza, atención, satisfacción y relevancia) despertada por los alumnos, mayor rendimiento alcanzaron.

5.2.4. Experience Fleming's Rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning

La investigación llevada a cabo por Harun et al. (2020) se ocupó principalmente de experimentar el electromagnetismo mediante el uso de una aplicación con Realidad Aumentada. Se diseñó un experimento basado en RA, que ayudó a los alumnos a comprender el concepto de electromagnetismo de manera práctica. El impacto en el aprendizaje de los alumnos se examinó a partir del desempeño de los alumnos, entrevistas y un análisis descriptivo.

Después de diseñar e implementar el prototipo del experimento basado en RA, se llevó a cabo un análisis comparativo para probar la idoneidad del uso de estas tecnologías. Se explicaron las reglas de Fleming utilizando RA y se trabajó en la visualización de la corriente eléctrica, las líneas del campo magnético y la dirección de la fuerza aplicada tomando el ejemplo de un motor eléctrico y un experimento de generador en física (figura 5.7).

Este estudio comparó aplicaciones basadas en web con aplicaciones basadas en RA sobre el tema del electromagnetismo. El entorno de aprendizaje de la regla de Fleming y su aplicación, como los motores eléctricos y generadores que utilizan RA se desarrollaron con el software Unity 3d, que ayuda a integrar tanto los objetos 3D como los marcadores .

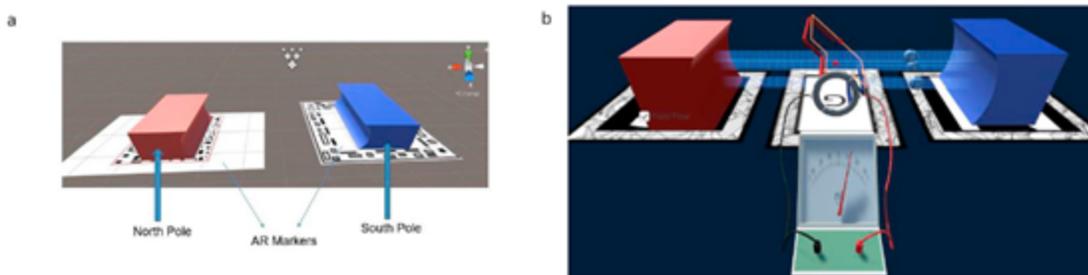


Figura 5.7. a) Marcadores de RA que muestran el polo norte y el polo sur. b) Trabajo del generador con los polos permitiendo visualizar las líneas del campo magnético, la corriente eléctrica y la dirección de la misma. Fuente: Harun et al. (2020).

Los alumnos de los grados más avanzados del nivel medio y de Ingeniería fueron elegidos como muestra de la investigación. Las muestras se dividieron en 2 grupos diferentes, a saber, el grupo basado en RA y el grupo de enseñanza siguiendo las estrategias tradicionales. La muestra de investigación no tuvo ningún conocimiento previo del tema elegido. Tampoco tenían experiencia en aplicaciones de RA ni de RV. El mismo profesor participó en ambos grupos.

Se utilizaron pruebas de conocimiento para evaluar el conocimiento adquirido por los alumnos sobre el tema del magnetismo. Se realizaron antes y después del tratamiento (pre y postests). Se utilizó un cuestionario, llamado QUIS (Cuestionario para la satisfacción de la interacción del usuario), para medir la eficacia de las interfaces de usuario. Este cuestionario se suele utilizar para evaluar la satisfacción del usuario.

Resultados de la investigación respecto del rendimiento académico

Los resultados de esta investigación indican que las aplicaciones de RA ayudan a aumentar el logro educativo de los alumnos en el procedimiento de aprendizaje en comparación con el uso de métodos de aprendizaje tradicionales.

Las estrategias de implementación y aprendizaje resultaron apropiadas y eficaces. El resultado indica que es posible utilizar RA para enseñar la regla de Fleming en Electromagnetismo, que es un concepto invisible para el alumno. Además, se observó que en este caso la aplicación con RA aumentó el rendimiento educativo de los alumnos en el proceso de aprendizaje.

5.2.5. Motivation and Academic Improvement using Augmented Reality for 3D Architectural Visualization

En la investigación de Fonseca et al. (2016) los alumnos de la Licenciatura en Arquitectura participaron de una experiencia vinculada a RA. El objetivo básico del proyecto general fue observar posibles diferencias entre alumnos de distintas titulaciones (Arquitectura e Ingeniería), con el fin de identificar posibles diferencias entre su perfil tecnológico así como su nivel de motivación por usar tecnologías móviles en el aula. También la idea principal era diseñar nuevas metodologías para incorporar tecnologías avanzadas en las clases, con el fin de mejorar el rendimiento académico de los alumnos. El estudio se realizó durante los cursos académicos 2012-2015 con alumnos en su primer y segundo año de las titulaciones de Ingeniería de Edificación, Arquitectura, Ingeniería Civil y Multimedia.

El objetivo de los cursos fue proporcionar a los alumnos habilidades básicas en la interpretación de modelos complejos y reproducción en 2D y 3D, así como explorar métodos de visualización interactiva, principalmente, a través de la publicación en blogs personales y la exhibición de modelos con RA al final del curso.

El instrumento de recogida de datos fue diseñado con el objetivo de hacer una evaluación heurística y considerar atributos de usabilidad de Nielsen (Nielsen, 1993), la utilidad percibida y facilidad de uso, siguiendo el modelo presentado en Davis (1989), y satisfacción de usabilidad (Lewis, 1995) como referencias. Las preguntas se crearon utilizando una escala Likert de 5 puntos. Un total de 35 alumnos participaron en el estudio del último año.

Resultados de la investigación respecto del rendimiento académico

Los autores sostienen, en base a su investigación, que trabajar con tecnologías que se adapten al uso en dispositivos móviles, no sólo son atractivos para el usuario en general, sino que se pueden incorporar de manera efectiva en educación. Las tecnologías híbridas capaces de superponer información virtual en fotos, videos o imágenes que se capturan instantáneamente del mundo real, permiten una mejor comprensión espacial tanto para principiantes como para experimentados, haciendo de la experiencia del usuario un ejercicio motivador y satisfactorio.

El trabajo demostró una relación directa entre la motivación de uso y los resultados de la experiencia del usuario. Los resultados han demostrado que el uso de tecnologías de información, y específicamente la RA en la docencia, mejoraron las capacidades espaciales del

alumno, especialmente en función de la motivación de éste, lo cual se refleja en sus resultados académicos.

5.2.6. Eficacia del Aprendizaje mediante *Flipped Learning* con Realidad Aumentada en la Educación Sanitaria Escolar

López-Belmonte et al. (2020) presentaron un trabajo cuyo objetivo es conocer la eficacia de una metodología innovadora mediante la combinación del *Flipped Learning* y la tecnología de RA frente a una tradicional sin uso de las TIC, para el aprendizaje de contenidos asociados con los protocolos de soporte vital básico (SVB) y las pautas recomendadas para la realización de la reanimación cardiopulmonar (RCP).

Se estableció un diseño experimental a nivel descriptivo y correlacional, siguiendo un método cuantitativo, en el que se analizaron y compararon dos grupos de alumnos (control y experimental). Los sujetos que participaron en este estudio componen una muestra de 60 alumnos del tercer curso de nivel Secundario. Los participantes fueron elegidos por medio de un muestreo intencional, dada la facilidad de acceso a la muestra.

Estos alumnos se encuentran matriculados en dos grupos dentro del mismo nivel académico, ya que el centro educativo en cuestión dispone de dos líneas, por lo que la asignación de la metodología de enseñanza que iba a seguir cada grupo se realizó de manera aleatoria para no producir ningún tipo de sesgo o subjetividad en la investigación, quedando el grupo A-Control (metodología tradicional sin uso de las TIC) y el grupo B-Experimental (metodología innovadora: FL+RA).

Para la recogida de información se utilizó un cuestionario ad hoc, confeccionado en base a las exigencias y requerimientos del estudio. Tal instrumento estuvo compuesto por 44 preguntas clasificadas en 3 dimensiones (Social, Componentes curriculares y Grado de aprendizaje) con un formato de respuesta –en su mayoría– tipo Likert de 1-4, siendo respectivamente “nada” y “totalmente” los valores para los extremos interválicos. El resto de las preguntas –dada su naturaleza– se configuraron con respuestas de elección cerrada.

Se emplearon dos metodologías de enseñanza totalmente distintas, cada una de ellas llevada a cabo en un grupo de alumnos de las mismas características. El grupo A recibió la instrucción de los contenidos de forma tradicional, impartida por el docente en el aula ordinaria sin la utilización de ningún recurso digital fuera del entorno escolar. Y el grupo B efectuó un proceso de aprendizaje mediado por las TIC, en medios digitales siguiendo un enfoque invertido a través

de un *Flipped Learning*, desarrollado fuera del centro educativo de manera ubicua, principalmente en sus hogares. Las sesiones presenciales de este segundo grupo fueron enriquecidas mediante la tecnología de RA (figura 5.8.).



Figura 5.8. Ejemplo de actividad práctica complementado con tecnologías con RA. Fuente: López-Belmonte et al.(2020).

Resultados de la investigación respecto del rendimiento académico

Como ha quedado demostrado en los resultados obtenidos, se aprecia cómo la utilización de una metodología innovadora fundamentada en el uso del *flipped learning*, complementado mediante sesiones prácticas con materiales enriquecidos a través de RA, ha obtenido una mayor proyección en las distintas variables establecidas en esta investigación. Se hallaron mejoras en la motivación y participación de los alumnos. Del mismo modo, se ha revelado un aumento en la interacción entre los diferentes agentes (alumno-docente y alumno-alumno) y materiales (alumno-recursos empleados).

En cuanto a la flexibilidad y autorregulación del aprendizaje, las TIC han generado un espacio idóneo para efectuar un proceso adaptado al ritmo de asimilación de contenidos de cada alumno. Esta adecuación al aprendizaje individualizado que otorga la tecnología, permite favorecer la autonomía del alumnado, como se ha comprobado en el presente estudio.

Se verifica la hipótesis de que la metodología utilizada durante el proceso de aprendizaje sí es determinante para alcanzar una mayor efectividad en el aprendizaje de las pautas concernientes a los protocolos de SVB y RCP en la población discente.

Finalmente, se concluye que la utilización de entornos facilitados por las TIC como el *flipped learning* y el uso de materiales enriquecidos con RA ha generado en los alumnos un mejor progreso en las distintas variables analizadas como la autonomía, participación, flexibilidad del aprendizaje, interacción del alumnado con el docente y con sus iguales. No obstante, donde mayor proyección se ha alcanzado es en la consecución de los objetivos didácticos, la interacción de los alumnos con los contenidos y en la motivación del alumnado hacia el aprendizaje, con respecto a la metodología tradicional, donde el docente ejerce la función de expositor de contenidos y el alumno de receptor de los mismos, restando tiempo a la práctica y a las oportunidades y potencialidades que brindan los espacios digitales.

5.2.7. Augmented Reality to Promote Collaborative and Autonomous Learning in Higher Education

En consonancia con las investigaciones descritas anteriormente, se analiza también la realizada por Martín-Gutiérrez et al. (2014) en la rama de la Ingeniería Eléctrica, implementando diferentes aplicaciones de RA para mejorar varios aspectos y necesidades de los alumnos en este campo.

El curso tuvo seis grupos de 25 alumnos cada uno. Se eligió un grupo al azar para usar tres aplicaciones de apoyo al aprendizaje durante un semestre. La meta era explorar la usabilidad de las aplicaciones. Para medir la usabilidad se utilizó el cuestionario de escala de usabilidad del sistema (SUS), así como una encuesta de retroalimentación realizada *ad-hoc* por los autores, aplicada a 25 alumnos para evaluar el grado de usabilidad y satisfacción alcanzado por cada aplicación.

El cuestionario de usabilidad SUS (Brooke, 1986) consta de 10 preguntas que cubren los diferentes aspectos de la usabilidad de un sistema, como la necesidad de soporte, capacitación, y complejidad. Las respuestas cubren una escala Likert que va de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo). El cuestionario se aplicó luego de utilizar las aplicaciones de RA en análisis.

Esta combinación "clásica / RA" cumplió su objetivo de, por un lado, mejorar la comprensión de los contenidos, con más realismo y explicaciones detalladas y, por otro, aumentar el nivel de interés de los alumnos con el uso de notas más interactivas.

Las figuras 5.9. y 5.10. muestran el entorno de trabajo para utilizar las aplicaciones con RA y la forma de utilización de las notas de estudio interactivas.

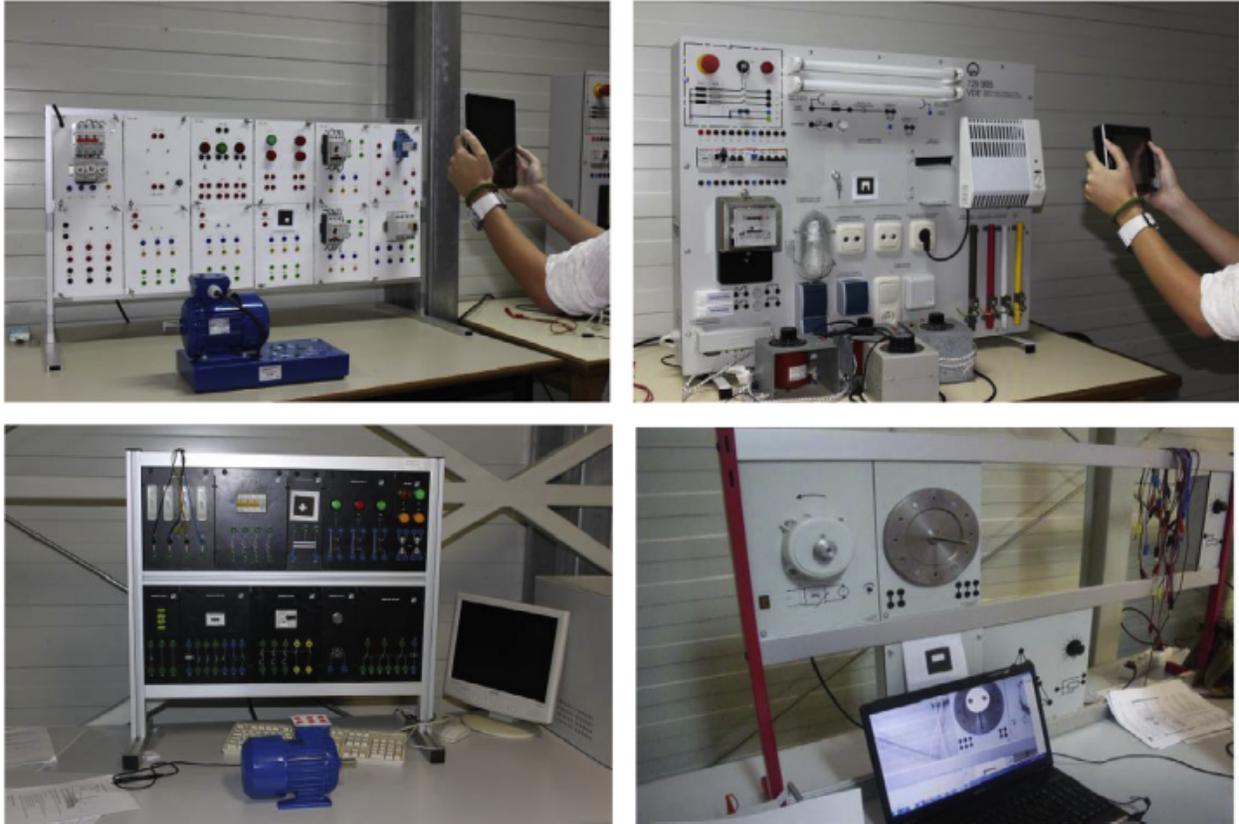


Figura 5.9. Espacios de trabajo en el laboratorio eléctrico. Fuente: Martín-Gutiérrez et al. (2014)

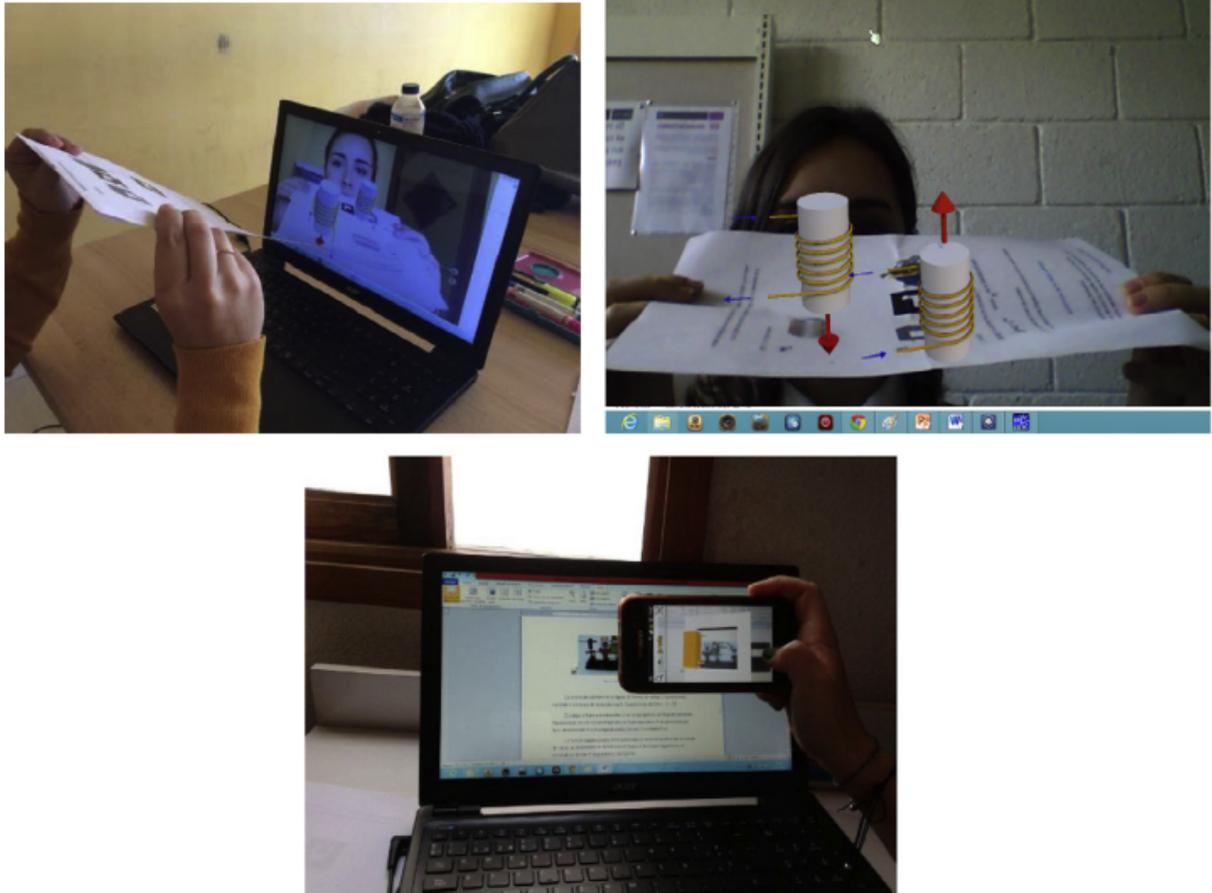


Figura 5.10. Notas de estudio del usuario a través de las notas de la aplicación ElectAR. Fuente: Martín-Gutiérrez et al. (2014).

Resultados de la investigación respecto del rendimiento académico

Los autores sostienen que la enseñanza de temas vinculados a la Ingeniería Eléctrica con aplicaciones de RA abre nuevas posibilidades dado que permite combinar el mundo real y virtual, aumentar la autonomía de los alumnos y maximizar el tiempo y los recursos disponibles. Además de poder visualizar contenidos virtuales, también fue posible disponer de archivos de audio con explicaciones del profesor. Este abanico de acciones complementado con la RA incrementó la interacción entre el profesor y los alumnos, dando una explicación más directa y dinámica de algunos conceptos complejos.

Las aplicaciones de RA permitieron que en determinados contextos de enseñanza y aprendizaje, el alumno pudiera utilizarlas por su cuenta, ahorrando al profesor tiempo dedicado a repetir explicaciones. Los alumnos se mostraron motivados para utilizar esta tecnología, por lo que les permite afirmar a los autores que una aplicación de RA bien planificada posibilita realizar este tipo de procesos de aprendizaje.

Los autores finalmente concluyen que la motivación de los alumnos es un factor clave , que ha mejorado respecto a otros cursos académicos, y esta motivación y actitud hacia el trabajo han sido reflejados en el rendimiento académico.

5.2.8. Impact of an Augmented Reality System on Student's Motivation for a Visual Art Course

Por último, cabe también destacar la investigación de Di Serio et al. (2013) quienes llevaron a cabo un estudio en tres secciones de un curso obligatorio de artes visuales impartido en una escuela secundaria en Madrid (España). El experimento se realizó en un módulo de dos sesiones sobre el arte del renacimiento italiano. El material del módulo comprendía imágenes e información relacionada con ocho relevantes obras maestras del renacimiento italiano, elaboradas por el docente de la escuela. Se esperaba que los alumnos adquirieran tanto información sobre las obras maestras estudiadas, como pautas para apreciar la obra de arte del renacimiento.

El diseño y el contenido de las ediciones anteriores se mantuvo intacto. Las sesiones debían mantener una estructura general: un estudio de cuatro obras maestras del arte renacentista, a través de la presentación de sus imágenes y una explicación de sus detalles relevantes. Mientras que la primera sesión mantuvo un escenario de enseñanza utilizando diapositivas, el escenario educativo de la segunda sesión se cambió a uno compatible con tecnología de RA.

La RA se utilizó para mejorar las imágenes de la obra maestra con información sobre los detalles artísticos relevantes para el curso. La información añadida fue multimodal e incluía archivos de texto, audio, video y modelos 3D. Se utilizó una herramienta de RA sin marcadores para superponer datos digitales a las imágenes de las obras maestras (figura 5.11.). Los alumnos exploraron libremente el contenido de aprendizaje con RA en una sala de laboratorio equipada con computadoras de escritorio y cámaras web.

El propósito de este estudio de investigación fue analizar el impacto de dos escenarios de enseñanza: un escenario basado en diapositivas y otro basado en tecnología de RA, sobre la motivación del alumno. El estudio también incluyó un análisis cualitativo para determinar la aceptabilidad de la tecnología RA entre los alumnos.

Después de obtener el permiso del autor para utilizar y modificar el cuestionario IMMS (ya citado previamente en la investigación de Cabero et al., 2017), el instrumento se modificó ligeramente para adaptar su terminología al campo de la RA. Los datos cualitativos se

recopilaron buscando componentes de calidad de usabilidad: capacidad de aprendizaje, eficiencia, errores y satisfacción.



Figura 5.11. Imágenes de arte del renacimiento Italiano aumentadas con información, preguntas y objetos 3D.

Fuente: Di Serio et al. (2013)

Resultados de la investigación respecto del rendimiento académico

Los autores expresan que durante las sesiones, los alumnos mostraron altos niveles de participación y disfrute y el ambiente de aprendizaje de RA fue descrito como atractivo. Los alumnos expresaron su satisfacción en cuanto al material utilizado, la posibilidad de recibir información en diferentes formatos y la sensación de tener el control de la actividad, ya que podían explorar los temas en el orden que eligieron y podían volver a visitar los materiales de ser necesario.

Incluso varios alumnos informaron que lograron altos niveles de concentración mientras realizaban las tareas. También afirmaron que habían logrado memorizar el contenido de aprendizaje fácilmente. De hecho, una vez finalizada la actividad de exploración, los alumnos formaron, espontáneamente, grupos de discusión donde cada uno describió y analizó en detalle partes del material que encontraron particularmente interesantes.

La conclusión expresada en esta investigación es que las capacidades inmersivas de RA ayudaron a los alumnos a mantener altos niveles de atención e interés en el contenido de aprendizaje, y estos niveles altos de concentración y memorización que los alumnos afirmaron alcanzar con la tecnología RA, causan un efecto positivo en los resultados del aprendizaje.

5.3. Criterios de Análisis y Discusión

Se definen a continuación los criterios de análisis (CA) que son utilizados para el estudio de las investigaciones seleccionadas para este capítulo. Estos se presentan y describen en la Tabla 5.1.

CA	Criterios de análisis	Descripción
CA1	Nivel educativo	Nivel al que se destina la investigación: primario, secundario, universitario.
CA2	Material/Herramienta con RA utilizado	Material o Herramienta generado por expertos, docentes o alumnos para llevar adelante la experiencia con RA.
CA3	Variables vinculadas al rendimiento académico donde se pone foco	Calificaciones, motivación, satisfacción, interés, atención.
CA4	Utilización de instrumento de recogida de datos	Instrumento ad hoc o instrumentos estandarizados.
CA5	Incidencia en el rendimiento académico	Incidencia o no de la experiencia realizada en el rendimiento académico de los alumnos participantes.

Tabla 5.1. Criterios de análisis propuestos para las investigaciones. Elaboración propia.

En este capítulo se analizan ocho investigaciones que realizan experiencias con tecnologías con RA y que abordan su relación con el rendimiento académico. Para ello, se establecen los criterios mencionados.

Los resultados del análisis indican que cuatro trabajos se centraron en el nivel universitario (5.2.1., 5.2.3., 5.2.5., 5.2.7.), dos en el nivel secundario (5.2.6., 5.2.8.), y dos en ambos niveles (5.2.2., 5.2.4.).

El material o herramienta generada para llevar adelante una experiencia con RA fue creado por los mismos alumnos en dos trabajos (5.2.1., 5.2.5.), en cambio en dos trabajos fue creado por los docentes (5.2.3., 5.2.8.), y en cuatro por expertos (5.2.2., 5.2.4., 5.2.6., 5.2.7.).

En seis trabajos se encontró evidencia de mejora de la motivación (5.2.1., 5.2.3., 5.2.5., 5.2.6., 5.2.7., 5.2.8.), mientras que en cinco trabajos se encontró evidencia de mejora en la satisfacción (5.2.1., 5.2.3., 5.2.5., 5.2.6., 5.2.8.), en tres trabajos se consideró la mejora en la variable interés (5.2.2., 5.2.7., 5.2.8.) y en dos trabajos se consideró la mejora en la atención, como variable asociada al rendimiento académico (5.2.3., 5.2.8.). Además cinco trabajos arrojaron resultados de mejora en las calificaciones (5.2.1., 5.2.2., 5.2.3., 5.2.4., 5.2.5.).

Respecto de los instrumentos de recogida de datos, cinco de los trabajos utilizaron un instrumento estandarizado (5.2.3., 5.2.4., 5.2.5., 5.2.7., 5.2.8.), mientras que tres trabajos utilizaron instrumentos ad-hoc (5.2.1., 5.2.2., 5.2.6.).

Este análisis permite visualizar una tendencia a medir tres variables del rendimiento en particular (motivación, satisfacción y calificación). Para finalizar, se observa que los resultados en todas las experiencias analizadas son positivos en cuanto a las mejoras del rendimiento cuando utilizan tecnologías con Realidad Aumentada.

La tabla 5.2 muestra las investigaciones analizadas en el capítulo, con una breve síntesis de sus resultados respecto del rendimiento académico. Las mismas se encuentran ordenadas alfabéticamente, por primer autor.

Autores (Año)	Vinculación entre RA y Rendimiento Académico. Síntesis.
Cabero et al. (2017)	La utilización de apuntes enriquecidos con objetos de RA facilitan el aprendizaje y la adquisición de conocimiento. A mayor motivación, atención y satisfacción, mayor rendimiento alcanzan los alumnos.
Di Serio et al. (2013)	Se producen altos niveles de satisfacción y participación. Mayor concentración y sensación de control. Niveles mayores de atención e interés. Se produce un efecto positivo en los resultados del aprendizaje.
Fonseca et al. (2016)	La utilización de RA mejora las capacidades espaciales del alumno, y su motivación, lo cual se refleja en sus resultados académicos.
Harun et al. (2020)	Las capacidades de implementación de tecnologías con RA y aprendizaje resultan apropiadas y eficaces. Las aplicaciones con RA aumentan el rendimiento educativo de los alumnos en el proceso de aprendizaje.
López-Belmonte et al. (2020)	El uso de materiales enriquecidos con RA genera en los alumnos un mejor progreso en distintas variables analizadas como la autonomía, participación, flexibilidad del aprendizaje, interacción del alumnado con el docente y con sus iguales. Se alcanza mayor proyección en la consecución de los objetivos didácticos, en la interacción de los alumnos con los contenidos y en la motivación del alumnado hacia el aprendizaje.
Martín Gutiérrez et al. (2015)	La RA aumenta la autonomía de los alumnos, y la interacción entre profesor y alumnos. La motivación y la actitud hacia el trabajo son factores clave, que se reflejan en el rendimiento académico.
Redondo et al. (2014)	Los alumnos que utilizan RA adquieren una mejora en sus calificaciones. Se genera mayor expectación, motivación y compromiso. Se obtienen mejores resultados en el rendimiento académico.
Sommerauer y Müller (2014)	Los usuarios se desempeñan significativamente mejor al utilizar tecnologías con RA que al utilizar tecnologías sin RA. La RA tiene un efecto medio en el rendimiento del aprendizaje.

Tabla 5.2. Investigaciones analizadas en el capítulo 5, ordenadas por primer autor. Elaboración propia.

En este trabajo de investigación se pone foco principalmente en el análisis de las variables calificación, motivación, interés, atención y satisfacción, asociadas al rendimiento académico de los alumnos.

5.4. Recapitulación

Este capítulo presenta antecedentes de investigaciones que utilizan Realidad Aumentada y obtienen resultados respecto del rendimiento académico.

En primer término, se analiza una serie de investigaciones, las cuales realizan experiencias con tecnologías de RA y obtienen resultados respecto del rendimiento académico. Se describe cada experiencia, con las técnicas y los instrumentos de análisis utilizados, las muestras empleadas, y otras características propias de cada investigación. Se establecen las conclusiones a las que arribaron cada una de las investigaciones expuestas. Dichas conclusiones, en todos los casos, verifican un mejoramiento en el rendimiento académico de los alumnos tras haber utilizado tecnologías con RA.

Luego, se establecen criterios para el análisis de las investigaciones anteriormente descritas a nivel general, y se realiza una discusión. Se obtienen resultados en torno a cada uno de los criterios establecidos.

Finalmente, todos los autores del corpus de las investigaciones propuestas para la revisión sistemática de este capítulo concluyen que la utilización de tecnologías con RA en sus experiencias educativas influye positivamente y provoca un aumento en el rendimiento académico de los alumnos.

Como resumen del capítulo se muestra la figura 5.12. con un esquema acerca de los tópicos abordados.

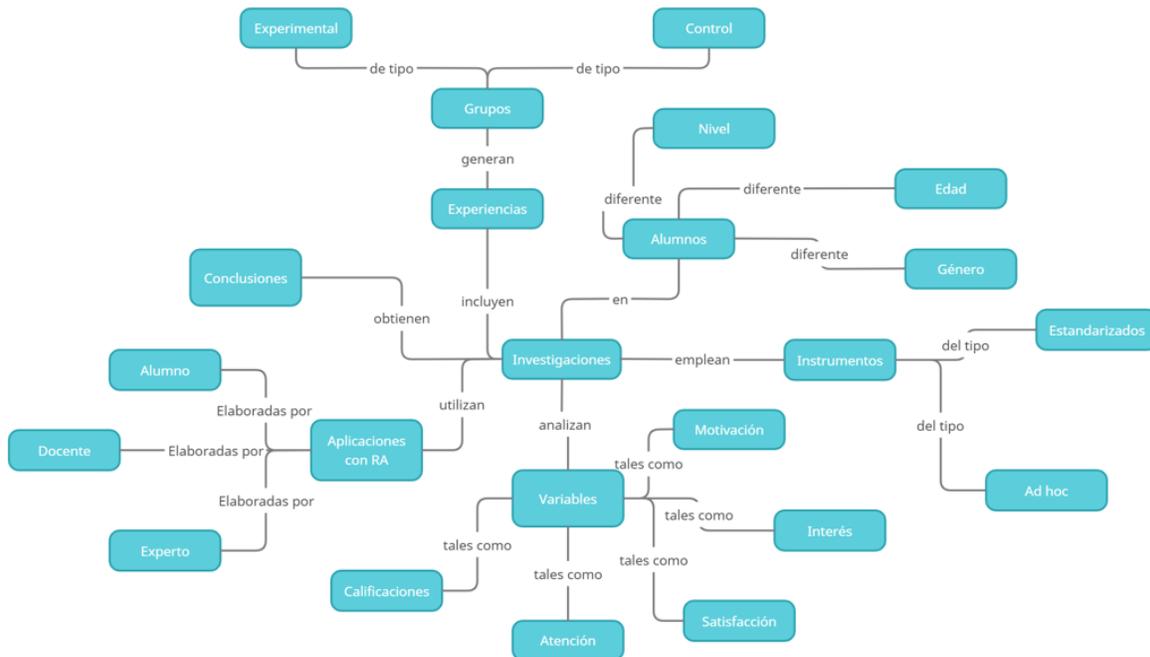


Figura 5.12. Esquema de tópicos abordados en capítulo 5. Elaboración propia.

6. Descripción del Material Educativo y Desarrollo de las Sesiones

Resumen

En este capítulo se realiza una descripción del material educativo con tecnologías de Realidad Aumentada, utilizado para llevar adelante la experiencia áulica en una cátedra de la carrera de sistemas de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego.

En primer lugar, se pone en contexto el marco teórico y tecnológico sobre el cual los alumnos están llevando a cabo las clases tradicionales, y se fundamenta la creación e implementación de un material ad hoc con tecnologías de RA.

Luego, se hace referencia a la creación del personaje virtual que será el centro de la propuesta didáctica presentada para trabajar los contenidos de la unidad con tecnologías de RA. Se describen los tipos de feedback empleados mediante las escenas aumentadas, y se menciona el software propuesto tanto para la creación de las escenas aumentadas, como para la puesta en práctica de éstas por parte del alumnado.

Finalmente, se realiza un detalle de cómo llevar adelante la propuesta didáctica durante las sesiones sincrónicas entre docente y alumnos, y se resume la información que el personaje virtual creado, brinda a los alumnos en cada escena para cada ejercicio.

6.1. Fundamentación del Material Educativo

Para situar en contexto el material creado, a lo largo de todo el recorrido de los contenidos de la materia, los alumnos aprenden a programar de manera visual, por medio de un lenguaje llamado Davinci Concurrente, que consiste en un robot que se desplaza por una ciudad virtual acotada en 10 avenidas y 10 calles, recogiendo y depositando distintos elementos durante sus recorridos. La parte visual del ambiente Davinci, sólo está desarrollada a un nivel básico, por lo que el alumno sólo puede ver al robot como un punto, que al moverse por la ciudad virtual, deja un rastro rojo que muestra el recorrido programado y ejecutado por los alumnos.

La figura 6.1. presenta un ejemplo del contexto visual de la ciudad con elementos distribuidos (flores y papeles), así como un recorrido hecho por el robot de las primeras tres calles. La flecha anaranjada señala la vista básica que los alumnos tienen del robot (un punto rojo y blanco).

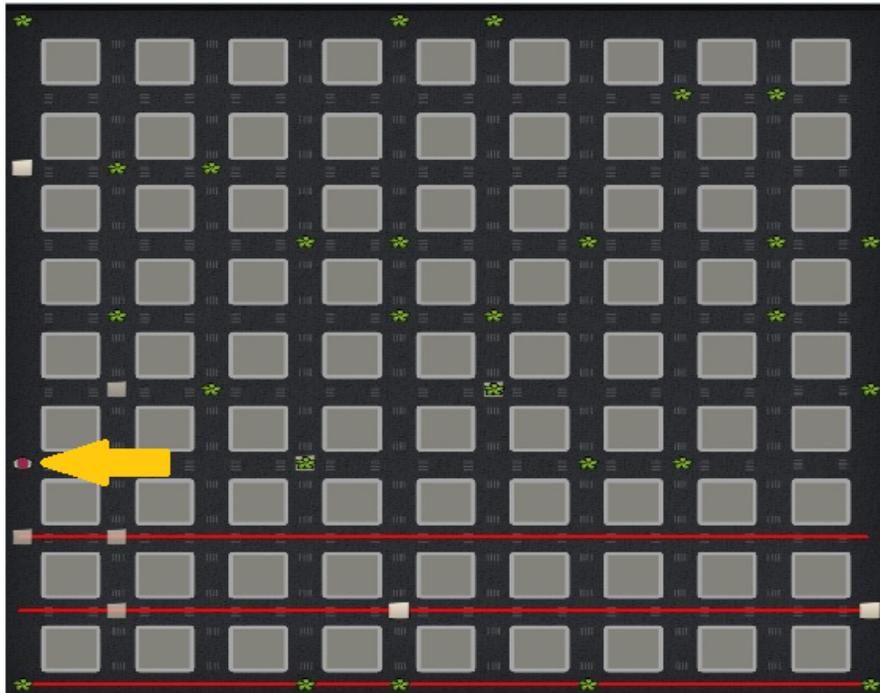


Figura 6.1. Vista de la ciudad virtual, los elementos distribuidos (flores y papeles), un recorrido del robot con rastro rojo, y el punto que representa al robot señalado con la flecha anaranjada. Elaboración propia.

Frente a este contexto, se propone desarrollar la parte práctica del último tema de la materia que involucra programación no visual. El objetivo de la propuesta consiste en lograr que los alumnos aprendan a desarrollar programas básicos, dejando de lado el acompañamiento visual que hasta ese momento tenían de la ciudad y el robot. Además, en el marco de lo ocurrido durante el 2020, y la necesidad de trabajo a distancia, se cree que los alumnos requieren de un mayor acompañamiento de los docentes en diferentes instancias de la práctica.

Surge así la necesidad de crear un material ad hoc, mediador y puente entre docentes y alumnos, que pueda vincular los conocimientos adquiridos hasta ese momento por los alumnos con nuevos contenidos. Además, se busca que pueda mantener algunos de los elementos con los cuales los alumnos ya han establecido una asociación que ayuda a su aprendizaje, por ejemplo, el robot y el lenguaje de programación. Al mismo tiempo, dicho material debe acompañar a cada alumno para realizar una transición desde el desarrollo de una programación visual hacia una no visual, y a su vez impartir los contenidos necesarios de la nueva unidad.

Como respuesta a esta necesidad, se decide diseñar e implementar una propuesta didáctica que incluya la creación de un material educativo que emplee tecnologías de Realidad Aumentada, y que incluya contenidos, a través de elementos virtuales agregados a una guía tradicional de trabajos prácticos. El hecho de que cada alumno puede acceder a los nuevos contenidos de la unidad por medio de tecnologías con RA, desde su propio dispositivo móvil, permite implementar esta propuesta con facilidad.

6.2. Creación del Personaje

A raíz de lo anteriormente mencionado, surge la idea de crear un personaje 3D animado que acompaña y asiste a los alumnos en este último tema de la materia, al cual pueden acceder mediante tecnologías con RA. El personaje está inspirado en un robot que presenta determinadas características.

Respecto de la creación de personajes se utiliza, como marco teórico, el trabajo de tesis de González (2008), el cual analiza y fundamenta la creación de personajes en obras multimedia.

González propone establecer una serie de atributos para la caracterización de un personaje en el aquí y en el ahora: edad, ocupación, apariencia, manera de ser, uso del lenguaje, entre otros.

Tomando lo anterior en consideración, se diseña como personaje para la experiencia con RA al robot con el cual los alumnos han trabajado, aunque sólo hasta aquí lo han visto como un punto en la ciudad. El robot toma una forma física animada, con brazos, piernas y movimiento, tiene por nombre “Carlitos”, y se presenta como el nuevo asistente virtual de la cátedra para acompañar al alumno a realizar sus ejercicios prácticos en la virtualidad (figura 6.2.). “Carlitos” tiene una personalidad alegre y dicharachera, con una manera informal de comunicarse con los alumnos que denota un buen sentido del humor.



Carlitos:
Nuevo **ASISTENTE VIRTUAL**
DE CÁTEDRA!!



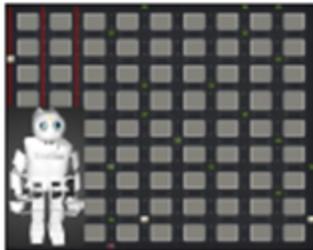
Figura 6.2. Imágenes del personaje 3D para la experiencia con RA. “Carlitos, el asistente virtual de cátedra”.
Elaboración propia

Se diseña entonces para el grupo de la experiencia, una guía aumentada de ejercicios prácticos que utiliza tecnologías con RA, en la cual el personaje aparece y brinda ayuda a los alumnos para resolver los ejercicios propuestos. Cada ejercicio tiene asociado una imagen con la ciudad virtual y el robot, que los alumnos deben utilizar como *trigger* para reproducir la escena de RA. El personaje del robot animado en 3D asiste al alumno brindando tips y *feedback* adecuado para resolver correctamente el ejercicio planteado, haciendo que el docente esté presente de manera mediada a través de estos feedback del robot.

La información que proporciona el personaje es realizada por medio de una pizarra virtual que se despliega junto al robot, y por medio de su voz. Dicha voz es grabada previamente por el docente que prepara el material, y luego sintetizada e incorporada como un archivo de .mp3 a cada escena aumentada.

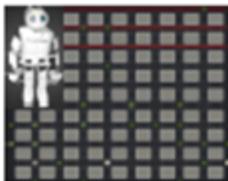
Las figuras 6.3. y 6.4. muestran parte de la guía aumentada de trabajo práctico con los *triggers* para cada ejercicio, y un ejemplo de escena aumentada del personaje creado brindando tips a los alumnos para resolver los ejercicios.

Presentación:



Resolver los siguientes ejercicios aumentados :

1. Realice un programa que calcule el sueldo neto de una persona. El usuario deberá ingresar la cantidad de horas trabajadas y el valor de la hora (ambas a elección del usuario), y luego restarle el 16% del sueldo bruto en aportes.



2. Realice un programa permita al usuario ingresar una cadena de caracteres (de una o varias palabras) e informe cuantas veces aparece en esa cadena de caracteres la letra "o".
Ejemplo, el usuario ingresa "expresión de problemas y algoritmos" y el programa devuelve un 4.

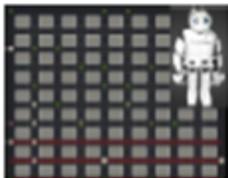


Figura 6.3. Guía aumentada de trabajo práctico con *triggers* en cada ejercicio. Elaboración propia.

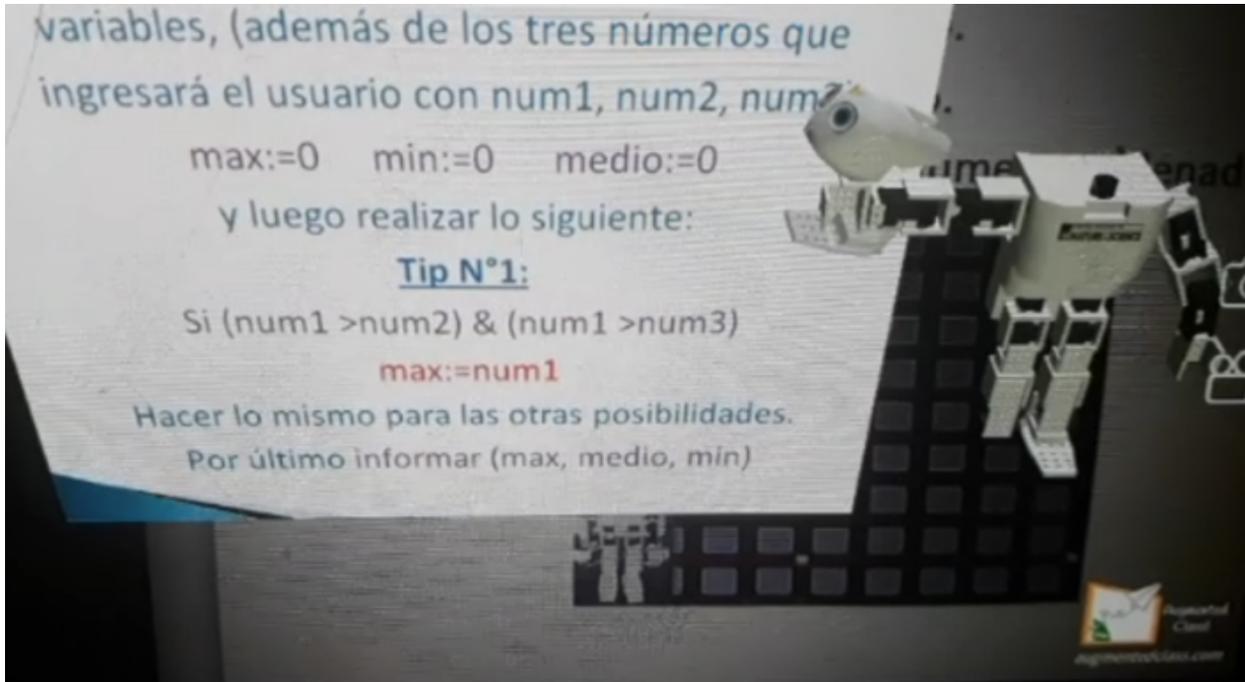


Figura 6.4. Ejemplo de escena aumentada con Carlitos brindando tips a los alumnos para la resolución de los ejercicios prácticos. Elaboración propia.

6.3. Retroalimentación (*feedback*)

Según Mason y Brunning (2001), la retroalimentación (*feedback*) ayuda a los alumnos a identificar y tomar conciencia de posibles errores. También proporciona pistas sobre los mejores enfoques para corregirlos. Una buena retroalimentación podría fortalecer la capacidad de los alumnos para autorregular su propio desempeño (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

En su investigación, van Seters et al. (2011), sostienen que la retroalimentación puede ser sobre la tarea (FT), el procesamiento de la tarea (FP), la autorregulación (FR) o el yo como persona (FS).

FT es la más común y a menudo se denomina retroalimentación correctiva o conocimiento de resultados. FT le dice a un alumno si la respuesta que dio es correcta o incorrecta.

FP es más específica para indicar los pasos de aprendizaje que se necesitan para realizar tareas.

FR se refiere a los comentarios que los alumnos crean para sí mismos. La retroalimentación de autorregulación es iniciada por el alumno en lugar del maestro, y puede incitar al alumno a buscar más información sobre un tema determinado, sin direcciones específicas.

FS normalmente expresa evaluaciones positivas, como "Bien hecho" o "Gran esfuerzo". Usualmente contiene poca información relacionada con la tarea. Se lo relaciona con el concepto de feedback afectivo y la motivación.

La retroalimentación sobre el procesamiento de la tarea (FP) se ha aplicado en contextos de e-learning por Narciss et al. (2007), y la denominan retroalimentación de tutoría informativa. Ésta proporciona estratégicamente información útil, que guía al alumno paso a paso hacia la finalización exitosa de la tarea. La retroalimentación de tutoría informativa entrega instrucciones para resolver la tarea con éxito, al guiar y dar pistas en el proceso de aprendizaje, en lugar de ofrecer la solución correcta (Narciss & Huth, 2004).

Según Kulhavy y Stock (1989), para que una retroalimentación sea efectiva debe proporcionar al alumno dos tipos de información: verificación y elaboración. La verificación es el simple juicio de si una respuesta es correcta o incorrecta, mientras que la elaboración es el componente informativo que proporciona pistas relevantes para guiar al alumno hacia una respuesta correcta (Mason & Bruning, 2001).

Para la experiencia se utiliza principalmente una retroalimentación sobre el procesamiento de la tarea (FP). El robot brinda tips e ideas que son estratégicamente útiles al alumno para la realización correcta de cada ejercicio.

Además, relacionado a FS, el material utilizado propone ofrecer un *feedback* afectivo, ya que el robot incentiva a los alumnos a realizar los ejercicios, y les brinda confianza para resolverlos. “Carlitos” pone énfasis en los conocimientos que ya poseen, y en que las ayudas que él brinda les serán de gran utilidad. A su vez, a través de bromas o comentarios graciosos, intenta generar un ambiente distendido de trabajo sobre el cual los alumnos reduzcan las tensiones, y puedan disfrutar al resolver los ejercicios con RA.

Se intenta así, a través de los diferentes tipos de *feedback* empleados en el material creado, que el docente esté presente de alguna manera, asistiendo y ayudando a los alumnos, por medio del personaje virtual creado.

6.4. Software Utilizado para la Creación del Material

Para la experiencia, se utiliza una aplicación denominada “*Augmented Class*”. La misma ha sido creada para realizar proyectos educativos con Realidad Aumentada. Se descarga de forma gratuita desde *Play Store*.

Se elige esta herramienta debido a la facilidad de creación y visualización de proyectos desde cualquier dispositivo que soporte la aplicación. También se tuvo en consideración que es una herramienta de autor gratuita, intuitiva y además permite utilizar diferentes clases de elementos virtuales, entre ellos, elementos 3D animados (que captan un alto nivel de atención e interés en los alumnos) en muchos formatos, lo cual brinda posibilidades de creación de un amplio espectro de proyectos y escenas aumentadas.

Desde esta aplicación se diseñan los proyectos para la experiencia con las escenas aumentadas a utilizar. Dichas escenas son parte del material educativo generado para el grupo de la experiencia. Los proyectos de *Augmented Class* se comparten a fin de que los descarguen en sus dispositivos y los importen en la misma aplicación.

6.5. Desarrollo de las Sesiones

Es importante aclarar que, si bien el material aumentado está creado con la intención de que los alumnos resuelvan los ejercicios propuestos de manera autónoma, en un ambiente fuera de las clases, muchos de ellos no logran completar la totalidad de los ejercicios, a pesar del feedback proporcionado por el robot.

Por esta razón, en las sucesivas sesiones sincrónicas con la docente, se analizan los ejercicios aumentados en conjunto con los alumnos, aprovechando los comentarios, sugerencias y resoluciones, que muchos de ellos ya realizan por sus propios medios. De esta manera, se ayuda al resto de los alumnos quienes, a pesar de tener las ayudas brindadas por el material aumentado, continúan con dificultades para terminar de resolver algunos ejercicios.

Durante las sesiones sincrónicas se observan y registran todos los comentarios, preguntas y situaciones que surgen a partir de la utilización del material con RA, por parte de los alumnos, tanto por su cuenta antes de la clase como durante el transcurso de ella. También se observa y registra la interacción de la docente con los alumnos, mientras analizan juntos algunos ejercicios, haciendo uso del material con RA durante la clase virtual.

El autor está atento para observar y registrar todas las discusiones que surgen cuando se resuelven las actividades propuestas, así como cualquier intervención de los alumnos, durante todo el tiempo que se desarrolla la experiencia. El coordinador de la carrera también participa como observador y está atento a lo que sucede.

De esta manera, se reconocen las diferentes estrategias que utilizan los alumnos para resolver las actividades propuestas. Es posible también describir el desarrollo de las situaciones didácticas diseñadas, y comprobar si las actividades que se desarrollan se ven afectadas positivamente a partir de la utilización del material con tecnologías de RA.

En la tabla 6.1. se presentan los mensajes en lenguaje informal que el robot comunica a los alumnos en cada situación, previos a realizar cada ejercicio, dando retroalimentación tanto afectiva como de tutoría informativa.

Escena aumentada	Mensajes del personaje hacia los alumnos
Presentación	<p>“Hola chicooossss!!!. Soy Carlitos!!!”.</p> <p>“Ese puntito que veían moverse durante tooddaaa la materia, que les sacó canas verdes, jajaj”.</p> <p>“El profe Lucas me designó ASISTENTE VIRTUAL DE CÁTEDRA, así no me extrañan...”</p> <p>“Les voy a ir dando “ayuditas” para cada ejercicio.....nos vemos en ej. 1....”.</p>
Ejercicio 1	<p>“Tip N°1: acá se habla de cantidad de horas y de valor por hora. ¿Cuántas variables necesitaremos?”</p> <p>“Tip N°2: ¿Te acordás cómo calcular y restar porcentajes?¿Cómo te está yendo en álgebra?jeje...”.</p> <p>“Si el cerebro está medio frío con ese tema podés chusmear acá: calcularporcentajeonline.com”.</p> <p>“Tip N°3: ¿Cómo ingresa datos un usuario?¿Cómo informamos un resultado?te veo en ej.2.....”.</p>

Tabla 6.1. Mensajes informales del personaje virtual a los alumnos con el *feedback* necesario para cada ejercicio. Elaboración propia.

Ejercicio 2	<p>“Antes de hablar del ejercicio, te voy a brindar un consejo informático saludable.....”.</p> <p>“Recordá, la panza de un programador es directamente proporcional a la cantidad de información que maneja. Jajaj”.</p> <p>“Ok. Pongámonos serios. Tip N° 1: con la palabra clave longitud podés saber cuántos caracteres tiene una variable de tipo texto”.</p> <p>“Tip N° 2: con la palabra clave sustraer podés extraer una letra o conjunto de letras de la cadena original”.</p> <p>“En la pág 46 del instructivo de DC en el curso en Moodle, podés encontrar ejemplos que te ayudarán”....“Te veo en el ej. 3.....”</p>
Ejercicio 3	<p>“Ej. 3, vamos con tip N° 1: el símbolo % es el operador del módulo (resto de la división entera)”</p> <p>“Así que si hacés: número % 10, obtendrás el resto de la división de ese número por 10, en otras palabras, el último dígito”</p> <p>“Tip N° 2: En DC, la división “/” es entera. Así que si por ejemplo hacés 174/10 el resultado será 17, sin decimales, o sea te quedás con todo el número anterior, menos el último”</p> <p>“Si querés saber más acerca del módulo podés chusmear acá: https://es.slideshare.net/LeonardoDaVinciMX/divisin-entera-y-mdulo”</p> <p>“Te veo en el ej. 4...”</p>
Ejercicio 4	<p>“Este ejercicio está re fácil amigo....”</p> <p>“Así que sólo te voy a decir que ya hemos realizado ejercicios de búsqueda de mayor y menor anteriormente....”</p> <p>“Sólo que ahora es sin mí juntando flores ni papeles.”</p> <p>“Ahora estoy acá dándote ánimo desde afuera. ¡Vamos que vos podés! :-)”</p> <p>“...Te veo en ej. 5.....”</p>

Tabla 6.1. Mensajes informales del personaje virtual a los alumnos con el *feedback* necesario para cada ejercicio(continuación). Elaboración propia.

Ejercicio 5	<p>“En nuestro DC todavía no tenemos una estructura para realizar más eficientemente este ejercicio....”</p> <p>“Pero con todo lo que ya sabés lo podés resolver muuuuy fácilmente”</p> <p>“Sólo te voy a decir: SI SI SI SI SI.....” “....Te veo en ej. 6....”</p>
Ejercicio 6	<p>“Aquí lo único que debes tener en cuenta es la cantidad de datos que el usuario debe ingresar”</p> <p>“Uno de esos datos determina qué hacer con los otros dos”</p> <p>“Si ingresó 1 entonces.....Si ingresó 2 entonces.....”</p> <p>“Te veo en ej. 7”</p>
Ejercicio 7	<p>“Este ejercicio tiene una lógica similar a la del ejercicio 3. Es muy útil saber usar el módulo % y la división entera /”</p> <p>“Idea: mediante un bucle podés ir obteniendo cada dígito y lo vas sumando a una variable acumuladora”</p> <p>“Desde cuando hasta cuando debe ser el bucle te lo dejo a vos para que reniegues un rato....” “Te veo en ej. 8....”</p>
Ejercicio 8	<p>“Una manera de resolver este ejercicio es dividir sucesivas veces un número dado primero por el número dos, luego por tres, y así hasta llegar al mismo número en cuestión”.</p> <p>“Si en alguna de esas divisiones el resto da cero por resultado, se demuestra que ese número es divisible por algún número que no es ni 1 ni el mismo número, o sea, no es primo. Caso contrario, es primo.”</p> <p>“Con un bucle mientras podés hacer estas divisiones sucesivas a partir de 2 hasta ese mismo número, o si querés ser más eficiente, hasta la mitad del número ya es suficiente....”</p> <p>“También podrías tener una variable booleana que sea una condición de corte para ese bucle cuando se demuestre que el resto de una división sea cero, o sea, que el número es divisible”</p> <p>“....Te veo en ej. 9....”</p>

Tabla 6.1. Mensajes informales del personaje virtual a los alumnos con el *feedback* necesario para cada ejercicio(continuación). Elaboración propia.

Ejercicio 9	<p>“Te acordás cuál es el factorial de un número, ¿no? Es el producto de todos los números enteros positivos desde 1 hasta ese número”.</p> <p>“Entonces: Tip N°1: podés tener una variable que vaya ascendiendo desde 1 hasta N, o descendiendo desde N hasta 1.”</p> <p>“Tip N°2: podés entonces comenzar a multiplicar esta variable sucesivas veces mientras va actualizando su valor, mediante un bucle hasta que.....”</p> <p>“...Te veo en Ej. 10.....”</p>
Ejercicio 10	<p>“Como siempre, lo mejor para el final. Este es el ejercicio tal vez más complicado para resolver, pero con todo lo que ya has aprendido, lo sacás de taquito....”</p> <p>“Tip N°1: Tenés que ir sustrayendo de a 1 los dígitos del número binario, y la manera más fácil de hacerlo, es leyendo el número binario como una cadena de caracteres”</p> <p>“Tip N°2: Con un bucle Mientras, que vaya desde 1 hasta el número de posición de ese dígito binario, podés ir multiplicando otra variable llamada potencia por 2, para darle el peso correspondiente al decimal en base a su posición binaria. Y luego vas acumulando ese valor en otra variable, que podría llamarse decimal, por ejemplo.”</p> <p>“Y con esto llegamos al final de nuestro recorrido. Ha sido un gusto haber sido tu asistente virtual para este tp. Decile al profe Lucas que mi desempeño fue ESPECTACULAR, así me contrata de nuevo el próximo año. Ojalá algún otro día nos veamos. ¡¡¡Saludos robóticos!!!”</p>

Tabla 6.1. Mensajes informales del personaje virtual a los alumnos con el *feedback* necesario para cada ejercicio(continuación). Elaboración propia.

El material creado con los archivos a importar en la aplicación *Augmented Class*, las imágenes utilizadas, los *triggers*, la guía aumentada de trabajo práctico y los videos de las escenas aumentadas para cada ejercicio son accesibles desde el siguiente enlace:

[Material Educativo con RA estudio de caso UNTDF](#)

6.6. Recapitulación

En este capítulo se exponen los fundamentos acerca del material educativo creado y utilizado para llevar adelante la experiencia áulica, enmarcada en este trabajo de tesis. Se hace referencia a la forma de trabajo de los alumnos durante el aprendizaje de las unidades previas, y se establecen las bases de la propuesta didáctica que emplea el material con tecnologías de Realidad Aumentada.

Se dan algunos fundamentos acerca de la creación de personajes, y se describe la creación del personaje virtual que se incorpora al material con RA como un objeto 3D animado. Este personaje es el centro de la estrategia pedagógica utilizada.

Luego, se describen aspectos teóricos de diferentes tipos de *feedback* existentes, y se hace referencia a los tipos de *feedback* que utiliza el personaje virtual para acompañar a los alumnos a realizar los ejercicios prácticos propuestos para la experiencia.

Finalmente, se hace mención del software utilizado para la creación de las escenas aumentadas, y se realiza una descripción del desarrollo de las sesiones con los alumnos.

En el siguiente capítulo se expone el diseño metodológico del estudio de caso, sobre el cual se utiliza el material educativo aquí detallado.

7. Diseño Metodológico de Estudio de Caso

Resumen

En los capítulos precedentes, se expusieron conceptos claves que constituyen el marco teórico de este trabajo. Se abordó el concepto de Realidad Aumentada, y la incidencia que ésta tiene dentro del ámbito educativo. Se trató también el dilemático concepto de rendimiento académico, y se presentaron antecedentes de una serie de investigaciones que vinculan la utilización de tecnologías de RA como recurso educativo con el rendimiento académico. Se analizaron y obtuvieron conclusiones acerca del impacto producido tanto en el rendimiento académico del alumnado, como en otras variables asociadas a dicho rendimiento y a los procesos cognitivos en situaciones de enseñanza y aprendizaje.

En el presente capítulo, se presenta el diseño metodológico para llevar adelante un estudio de caso en la Universidad Nacional de Tierra del Fuego, donde se realiza un análisis de la vinculación entre la Realidad Aumentada y diferentes variables asociadas al rendimiento académico en el nivel universitario, tomando como base teórica todos los conceptos planteados en los capítulos previos de este trabajo de tesis.

7.1. Metodología

La presente tesis tiene un alcance descriptivo (Del Río, 2017). Se pretende establecer relaciones entre distintas variables de análisis y buscar posibles incidencias de algunas variables sobre otras, pero sin generalizar conclusiones, debido a que la muestra de alumnos sobre la cual se realiza el estudio de caso no representa el dominio completo de los mismos.

El diseño metodológico de esta investigación plantea la realización de una experiencia áulica con grupos contrastados, para una cátedra de la carrera de Licenciatura en Sistemas, carrera perteneciente al Instituto de Desarrollo Económico e Innovación de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego. En particular, la cátedra se denomina “Expresión de problemas y algoritmos”.

La cátedra está compuesta por dos comisiones de alumnos, por lo que se procede a trabajar con una de las dos comisiones, denominando a esta comisión grupo de la experiencia. La otra

comisión es denominada grupo de control. Se propone que el grupo de la experiencia trabaje una de las unidades de la cátedra con un prototipo de material que utiliza RA, desarrollado ad hoc en el marco de esta tesis. Los alumnos en sus espacios trabajan resolviendo los ejercicios propuestos con la asistencia del personaje virtual 3D. También, se hace una experiencia áulica con la guía de trabajo práctico con RA, para profundizar en estos ejercicios o resolverlos si aún no pudieron hacerlo. Esto se desarrolla en cuatro encuentros sincrónicos de dos horas de duración cada uno.

Se realiza una evaluación diagnóstica (que permite conocer la experiencia previa de los alumnos en los temas a abordar y en relación al uso y conocimiento de RA), y un postest a los alumnos (con el fin de establecer una vinculación entre la utilización del material con RA y variables asociadas al rendimiento académico). También se lleva adelante una observación participante durante la experiencia (por parte del tesista y del coordinador de la carrera en que se enmarca la experiencia) y entrevistas a los docentes involucrados. Asimismo se realizan diferentes análisis comparativos sobre los tests y sobre los exámenes que son parte de la asignatura.

Respecto del análisis de los exámenes, se lleva a cabo una comparación de una sección específica de las resoluciones de los parciales de los alumnos, tanto del grupo de la experiencia como del grupo de control, para evaluar resultados respecto de la variable calificación asociada al rendimiento académico, como fue establecido en el capítulo 4 del trabajo. Dicha sección del examen, justamente coincide con la unidad trabajada y evaluada por el docente sobre la cual el grupo de la experiencia utiliza el prototipo de material con RA, en lugar del material de estudio tradicional.

Respecto del postest, se aplica un instrumento de recogida de datos estandarizado que consiste en un cuestionario, cuyo objetivo es establecer vinculaciones entre la utilización del material educativo con RA y las restantes variables de estudio establecidas en el capítulo 5 de este trabajo. Éstas variables están asociadas al rendimiento académico en el nivel universitario y son: motivación, interés, atención y satisfacción.

La figura 7.1. muestra un esquema del diseño de la experiencia para el contexto mencionado.



Figura 7.1. Esquema del diseño de la experiencia para la cátedra “Expresión de problemas y algoritmos”.
Elaboración propia.

Tanto la evaluación diagnóstica como el postest son realizados y distribuidos mediante la herramienta *Google forms*.

7.2. Selección de la Muestra

La asignatura que forma parte de la experiencia áulica se dicta en el primer cuatrimestre del primer año de la carrera Licenciatura en Sistemas. La cátedra está conformada por dos comisiones. Una comisión corresponde al turno matutino y la otra al turno vespertino.

La muestra es tomada a partir de los grupos que naturalmente conforman las comisiones. Es decir, una comisión se considera el grupo experimental y la otra comisión es considerada el grupo de control.

El número exacto de la muestra de alumnos es el siguiente:

- Comisión 1 (grupo de la experiencia): 25 alumnos
- Comisión 2 (grupo de control): 40 alumnos

De la experiencia participan la docente a cargo de las clases prácticas de la comisión del grupo de la experiencia, y el coordinador de la carrera de sistemas. La docente lleva adelante la experiencia áulica con los alumnos durante las clases prácticas, y el coordinador de carrera se invita como observador de la experiencia.

7.3. Instrumentos y Técnica de Recolección de Datos

Los instrumentos y técnica de recolección de datos son cuatro:

1. Dos cuestionarios que consisten en una evaluación diagnóstica inicial y un postest al finalizar la experiencia. Como postest se utiliza un instrumento estandarizado para obtener resultados respecto de asociaciones entre las variables motivación, interés, atención y satisfacción y su vinculación con el rendimiento, al mismo tiempo que el alumnado evalúa el material con RA elaborado;
2. Una entrevista a los docentes participantes;
3. La observación participante;
4. El parcial de la asignatura, que consiste en una prueba de elección múltiple para el análisis de rendimiento obtenido por los alumnos, posterior a la experiencia, donde se analiza la variable calificación.

7.3.1. Evaluación Diagnóstica Inicial y Postest

Para la recolección de datos en la evaluación diagnóstica y el postest se utiliza un cuestionario de *Google forms*, que permite la recolección y el análisis de los resultados de forma inmediata. Los resultados se analizan individualmente en cada uno de los grupos, y posteriormente, se tratan en conjunto.

El primer cuestionario consiste en una evaluación diagnóstica que se divide en dos apartados A y B, de acuerdo con la siguiente descripción: A: cuestiones personales relativas al género, edad, nombre, estudios, etc.; B: cuestiones relativas a la relación con diversas herramientas y recursos tecnológicos, y a conocimientos previos de programación y de la tecnología de RA, útiles para valorar el perfil técnico de los alumnos.

El segundo cuestionario (postest) es un instrumento de recogida de datos estandarizado, denominado “Instructional Materials Motivation Survey” (IMMS) elaborado por Keller (2010) y validado por Loorbach et al. (2015). Este instrumento ha sido recuperado a partir de los trabajos revisados en el capítulo 5. El instrumento ha sido utilizado por diferentes autores para conocer el grado de motivación que despierta en los alumnos la interacción con las tecnologías (Bolliger,

Supanakorn y Boggs, 2010; Chen, 2013; Di Serio, Ibañez & Delgado, 2013; Barroso, Cabero & Moreno, 2016).

El instrumento está compuesto por 36 ítems, con escala tipo Likert, con siete opciones de respuesta, desde 1=Completamente en desacuerdo a 7= Completamente de acuerdo.

Antes de comenzar con la experiencia, se informa a los alumnos que se está realizando un trabajo de investigación, y que se requiere de su colaboración para completar una evaluación diagnóstica. Se les explica que dicha evaluación consiste en datos básicos relacionados a su información personal, a su relación con dispositivos informáticos y utilización de Internet, y a conceptos previos relacionados a la programación. Se explica que toda esta información es a fines estadísticos, y de ninguna manera influye en sus calificaciones.

La evaluación diagnóstica se entrega por medio de un enlace que les permite acceder a un formulario online de Google, que consta de las dos partes previamente descritas. Se explica la manera en que se debe completar la evaluación.

Los alumnos deben responder a todas las preguntas, principalmente seleccionando la opción u opciones que se adecúan a cada uno de manera individual. Cualquier consulta que se tiene respecto de la evaluación, es contestada durante el transcurso de ésta.

Finalizada la etapa de estudio y realización de ejercicios de la unidad 6, mediante material con tecnologías con RA, se procede a realizar el postest con los alumnos del grupo de la experiencia.

Durante la clase final, antes del parcial, se distribuye un enlace a este cuestionario preparado previamente para ser respondido a través de un formulario de Google. Se les da alrededor de 45 minutos a los alumnos para que den sus respuestas. También se les explica que estos resultados se utilizarán con fines estadísticos, y que de ninguna manera lo que responden influirá en sus notas de cursada o de examen. Las preguntas o dudas que surgen durante la realización del cuestionario son respondidas apropiadamente.

Los cuestionarios utilizados para recabar información por parte de los alumnos se detallan en el Anexo I de este trabajo.

7.3.2. Entrevistas

En primer lugar, se contacta tanto a la profesora a cargo del dictado de la parte práctica de la materia para el grupo de la experiencia, así como al coordinador de la carrera, a los cuales se les

explica los objetivos de la experiencia que se lleva adelante, y se les consulta acerca de su disposición a participar de ésta. Ambos están de acuerdo en colaborar.

Se les explica luego a los docentes involucrados, detalladamente, en qué consiste la experiencia. Se le acerca el material aumentado con tecnologías de RA a la docente, para que lo estudie y realice pruebas y evacúe cualquier tipo de duda o dificultad que ella considere pertinente.

Llegado el momento, los alumnos utilizan el material con RA para realizar los ejercicios en sus casas. También, la docente utiliza el material con tecnologías de Realidad Aumentada en lugar del material tradicional para trabajar el tema de la clase correspondiente con los alumnos del grupo de la experiencia. El coordinador de carrera está presente como observador participante.

Finalizada la experiencia de trabajo en el aula, se realizan entrevistas semiestructuradas tanto a la docente que participa activamente de la experiencia, como al coordinador en carácter de observador. El fin de las entrevistas consiste en complementar el punto de vista de los alumnos y obtener otra visión del estudio de caso.

Las preguntas realizadas son:

- En líneas generales ¿cómo les resultó la experiencia con el Material con tecnologías de RA a ustedes como docentes y cómo lo vieron en los alumnos?
- ¿Qué cambios observaron en la dinámica de la clase con el uso del Material con RA con respecto al tratamiento de temas anteriores?
- Sabemos que el impacto del material no fue idéntico en todos los alumnos. ¿Identifican ustedes alguna característica que parezca estar incidiendo en forma positiva o negativa en la aceptación de este tipo de material?
- ¿Les parece que impactó mejor en grupos que venían con alguna dificultad, o impactó mejor en aquellos alumnos que ya venían bien con la materia?
- ¿Observaron algún cambio en los procesos de enseñanza y aprendizaje a nivel general al realizar la experiencia con RA?
- ¿Qué agregarían o modificarían en el material o en la experiencia para que resulte más enriquecedora? ¿Qué limitaciones encontraron?

El guión utilizado para la entrevista se escribe tomando como modelo el realizado por Del Río (2017), y se detalla en el Anexo II.

Este tipo de análisis aportarán a responder las siguientes preguntas de investigación planteadas en el capítulo 1:

- ¿Cómo se ven afectados los procesos de enseñanza y aprendizaje con la incorporación de RA ?
- ¿Cuáles son las limitaciones a la hora de implementar RA en el aula universitaria?
- ¿Qué variables asociadas al rendimiento académico se ven impactadas por estas experiencias?

7.3.3. Observación Participante

La observación es una técnica que se emplea para recabar datos en el estudio de caso. Se utiliza la técnica de registro anecdótico, que Aragón Jiménez (2010) define como un sistema restringido en el que se registra un segmento específico de la realidad, definido previamente y guiado por un marco teórico, donde se toma nota lo más pronto posible de los incidentes críticos, de las palabras significativas en las situaciones concretas y se realiza todo con el mayor cuidado para recoger hechos exactos, sin dar entrada a opiniones o juicios.

Se observa todo lo que sucede durante el transcurso de la actividad áulica. Se inicia cuando el docente a cargo del grupo explica y guía el inicio de la utilización del material con tecnologías de RA para abordar el contenido de la asignatura que corresponde en ese momento.

La docente involucra a los alumnos haciendo referencia a “Carlitos” realmente como un asistente virtual de cátedra. Durante el tiempo que dura la clase la docente realiza preguntas y comentarios a los alumnos tales como:

- *¿Qué tips les da Carlitos para este ejercicio?*
- *En este ejercicio reciben un tip muy importante de Carlitos.....*
- *Como les explica Carlitos, en este ejercicio hay que.....*

Los alumnos responden y aportan a medida que se pregunta y se desarrollan los ejercicios. En algunos ejercicios la docente deja algunos minutos para que los alumnos visualicen los ejercicios con las escenas aumentadas, y luego, por medio de las ayudas de los tips brindados, esbozan posibles soluciones para compartirlas y comentarlas entre todos.

Para ciertos ejercicios, en particular los más difíciles de resolver, se analizan más detenidamente las escenas aumentadas entre la docente y todos los alumnos, tanto el texto con los ejemplos en la pizarra virtual, como la información que brinda el robot a través del audio.

7.3.4. Análisis de los Exámenes Parciales de los Alumnos

Se realiza un análisis de los exámenes parciales que rinden los alumnos de ambos grupos: control y experiencia. El análisis se realiza sobre una sección específica del examen que se vincula con aquellos temas que fueron abordados, utilizando el material dispuesto con tecnologías RA, por parte del grupo de la experiencia. Se comparan los resultados del grupo, y se observan tanto los errores y aciertos en las respuestas a las preguntas del examen, como su frecuencia y cantidad.

Luego, se realiza un análisis que compara y contrasta los resultados de la sección específica del examen por parte de ambos grupos. Se busca de esta manera establecer similitudes y diferencias en los resultados académicos obtenidos, asociados principalmente a la variable calificación vinculada al rendimiento académico.

Dicha sección de parcial consiste en cuatro preguntas con respuesta de elección múltiple, teniendo entre 3 y 6 posibilidades de respuestas para cada pregunta. Las preguntas son exactamente las mismas para ambos grupos. Son corregidas automáticamente por el entorno virtual de enseñanza y aprendizaje sobre el que los alumnos realizan el examen.

Las preguntas correspondientes a la sección específica del parcial tomado a los alumnos se muestran en el Anexo III de este trabajo.

Un análisis de los resultados de la sección del examen parcial, que es objeto de estudio para el presente trabajo, se detalla en el siguiente capítulo.

7.4. Triangulación de los Datos Obtenidos

Una vez recolectados los datos mediante los distintos instrumentos, se lleva a cabo un análisis que permite obtener diversos resultados en relación a los objetivos de este trabajo de investigación. Estos resultados, establecen puntos de convergencia y divergencia entre las distintas observaciones y vinculan las variables motivación, interés, atención, satisfacción y calificación con el rendimiento académico.

Se espera que la información obtenida proporcione resultados positivos respecto de las preguntas de investigación definidas y que la implementación de diversas estrategias e instrumentos de recolección de datos permitan un abordaje más completo del caso en estudio, agregando así nueva evidencia empírica acerca del potencial de la RA y su efecto en el rendimiento académico. Todo esto será presentado en capítulos posteriores.

7.5. Recapitulación

En el presente capítulo se detalla la metodología empleada para el diseño del estudio de caso en la cátedra “Expresión de problemas y algoritmos”, de la carrera de Licenciatura en Sistemas, perteneciente a la Universidad Nacional de Tierra del Fuego.

Se presenta la muestra de alumnos de la cátedra sobre la que se realiza el estudio de caso y se menciona el rol de los docentes involucrados en la experiencia áulica.

Posteriormente, se describen todos los instrumentos y técnicas utilizados para la recolección de los datos: evaluación diagnóstica y postest, entrevistas a docentes, exámenes parciales, y observación participante. Se describe la forma de implementación y utilización de cada uno de ellos.

En el siguiente capítulo se exponen todos los resultados obtenidos a partir de la realización del estudio de caso.

8. Resultados del Estudio de Caso

Resumen

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos a partir de la experiencia áulica realizada al implementar material con tecnologías de Realidad Aumentada en una cátedra de nivel universitario. Se realizó la experiencia sobre un total de 65 alumnos, de los cuales 25 de ellos, pertenecientes a la comisión 1, fueron designados como el grupo de la experiencia, mientras que los otros 40 alumnos, de la comisión 2, fueron tomados como el grupo de control.

Se tomaron evaluaciones diagnósticas previas a ambos grupos, y se trabajó con el material aumentado previamente desarrollado. Se llevó a cabo una observación participante durante las clases prácticas, y se desarrollaron entrevistas tanto a la docente que participó de la experiencia, como al coordinador de la carrera, quien intervino también como observador.

Se realizó un posttest al grupo de la experiencia con el instrumento estandarizado IMMS para la obtención de datos asociados a las variables que persiguen los fines de la investigación. Además, se evaluó a los dos grupos con el parcial práctico de la materia, para contrastar los resultados obtenidos tanto por el grupo que trabajó con el material con tecnologías de RA, como por el grupo que trabajó con el material tradicional.

En primer término, se detallan aquí resultados respecto de la evaluación diagnóstica y el posttest implementado. Se muestran resultados de la valoración que los alumnos hacen de la experiencia y del material utilizado. Se realiza también un análisis de las variables motivación, interés, atención y satisfacción, así como algunas otras variables que están vinculadas al rendimiento académico.

En segundo lugar, se presenta una reseña de las entrevistas realizadas a los docentes que intervinieron durante la experiencia y se describen los resultados de la observación participante realizada.

Luego, se exponen los resultados de los exámenes parciales de los alumnos para analizar la variable calificación. Se realiza una comparación entre la cantidad y porcentaje de respuestas correctas de los alumnos del grupo de la experiencia frente a las del grupo de control.

Finalmente, se realiza una triangulación de los resultados obtenidos y una discusión general, a partir de los datos recabados mediante los distintos instrumentos de recolección de datos y las técnicas implementadas.

8.1. Análisis de la Evaluación Diagnóstica

A partir de los datos recogidos en la evaluación diagnóstica, se realiza un análisis acerca de si existen diferencias entre los grupos de la experiencia y de control, en cuanto a composición por edad, género, nacionalidad, estudios y conocimientos previos, y utilización de dispositivos digitales.

8.1.1. Edad

Si bien se observa que el grupo de control tiene en su mayoría edades que rondan entre los 18 y 21 años, esta franja no es tan pronunciada para el grupo de la experiencia, que presenta una mayoría entre los 20 y 26 años, y además muestra una cantidad no desestimable de adultos mayores de 26 años, que no se visualiza para el grupo de control (figuras 8.1. y 8.2.).

Esto podría deberse a que el grupo de la experiencia pertenece a una comisión cuyas clases se dictan en turno vespertino (Comisión 1), lo cual permite que el alumno también tenga una jornada laboral diurna, mientras que las clases para el grupo de control se dictan por la mañana, con mayores probabilidades de que los integrantes de este grupo sólo estudien.

Edad

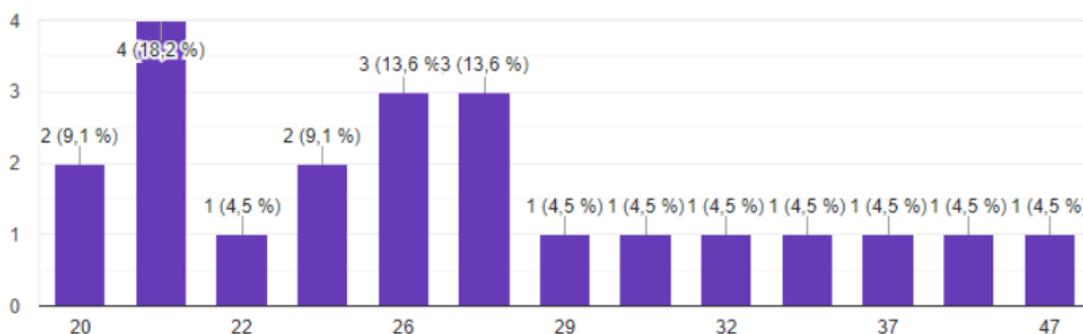


Figura 8.1. Gráfico de distribución por edades - grupo de la experiencia. Elaboración propia.

Edad

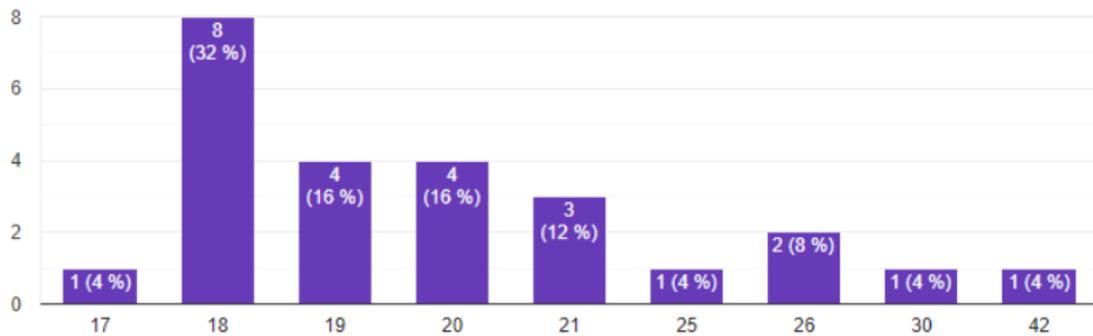


Figura 8.2. Gráfico de distribución por edades - grupo de control. Elaboración propia.

8.1.2. Género

Respecto de la distribución por género, se observa en las figuras 8.3. y 8.4. que tanto en el grupo de la experiencia como en el grupo de control, aproximadamente unas tres cuartas partes del alumnado es de género masculino. El grupo de la experiencia tiene un porcentaje un tanto mayor de alumnos del género femenino.

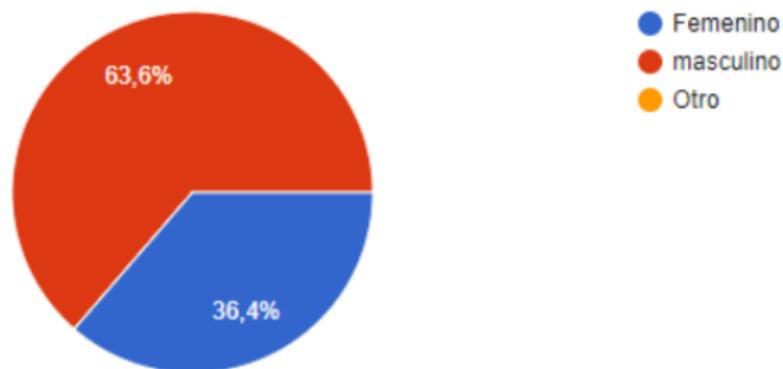


Figura 8.3. Gráfico de distribución por género - grupo de la experiencia. Elaboración propia.

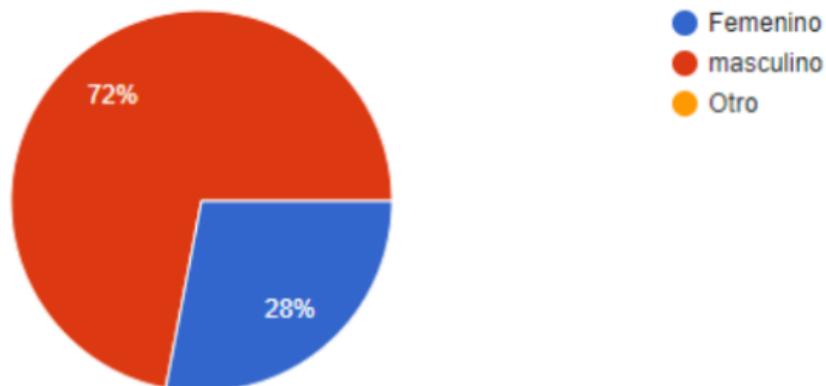


Figura 8.4. Gráfico de distribución por género - grupo de control. Elaboración propia.

8.1.3. Nacionalidad

Respecto de la nacionalidad, se observa que el 100% de los alumnos es Argentino, tanto del grupo de la experiencia como del grupo de control.

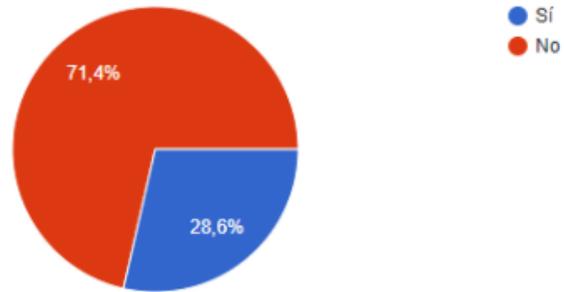
8.1.4. Estudios Previos

Se decidió tener como factor de importancia el poder conocer la trayectoria del alumno, previa al ingreso a la carrera, considerando que esto podría incidir en futuras diferencias respecto del conocimiento o asimilación de los contenidos.

Respecto del grupo de la experiencia, un aproximado de tres cuartas partes del alumnado no posee un título secundario relacionado a la carrera, aunque coincidentemente el mismo porcentaje del total ya ha realizado otros estudios universitarios previos. Sin embargo, alrededor de un 80% de estos estudios previos universitarios no han sido finalizados (figura 8.5.).

Respecto del grupo de control, el porcentaje de alumnos que no tiene un título secundario relacionado con la carrera es ligeramente mayor que el del grupo de la experiencia. Y contrariamente al grupo de la experiencia, un 68% del alumnado del grupo de control no tiene estudios universitarios previos (figura 8.6.).

¿Posee título secundario relacionado con la carrera?



¿Realizó otros estudios universitarios previos a esta carrera?

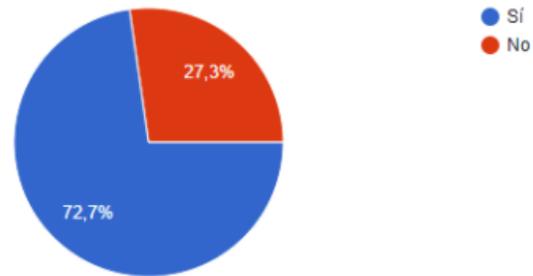
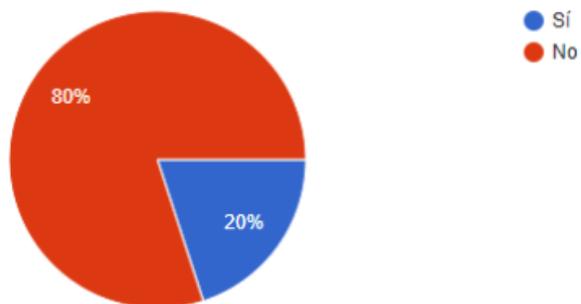


Figura 8.5. Gráfico de distribución respecto de título secundario relacionado a la carrera y estudios universitarios previos - grupo de la experiencia. Elaboración propia.

¿Posee título secundario relacionado con la carrera?



¿Realizó otros estudios universitarios previos a esta carrera?

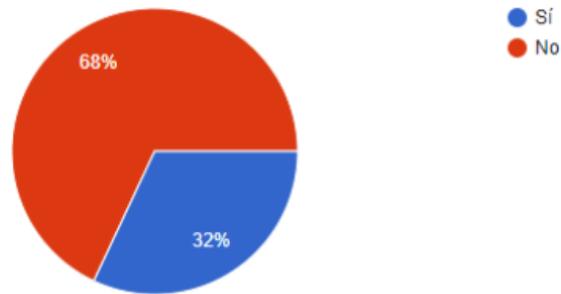


Figura 8.6. Gráfico de distribución respecto de título secundario relacionado a la carrera y estudios universitarios previos - grupo de control. Elaboración propia.

8.1.5. Uso de Dispositivos Digitales

Tanto el grupo de la experiencia como el grupo de control, casi en su totalidad utilizan dispositivos digitales para el estudio y para la búsqueda de información. Un porcentaje mayor del grupo de la experiencia utiliza también los dispositivos para el trabajo. Se observa un aumento en el uso de los dispositivos para redes sociales en el grupo de control, dato que podría estar vinculado a la diferencia etaria entre ambos grupos (figuras 8.7. y 8.9.)

Al mismo tiempo, ambos grupos utilizan principalmente Youtube, páginas Web, y foros como apoyo para el estudio (figuras 8.8. y 8.10.).

Indicar qué tareas realiza con la computadora:

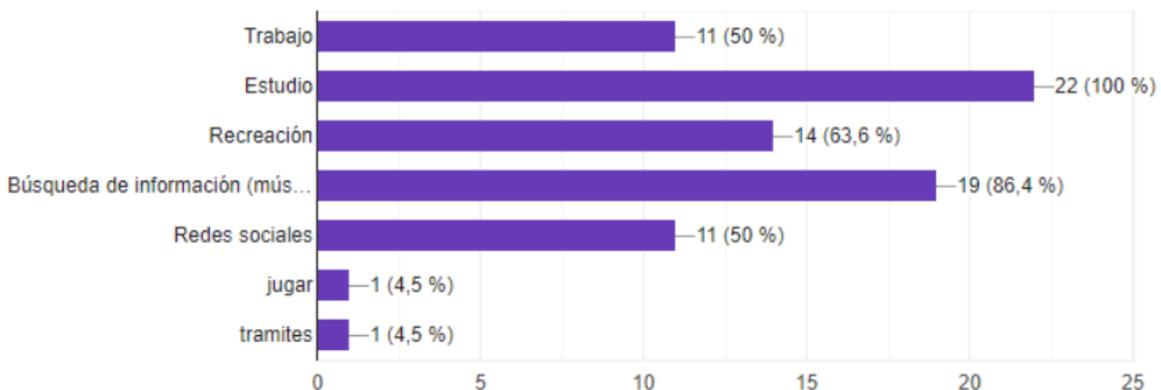


Figura 8.7. Gráfico de distribución respecto de la utilización de los dispositivos informáticos - grupo de la experiencia. Elaboración propia.

¿Qué sitios/servicios/redes disponibles en la web consulta como apoyo para el estudio?

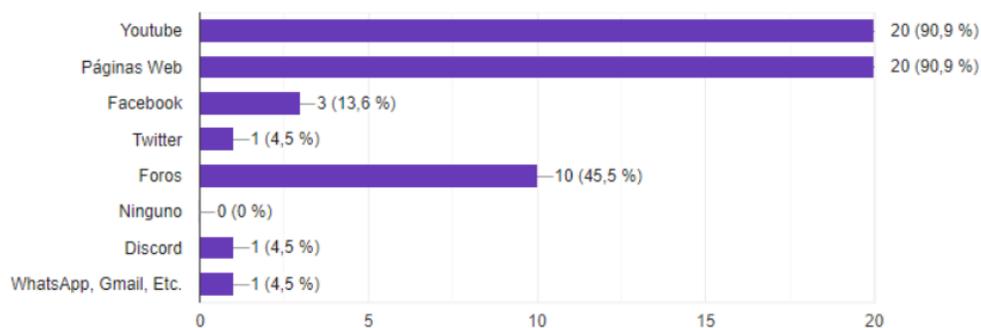


Figura 8.8. Gráfico de distribución respecto de los sitios, servicios o redes disponibles en la web que los alumnos utilizan como apoyo para el estudio - grupo de la experiencia. Elaboración propia.

Indicar qué tareas realiza con la computadora:

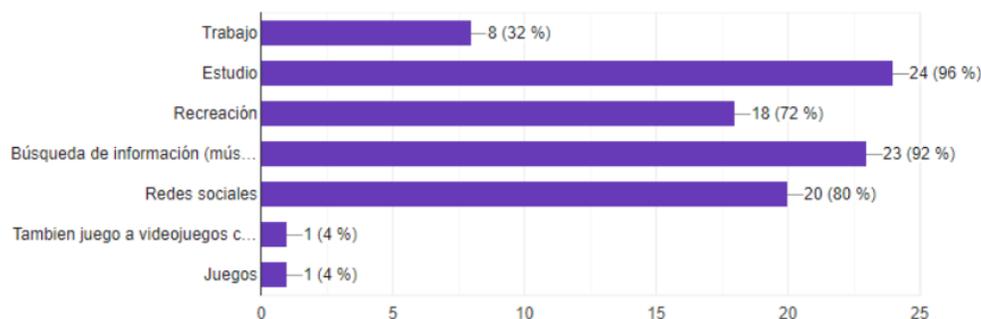


Figura 8.9. Gráfico de distribución respecto de la utilización de los dispositivos informáticos - grupo de control. Elaboración propia.

¿Qué sitios/servicios/redes disponibles en la web consulta como apoyo para el estudio?

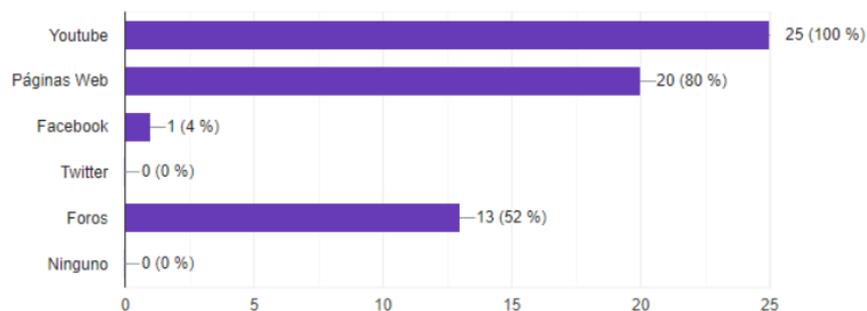


Figura 8.10. Gráfico de distribución respecto de los sitios, servicios o redes disponibles en la web que los alumnos utilizan como apoyo para el estudio - grupo de control. Elaboración propia.

8.1.6. Conocimiento o Utilización de Software de Programación y de Realidad Aumentada

Finalmente, en las figuras 8.11. y 8.13. se pueden apreciar resultados similares respecto del conocimiento previo de software relacionado a la programación. Más de la mitad de los alumnos ha manejado algún tipo de software anteriormente para aprender a programar, tanto el grupo de la experiencia como el grupo de control.

Análogamente, la gran mayoría de los alumnos de ambos grupos no ha visto ni utilizado software con tecnologías de Realidad Aumentada (figuras 8.12. y 8.14.). Respecto de los alumnos que respondieron afirmativamente a este punto, se indagó acerca de qué habían visto o utilizado, con qué software, en qué circunstancias, entre otros, y se obtuvieron las siguientes respuestas:

- *Vi un programa para desarmar un auto de la marca Peugeot, y una animación de avatar.*
- *Vi desarrollos de Realidad Aumentada en el ambiente del marketing deportivo. No desde el lugar de desarrollador.*
- *Oculus rift.*
- *Usé los VR que se adaptan en el celular, miraba videos en Youtube, y se podían configurar para algunos juegos en la pc.*
- *Rhinoceros (para practicar modelado en 3D), y Hammer (Para desarrollar arquitectura para una materia del secundario, estaba orientado hacia un videojuego).*
- *Blender.*
- *Vi videos de personas usando este tipo de tecnología.*
- *Unreal Engine.*
- *Normalmente veo videos de Youtube que muestran juegos en realidad aumentada.*
- *Realización de modelaje de personajes, recreación de movimientos y ataques.*

¿Ha utilizado alguna vez algún software para aprender a programar?

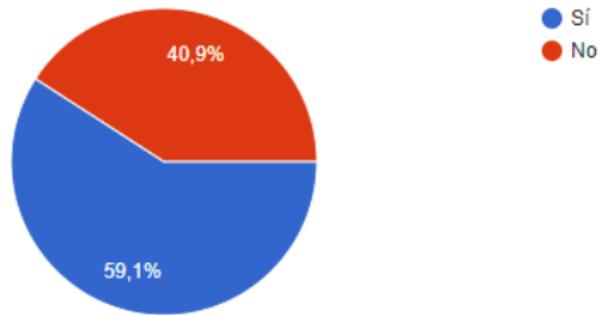


Figura 8.11. Gráfico de distribución respecto de la utilización previa de algún software para aprender a programar - grupo de la experiencia. Elaboración propia.

¿Ha visto o utilizado alguna vez algún software con tecnologías de Realidad Aumentada?

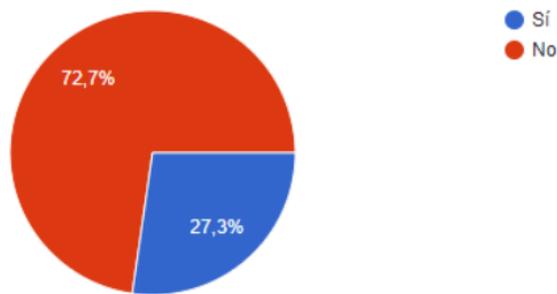


Figura 8.12. Gráfico de distribución respecto del conocimiento o utilización de software con tecnologías de Realidad Aumentada - grupo de la experiencia. Elaboración propia.

¿Ha utilizado alguna vez algún software para aprender a programar?

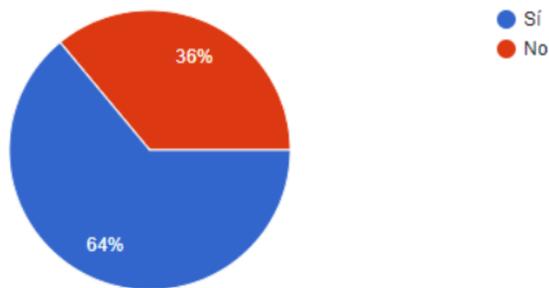


Figura 8.13. Gráfico de distribución respecto de la utilización previa de algún software para aprender a programar - grupo de control. Elaboración propia.

¿Ha visto o utilizado alguna vez algún software con tecnologías de Realidad Aumentada?

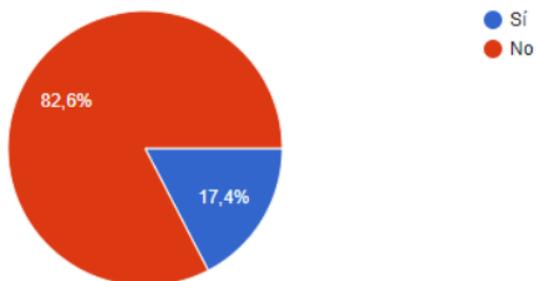


Figura 8.14. Gráfico de distribución respecto del conocimiento o utilización de software con tecnologías de Realidad Aumentada - grupo de control. Elaboración propia.

8.2. Análisis del Postest

Para obtener el índice de fiabilidad del instrumento empleado, se utilizó la medida de consistencia interna denominada coeficiente *Alfa de Cronbach*. Este coeficiente es apropiado para instrumentos que utilizan escalas tipo Likert. El coeficiente varía entre 0 y 1, siendo 1 el valor más elevado. Para que el coeficiente tenga un valor aceptable de alfa, debe variar entre 0.70 y 0.95. Tras la aplicación del estadístico *Alfa de Cronbach* con el software SPSS (Producto de Estadística y Solución de Servicio), se obtuvo el valor $\alpha = 0.81$, el cual demuestra un elevado índice de fiabilidad (Tabla 8.1.).

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,815	,825	36

Tabla 8.1. Resultados de análisis de fiabilidad *Alfa de Cronbach* del instrumento. Elaboración propia.

8.2.1. Valoración de la Experiencia

En líneas generales, los alumnos valoraron la experiencia como positiva. Desde el comienzo de la misma, luego de la introducción y la explicación acerca de cómo se llevarían adelante las

clases de la unidad utilizando materiales con RA, los alumnos se sintieron confiados acerca del material para poder realizar los ejercicios propuestos.

Estuvieron atentos y dispuestos a trabajar la parte práctica de la unidad dictada a través del material aumentado, aunque muchos de ellos no conocían, o no habían utilizado previamente tecnologías de RA, como se describió en el análisis de la evaluación diagnóstica del apartado anterior.

La figura 8.15. muestra en términos de porcentajes, las respuestas de los alumnos, cuando se les preguntó acerca de su parecer respecto de trabajar la unidad con tecnologías de RA. En todos los casos, el rango de respuestas proponía una variación de siete posibilidades en una escala de Likert, desde “completamente en desacuerdo” hasta “completamente de acuerdo”.

Tomando en conjunto los porcentajes de las categorías “completamente de acuerdo”, “muy de acuerdo”, y “bastante de acuerdo” se puede apreciar un 64 % del total de los alumnos participantes de la experiencia que expresaron haber disfrutado durante el aprendizaje de la lección con tecnologías de RA, al grado de que quisieran saber más acerca del tema en el futuro. El 12 % observado que manifestó estar “bastante en desacuerdo” puede deberse a alumnos que venían atrasados con los temas de las unidades anteriores y no les pareció conveniente agregar algo nuevo a lo que ya tenían.

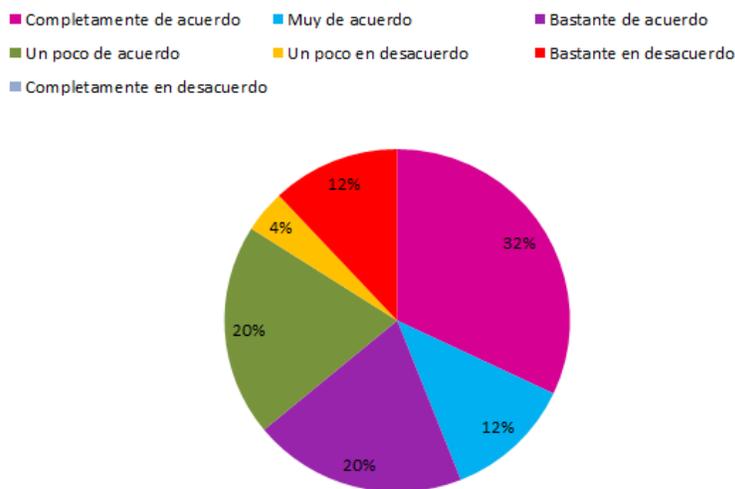


Figura 8.15. Gráfico representativo de respuesta de alumnos manifestando que al haber disfrutado las clases con material con RA quisieran saber más sobre el tema. Elaboración propia.

La figura 8.16. arroja también resultados interesantes respecto de la percepción de placer al trabajar durante las clases con la guía de trabajo práctico con material con RA, así como con el diseño de las mismas. Un 36% estuvo completamente de acuerdo, mientras que un 20% estuvo

muy de acuerdo y un 28% estuvo bastante de acuerdo. Sólo un 16% manifestó estar un poco de acuerdo. No hubo ningún grado de desacuerdo.

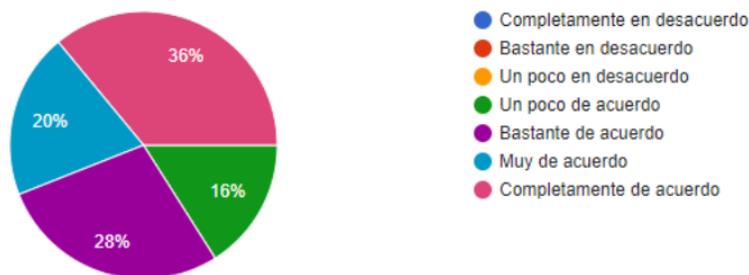


Figura 8.16. Gráfico representativo de respuesta de alumnos respecto de experimentar placer al trabajar las clases con material con RA. Elaboración propia.

Sumado a lo anteriormente mencionado, se puede observar en la tabla 8.2. el porcentaje del nivel de seguridad de los alumnos respecto de lo que estaban aprendiendo a partir de la información de introducción. Un 68% de los alumnos encuestados manifestaron estar completamente, muy o bastante seguros acerca de lo que debían aprender.

Escala descendente	Porcentaje de respuestas
Completamente de acuerdo	20%
Muy de acuerdo	20%
Bastante de acuerdo	28%
Un poco de acuerdo	24%
Un poco en desacuerdo	8%
Bastante en desacuerdo	0%
Completamente en desacuerdo	0%

Tabla 8.2. Respuestas de alumnos respecto del nivel de seguridad acerca de lo que tenían que aprender en la clase. Elaboración propia.

Los alumnos manifestaron también un elevado nivel de acuerdo al preguntarles acerca de la importancia de poder participar de la experiencia durante las clases y poder completar adecuadamente los ejercicios propuestos con el material aumentado (figura 8.17).

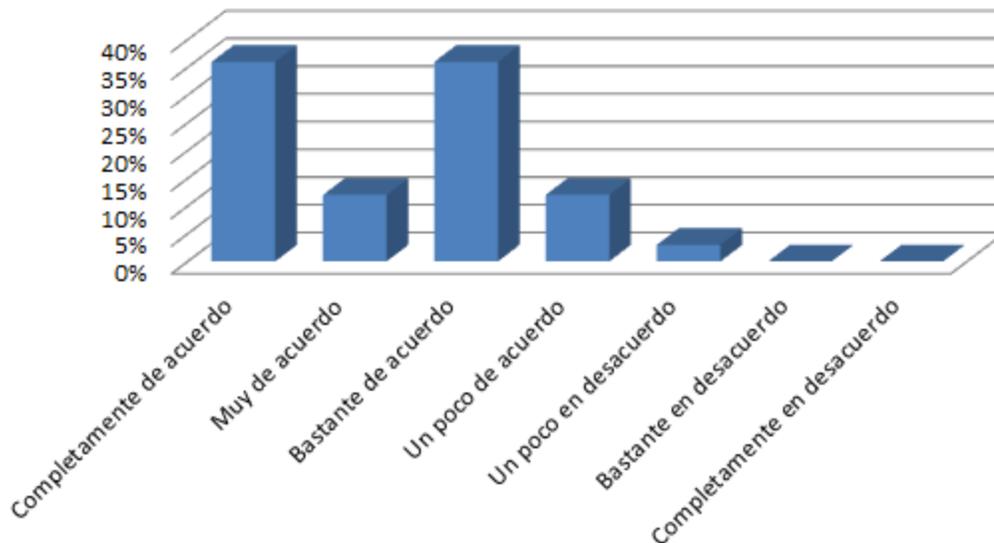


Figura 8.17. Gráfico representativo de respuesta de alumnos respecto de completar con éxito las clases de la experiencia con RA. Elaboración propia.

8.2.2. Valoración del Material

Respecto del material presentado, los alumnos lo catalogaron como un material sencillo, fácil de comprender y de utilizar, con la cantidad de información adecuada para asimilar, y con imágenes, videos y textos apropiados para poder realizar la guía de práctica.

Al indagar respecto de la organización del material para ejercitar los contenidos, se obtuvo una respuesta positiva (“completamente de acuerdo”, “muy de acuerdo”, “bastante de acuerdo”) de un 88% del total. Sólo un 12 % manifestó estar “un poco de acuerdo”. No hubo desacuerdos en ningún nivel (figura 8.18.).

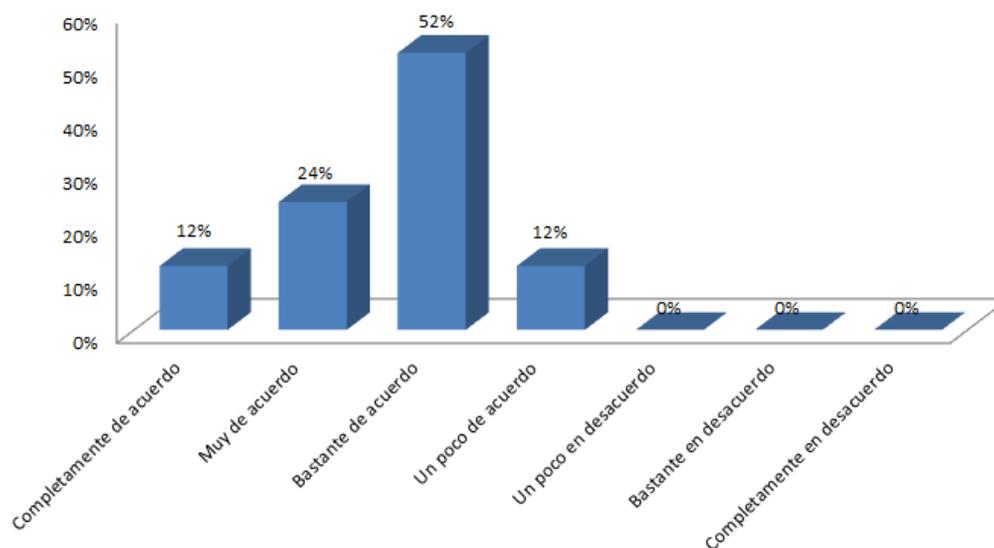


Figura 8.18. Gráfico representativo de respuesta de alumnos respecto a la organización del material. Elaboración propia.

A su vez, al indagar respecto de la presentación del material, los alumnos manifestaron en un elevado porcentaje que la variedad del material les fue de ayuda para mantener la atención, y generaban en ellos el deseo de conocer más acerca del tema de la unidad a través de tecnologías con RA. Las figuras 8.19. y 8.20. muestran los porcentajes de las respuestas dadas, al indagar acerca de estos temas.

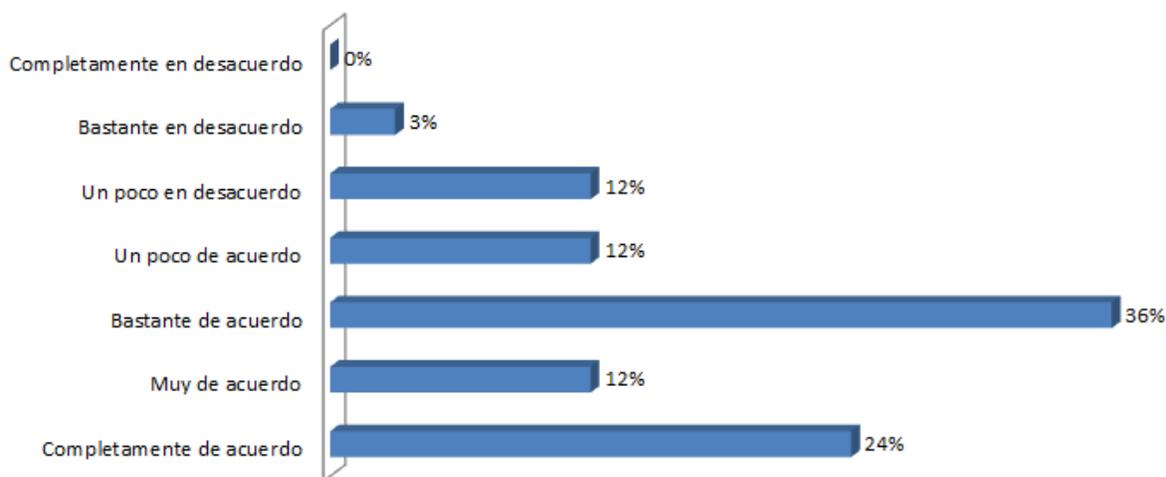


Figura 8.19. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos respecto a la variedad del material para obtener su atención. Elaboración propia.

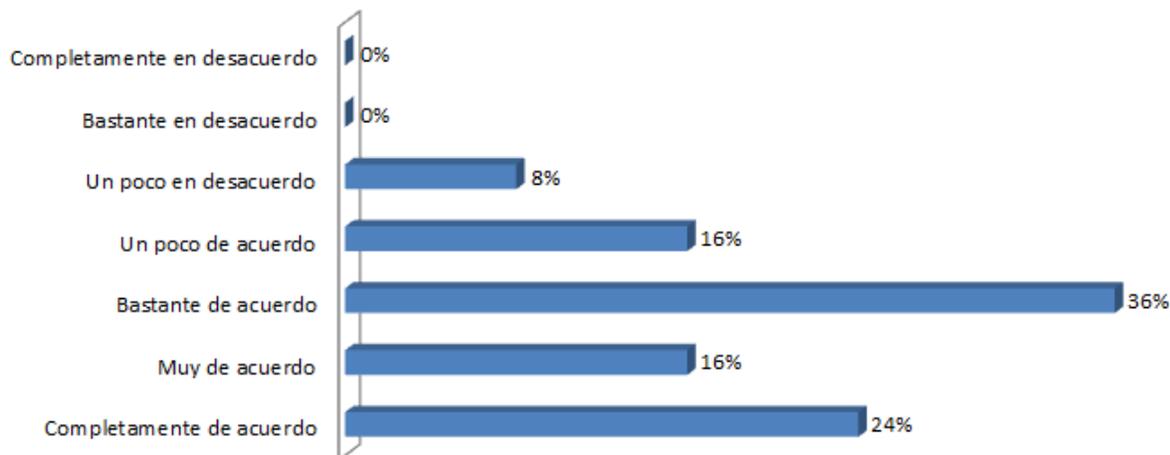


Figura 8.20. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos respecto a que la presentación del material genera deseos de conocer más del tema. Elaboración propia.

En el gráfico representado en la figura 8.21., se puede visualizar que un 60% de los alumnos que participaron de la experiencia expresaron estar completamente, muy o bastante de acuerdo en que la calidad del material con tecnologías de RA les fue de ayuda para mantener la atención respecto de la información brindada y los ejercicios que debían resolver.

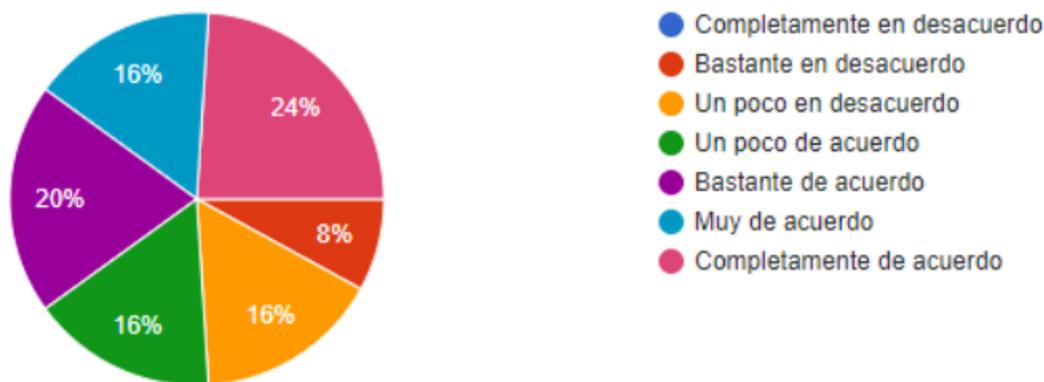


Figura 8.21. Porcentaje de respuestas de alumnos respecto de la relación entre la calidad del material y la atención. Elaboración propia.

Los alumnos manifestaron también un 72% de nivel de acuerdo (categorías “completamente”, “muy” y “bastante” de acuerdo) respecto de la relación entre la información virtual del material con RA creado y los conceptos que ya venían trabajando en unidades anteriores. Esto les permitió realizar una buena articulación con los nuevos conceptos trabajados con la guía de práctica aumentada, y les ayudó a realizar los ejercicios con mayor confianza (figura 8.22).

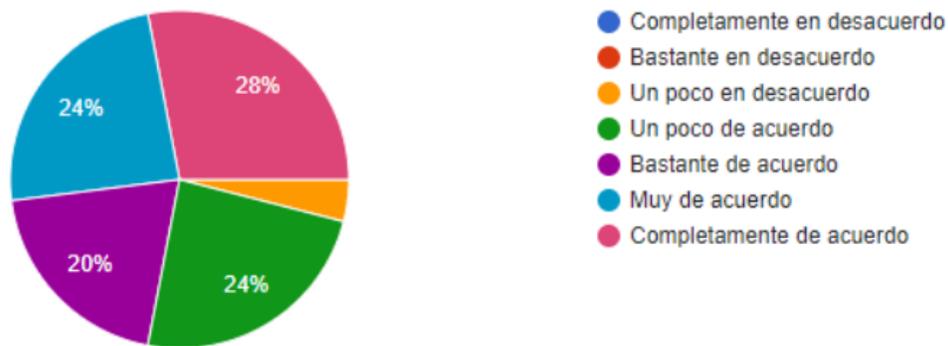


Figura 8.22. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos respecto a la relación entre la información virtual del material con RA y los contenidos previos. Elaboración propia.

Al preguntar a los alumnos acerca de distintas dificultades que se les podrían haber presentado respecto del material, o puntos negativos acerca del mismo, se obtuvo un bajo nivel de respuesta negativa.

La tabla 8.3. permite observar los resultados expresados en porcentajes por los alumnos acerca de distintas preguntas de connotación negativa tales como: “Este material es más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera”, “La información era tanta que me era difícil recordar los puntos importantes”, “Las imágenes, videos o texto son poco atractivos”, “El material era tan abstracto que era difícil mantener mi atención en él”, “Realmente no pude entender el material de esta lección” y “Era difícil descubrir la información digital asociada con la imagen real”.

Temas referentes al material con RA consultado al grupo de la experiencia	Completamente de acuerdo	Muy de acuerdo	Bastante de acuerdo	Un poco de acuerdo	Un poco en desacuerdo	Bastante en desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Este material es más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera	0%	8%	4%	16%	8%	28%	36%
La información era tanta que me era difícil recordar los puntos importantes	0%	0%	4%	12%	16%	20%	48%
Las imágenes, videos o texto son poco atractivos	4%	4%	8%	16%	44%	4%	20%
El material era tan abstracto que era difícil mantener mi atención en él	0%	0%	0%	12%	24%	24%	40%
Realmente no pude entender el material de esta lección	4%	0%	4%	4%	8%	32%	48%
Era difícil descubrir la información digital asociada con la imagen real	0%	4%	4%	12%	16%	24%	40%

Tabla 8.3. Respuestas de alumnos en términos de porcentajes a distintas preguntas asociadas a posibles dificultades para estudiar con el material con RA. Elaboración propia.

La tabla previamente descrita permite concluir que el material implementado resultó ser de fácil comprensión. La cantidad de información brindada se mantuvo dentro de los parámetros aceptables, y tanto las imágenes, como texto y objetos 3D resultaron, en líneas generales, atractivos a los alumnos. Estos resultados pueden indicar que el material ayuda a una mayor facilidad en la comprensión de los temas dados y un aumento en la predisposición para realizar los ejercicios prácticos.

8.2.3. Vinculación de Variables Asociadas al Rendimiento Académico

8.2.3.1. Motivación

Al preguntar a los alumnos en qué medida estaban de acuerdo o no con la afirmación “Me gustó mucho el estudio de esta clase”, ellos respondieron estar bastante, muy o completamente de acuerdo, en un 84% del total. Esto permite visualizar una conexión con el nivel de motivación que los alumnos tenían al trabajar los ejercicios de la guía de trabajo práctico con tecnologías de RA. Incluso manifestaron “sentirse bien” para completar con éxito los ejercicios, lo cual indirectamente permite conocer una parte del estado emocional vinculada al entusiasmo del alumno. Esta motivación es una de las variables clave internas del individuo, que puede influir en el rendimiento académico. Las figuras 8.23. y 8.24. describen gráficamente estos resultados.

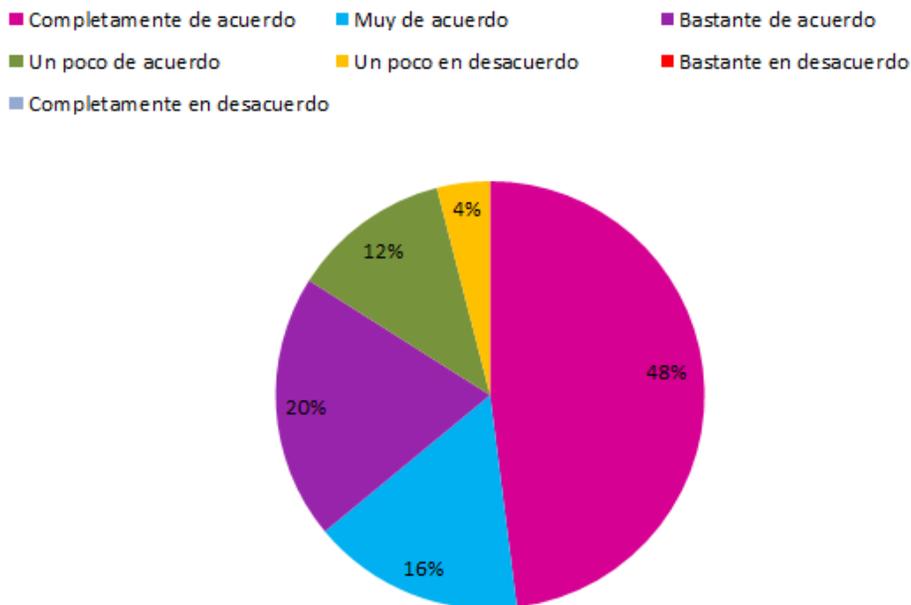


Figura 8.23. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos respecto de su agrado al trabajar durante la clase con la guía práctica aumentada. Elaboración propia.

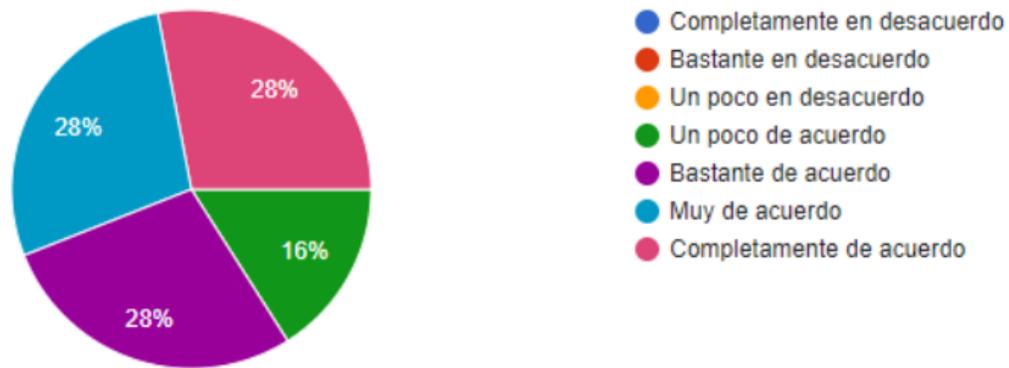


Figura 8.24. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos respecto de cómo se sentían para completar los ejercicios prácticos. Elaboración propia.

8.2.3.2. Interés

Por otro lado, al indagar acerca del nivel de aburrimiento de los alumnos por la cantidad de repetición de las actividades, se detectó que un 84% estaba en desacuerdo con que la propuesta con las actividades era aburrida. Esto permite obtener un panorama acerca del nivel de interés de los alumnos. El realizar las diferentes actividades aumentadas suscitó interés en el alumnado, variable que puede influir también en el rendimiento académico. La figura 8.25. arroja los resultados de lo afirmado.

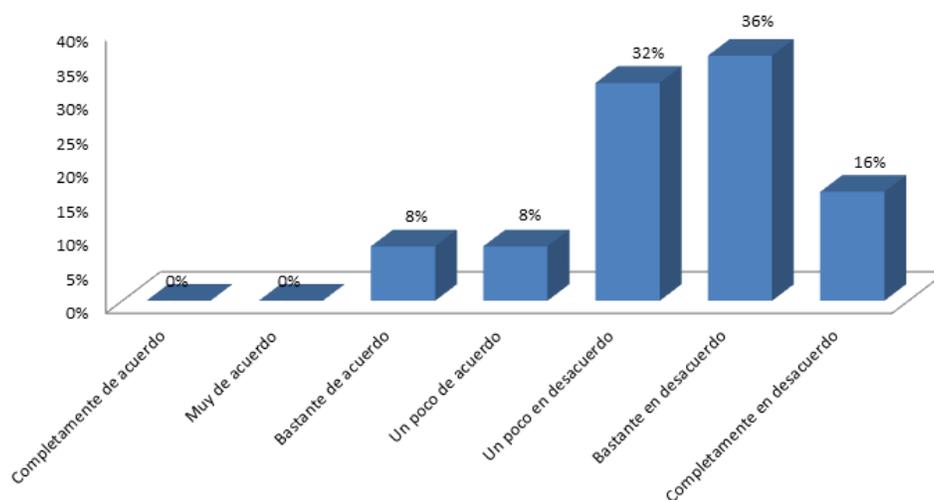


Figura 8.25. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos al consultarles si la cantidad de repetición de las actividades los aburría. Elaboración propia.

8.2.3.3. Atención

Otra variable acerca de la cual se indagó es la atención. Los alumnos manifestaron en un 68% (sumando los porcentajes de las primeras tres categorías de la escala) que la manera en que la información de los ejercicios estaba organizada con RA les ayudó a mantener la atención. Según ellos, “había algo interesante” en el material con RA que les llamó la atención. La tecnología de RA a nivel general ya les llamaba la atención, entonces al implementar un material de estudio con estas tecnologías les resultó agradable realizar las actividades bajo esta metodología.

El poder establecer una relación entre el estudio y trabajo de los alumnos con materiales con tecnologías de RA y un aumento en el nivel de atención se convierte en otro aspecto de importancia, dado que esta variable puede ser un factor de ayuda para el mejoramiento del rendimiento académico.

La tabla 8.4 brinda información acerca del porcentaje de respuestas de los alumnos al realizarles preguntas asociadas a la atención.

Temas referentes a la variable atención consultado al grupo de la experiencia	Completamente de acuerdo	Muy de acuerdo	Bastante de acuerdo	Un poco de acuerdo	Un poco en desacuerdo	Bastante en desacuerdo	Completamente en desacuerdo
La forma de organizar la información usando esta tecnología me ayudó a mantener la atención	28%	8%	32%	20%	8%	0%	4%
Había algo interesante en los materiales con RA que me llamó la atención	28%	8%	40%	16%	4%	0%	4%
La tecnología de la RA me llama la atención	48%	20%	16%	8%	4%	0%	4%

Tabla 8.4. Porcentajes de respuestas de alumnos al consultarles respecto de temas asociados a la variable atención. Elaboración propia.

Los resultados de la tabla en general han sido positivos, aunque a futuro se trabajará con los porcentajes de minoría para conocer su opinión más en detalle.

8.2.3.4. Satisfacción

La satisfacción es también otra variable de relevancia para este estudio. Se les preguntó a los alumnos acerca de este asunto, y todos respondieron estar de acuerdo, en mayor o menor medida,

que el haber podido completar los ejercicios de las clases con la guía de práctica les dió una sensación de satisfacción de logro. No hubo alumnos que estuvieran en desacuerdo con esto.

Al mismo tiempo, un 64% del total de los encuestados manifestaron sentirse completamente, muy o bastante recompensados por su esfuerzo, al ver los logros personales alcanzados tras completar los ejercicios. Esta sensación de satisfacción por los logros alcanzados puede repercutir en el rendimiento académico de los alumnos de manera positiva.

Los gráficos de las figuras 8.26. y 8.27. muestran los resultados, en términos de porcentajes, de las respuestas de los alumnos en torno a la satisfacción percibida por completar los ejercicios con tecnologías con RA.

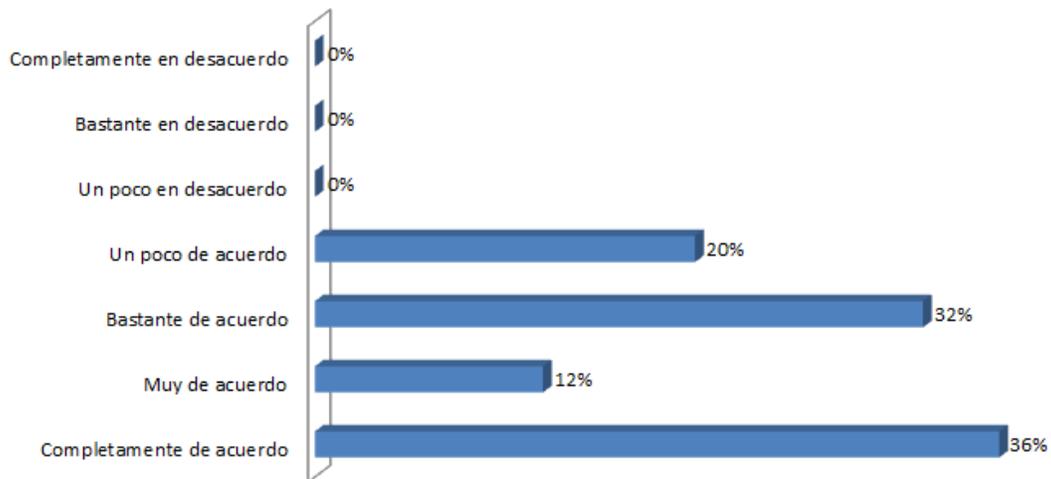


Figura 8.26. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto a tener sensación de satisfacción de logro al completar los ejercicios. Elaboración propia.

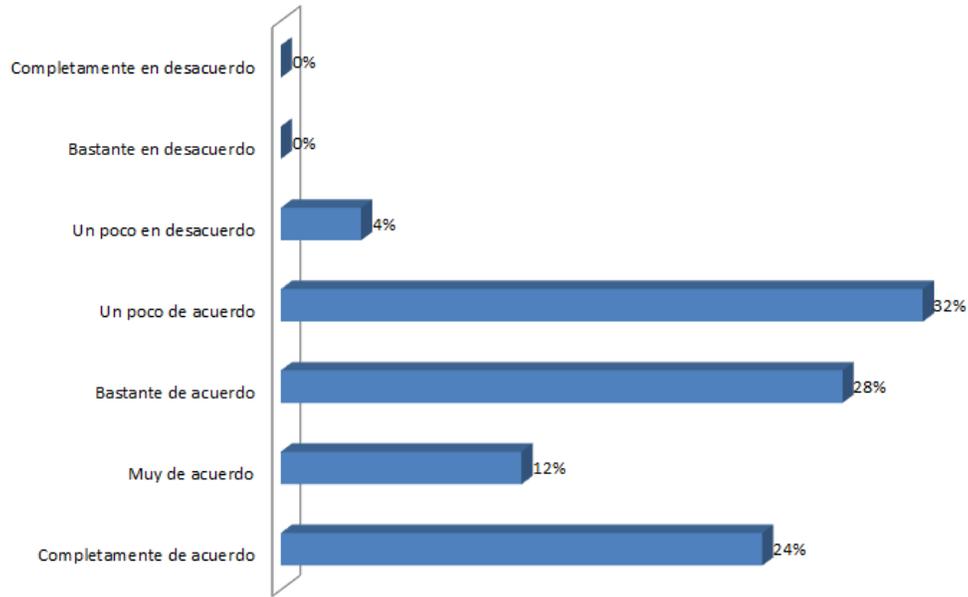


Figura 8.27. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto al sentirse recompensados por sus esfuerzos en base a los logros alcanzados. Elaboración propia.

8.2.4. Otros resultados que se desprenden del estudio

Uno de los datos obtenidos que también se considera de relevancia para los fines de este estudio está relacionado con el factor de la curiosidad. Un alto porcentaje de alumnos encuestados manifestó haber sentido curiosidad en la medida en que iban trabajando con los ejercicios aumentados y descubrían la información. Este factor colabora en el aumento de interés y atención, variables que influyen en el rendimiento académico (figura 8.28.)

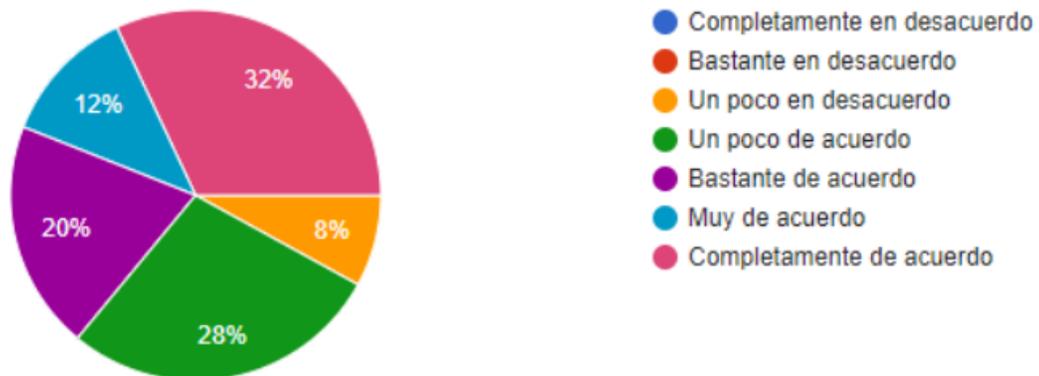


Figura 8.28. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto del factor de la curiosidad. Elaboración propia.

Otro factor que se considera valioso para destacar es la sorpresa frente a lo nuevo. Por ejemplo, el hecho de que a partir de un *trigger*, los alumnos pudieran ver un personaje virtual con movimiento, personalidad y voz. Esta voz les indicaba tips para resolver los ejercicios. Teniendo en cuenta que anteriormente los alumnos veían un punto en una ciudad, y que ahora este punto se convertía en un personaje virtual, fue una situación sorprendente para ellos, lo cual puede provocar un mayor interés e incentivo a continuar aprendiendo los temas de la unidad dados.

En la figura 8.29 se puede apreciar el porcentaje de niveles de sorpresa frente a lo que se aprendía.

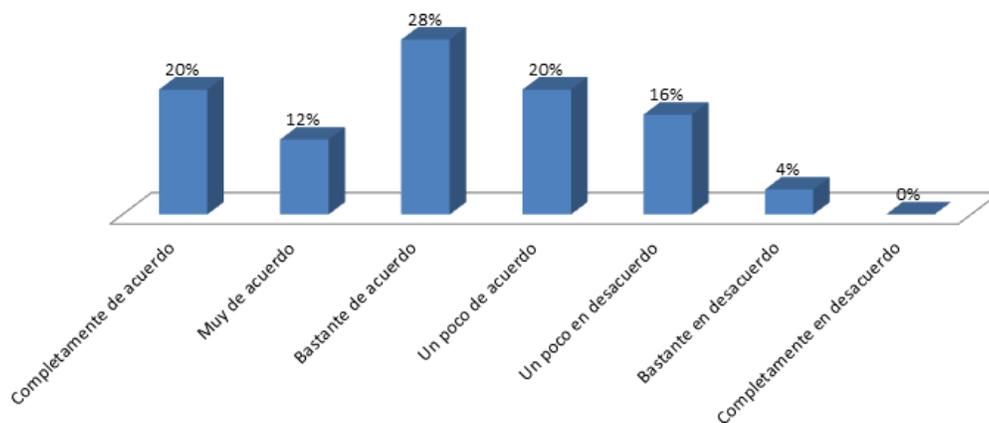


Figura 8.29. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto a cosas aprendidas que hayan sido sorprendentes o inesperadas. Elaboración propia.

Asimismo, es posible además visibilizar otro factor interesante para el estudio: la confianza. Al presentar el nuevo tema con la nueva forma de trabajo con una guía aumentada de práctica, los alumnos manifestaron tener confianza en que les sería fácil resolver los ejercicios propuestos. Y esta confianza persistió durante la realización de los ejercicios, al punto de que luego de trabajar con los ejercicios y el material por un tiempo, los alumnos manifestaron estar seguros de poder pasar una prueba de los contenidos practicados. Esta confianza alcanzada influye en una mayor motivación para los alumnos.

Las figuras 8.30. y 8.31. muestran de manera gráfica el nivel de confianza manifestado por los alumnos, tanto al trabajar en la primera clase con material con RA, como luego de trabajar durante varias clases con éste.

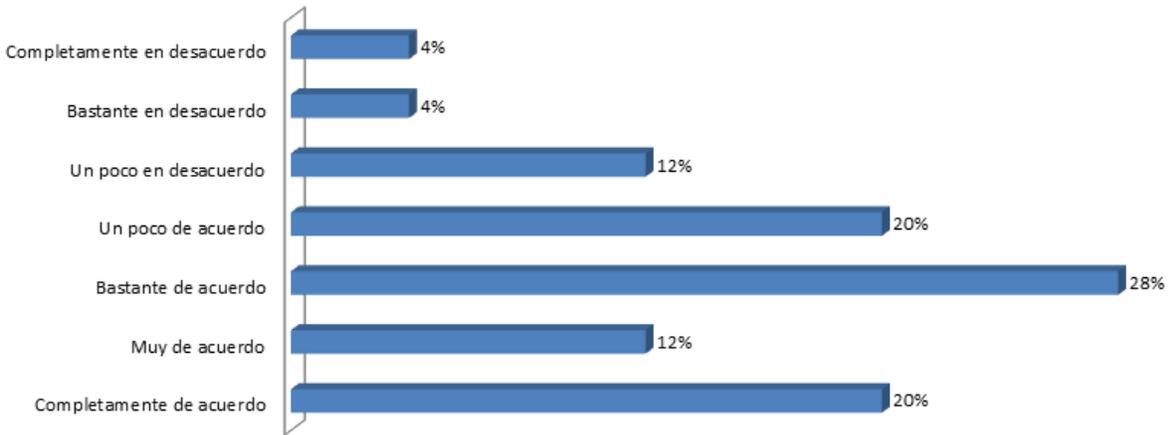


Figura 8.30. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto del factor de la confianza al trabajar en la primera clase con material con RA. Elaboración propia.

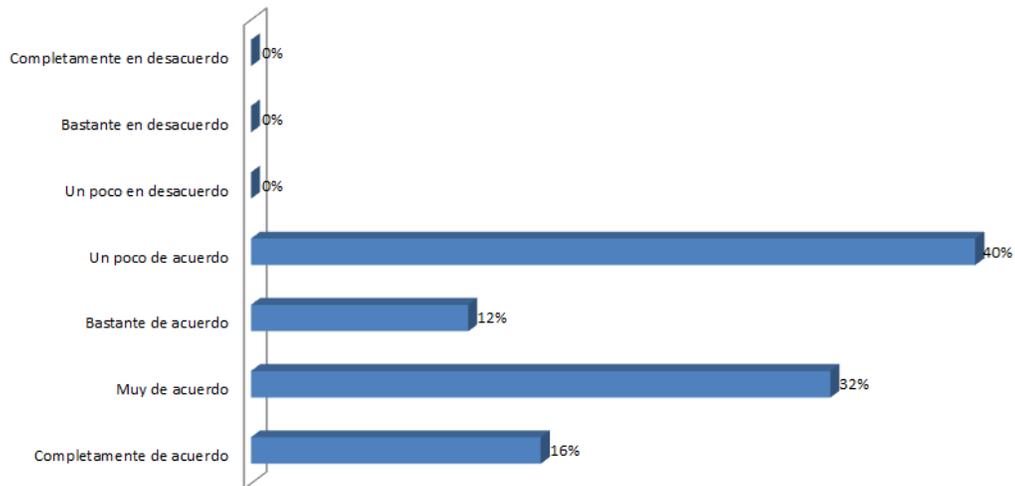


Figura 8.31. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto del factor de la confianza para pasar una prueba acerca del contenido luego de trabajar varias clases con el material con RA. Elaboración propia.

Finalmente, se observó la incidencia de un último factor que resulta de interés a los fines del estudio: la utilidad de la lección con el material propuesto. Se realizaron dos preguntas relacionadas a este factor a los alumnos, una de connotación positiva y otra negativa. Las respuestas a ambas preguntas resaltan el valor que le dieron los alumnos a lo aprendido, tanto al contenido como a la metodología de trabajo con tecnologías de RA.

La tabla 8.5 resume los niveles de respuestas en términos de porcentajes para las dos preguntas realizadas respecto del factor de la utilidad percibida.

Temas referentes al factor de la utilidad percibida consultado al grupo de la experiencia	Completamente de acuerdo	Muy de acuerdo	Bastante de acuerdo	Un poco de acuerdo	Un poco en desacuerdo	Bastante en desacuerdo	Completamente en desacuerdo
El contenido de esta lección será útil para mi	36%	36%	20%	8%	0%	0%	0%
Esta lección no era relevante para mis necesidades porque yo ya sabía más del contenido	4%	4%	0%	8%	16%	28%	40%

Tabla 8.5. Tabla de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto de la utilidad percibida. Elaboración propia.

8.3. Reseña de Entrevistas a Docentes que Participaron de la Experiencia

Se realizó una entrevista a la docente que participó activamente de la experiencia áulica y también al coordinador de la carrera, quién fue invitado a participar de la experiencia como observador. La entrevista fue semiestructurada, y el guión de la misma puede encontrarse en el Anexo II. A continuación se describen los aspectos más relevantes de lo conversado.

En cuanto a la apreciación acerca de la experiencia con el material con tecnologías de RA, los docentes la valoraron como una experiencia positiva y gratificante, con mucho potencial respecto de su utilidad.

Al preguntar acerca de cambios observados en la dinámica de las clases al usar material con RA con respecto al tratamiento de temas anteriores, se percibió una mayor participación por parte de los alumnos. Si bien al principio se detectó un proceso por parte de los alumnos para comprender cómo se utilizaba la RA, fácilmente se dieron cuenta de cómo hacerlo. Muchos de ellos ya habían visto y trabajado con los contenidos aumentados antes de la clase práctica, y habían adelantado con algunos enunciados y ejercicios por su propia cuenta. La novedad del material y la curiosidad los motivó a trabajar con los contenidos y los ejercicios.

Un aspecto de la experiencia remarcado por los docentes fue que la aplicación sobre la cual se ejecutaba el material con contenidos aumentados, sólo estaba disponible para dispositivos con sistema operativo Android.

Respecto a las diferencias de impacto del material en el grupo, los alumnos que pudieron sacar más provecho de las clases con ejercicios con material con RA fueron aquellos alumnos que venían con la materia al día, dado que fueron los que más participaron. Los alumnos que estaban atrasados con la incorporación de contenidos tuvieron muy poca participación durante las clases de la unidad 6.

Una gran ventaja resaltada por los docentes es que por el tipo de propuesta didáctica presentada (un asistente virtual que expone ayudas y tips para realizar los ejercicios a través de contenidos virtuales aumentados asociados a cada ejercicio), los alumnos se sienten más confiados y pueden ir resolviendo por su propia cuenta los ejercicios. De esta manera ya no tienen la necesidad de estar consultando permanentemente a un profesor, sino que pueden ir avanzando de forma autónoma. Esto alivia también la carga docente, especialmente en cursos donde la matrícula de alumnos es alta y el equipo docente reducido.

Lo anteriormente mencionado se vincula también con la posibilidad de que el emplear materiales con RA motive al alumno a trabajar de forma autónoma.

“El potencial enorme no es tanto en la clase en sí, sino en sus casas, ya que ante la necesidad de realizar un ejercicio y no saber cómo hacerlo, esta ayuda con RA de la que pueden disponer en sus celulares para un ejercicio y que un robot o asistente virtual les explique que hacer o les dé indicios para realizar el ejercicio, es altamente gratificante, porque sino entre una clase y otra, a veces pasan 3 o 4 días, y deberían esperar ese tiempo para poder consultar al profesor acerca de qué deberían hacer en el ejercicio o qué dudas tienen, las cuales podrían ser despejadas por el material aumentado” (Coordinador de la carrera de sistemas).

En líneas generales, la experiencia se valoró como una experiencia enriquecedora y positiva. Los alumnos rápidamente pudieron adaptarse a la utilización del material con tecnologías de RA, y la propuesta didáctica que incorpora dichas tecnologías fue catalogada como interesante y útil, tanto para los docentes como para los alumnos. Se notó una mayor participación y entusiasmo en los alumnos al resolver, comentar y compartir los ejercicios resueltos.

A fines de lograr una experiencia más enriquecedora, se propuso a futuro ampliar o cambiar la preparación del material y la aplicación con RA utilizada para que funcione también en dispositivos con sistema operativo IOS, además de Android.

Finalmente, se sugiere como trabajo a futuro ampliar la cantidad de unidades y de cursos que trabajen con contenidos aumentados, incluso con la misma propuesta didáctica, para tener una mejor perspectiva de los resultados en muestras mayores de alumnos.

8.4. Observación Participante

La observación participante fue otra técnica de recolección de datos utilizada. Por medio de esta estrategia fue posible registrar cómo se llevaron adelante las diferentes situaciones didácticas,

qué cambios se observaron en los procesos de enseñanza y aprendizaje respecto de unidades anteriores, qué obstáculos surgieron, y tener un panorama ampliado acerca de las actitudes manifestadas por los alumnos al utilizar material con RA.

Luego de explicar en la primera clase la manera en que se iba a llevar adelante la práctica de la unidad 6 con material con tecnologías con RA, la mayoría de los alumnos se notaron entusiasmados. Realizaron diversas preguntas respecto a la aplicación que debían descargar, así como la manera en que debían trabajar.

Para la segunda clase, muchos ya habían realizado lo solicitado anteriormente, y además habían estado explorando por su cuenta el material aumentado, e intentado resolver los ejercicios prácticos aumentados planteados. Aquí surgieron comentarios de dos alumnos que manifestaron no tener el sistema operativo que necesitaba la aplicación utilizada, en estos casos, los alumnos solo participaron durante las clases en la visualización de la información aumentada.

Para el grupo que pudo descargar, instalar y utilizar sin inconvenientes el material con RA, fue posible visibilizar altos niveles de interacción en clase que, de acuerdo a los comentarios de la docente a cargo, fue mayor que durante las unidades anteriores. Cuando la profesora hacía preguntas relacionadas con las resoluciones de los ejercicios aumentados, los alumnos respondían y participaban.

Fue interesante ver como en la clase tanto la docente como los alumnos se apropiaron de la propuesta didáctica incorporando a “Carlitos, el asistente virtual”. Se escuchaban regularmente comentarios como: “Porque Carlitos mostró tal cosa en la pizarra virtual”, o “Carlitos dijo que para este ejercicio convenía utilizar un bucle con una variable lógica”, o también “¿Qué les indicó el robot respecto de este ejercicio?”.

La experiencia áulica con la guía de ejercicios con RA se llevó adelante en cuatro encuentros sincrónicos de dos horas cada uno. En líneas generales el grupo de la experiencia, se mostró interesado tanto en la tecnología de RA en sí, como en los contenidos brindados por la misma para la realización de la guía práctica de la unidad 6. El grupo prestó atención cada vez que la docente intervenía, explicaba algún concepto de acuerdo al material con RA, o realizaba preguntas. En este último caso, siempre hubo buena participación al momento de responder o realizar comentarios del tema o del ejercicio que se estaba resolviendo.

Si bien hubo comentarios para mejorar el material, la devolución a nivel general fue positiva. Las sugerencias de mejora se relacionaron con que al retirar la cámara del trigger la escena aumentada se perdía, y hubiera sido bueno mantenerla, para que no tengan que estar apuntando permanentemente al lugar. También les hubiera gustado recibir mayor información virtual en

algunos ejercicios. Aún así los alumnos sabían que el material era un prototipo, y que ésta era una primera experiencia. Se notó que el grupo, en general, estuvo motivado para resolver los ejercicios de la unidad con tecnologías con RA.

8.5. Revisión de Examen Parcial

8.5.1. Sistema de Evaluación y Calificación

El examen parcial virtual abarcó las unidades 4, 5 y 6 de la materia. La unidad 6 fue en la que se trabajó con material con tecnologías de RA para el grupo de la experiencia, que tuvo 23 participantes, y con el material tradicional para el grupo de control, que tuvo 40 participantes.

Dicho examen parcial fue exactamente el mismo tanto para el grupo de la experiencia como para el de control, con el objetivo de comparar y contrastar resultados respecto de la variable calificación. El parcial consistió en una evaluación de un desarrollo de un ejercicio a programar por el alumno y además una serie de ocho preguntas con opción de elección de respuesta múltiple. Cada pregunta estaba programada con 3 a 6 posibles respuestas, donde el alumno debía escoger la acertada. Sólo una respuesta era correcta.

De esas ocho preguntas con respuesta de opción múltiple, cuatro de ellas evaluaban los contenidos alcanzados por la unidad 6, y allí es donde se pone el foco de análisis respecto de los resultados en esta sección, considerando estas cuatro preguntas como el cien por ciento del examen parcial a los fines de la investigación.

A continuación se analizan los resultados de cada pregunta del examen.

8.5.1.1. Pregunta 1 - Resultados

De los 40 alumnos que pertenecían al grupo de control, 37 de ellos respondieron correctamente a la primera pregunta. Si se toma el total de este grupo como el cien por ciento, se obtiene que un 92,5% de los alumnos respondieron de manera correcta.

Al realizar un contraste con el grupo de la experiencia, con un total de 23 alumnos, se obtiene que los 23 alumnos respondieron correctamente a la primera pregunta. Si se toma el total de este grupo como el cien por ciento, se obtiene que el 100% de los alumnos respondieron de manera correcta.

Esto permite visibilizar una mejora de un 7,5% entre las respuestas correctas del grupo de la experiencia frente a las del grupo de control.

8.5.1.2. Pregunta 2 - Resultados

De los 40 alumnos que pertenecían al grupo de control, 28 de ellos respondieron correctamente a la segunda pregunta. Si se toma el total de este grupo como el cien por ciento, se obtiene que un 70% de los alumnos respondieron de manera correcta.

Al realizar un contraste con el grupo de la experiencia, con un total de 23 alumnos, se obtiene que 21 alumnos respondieron correctamente a la segunda pregunta. Si se toma el total de este grupo como el cien por ciento, se obtiene que un 91,3% de los alumnos respondieron de manera correcta.

Esto permite visibilizar una mejora de un 21,3% entre las respuestas correctas del grupo de la experiencia frente a las del grupo de control.

8.5.1.3. Pregunta 3 - Resultados

De los 40 alumnos que pertenecían al grupo de control, 33 de ellos respondieron correctamente a la tercera pregunta. Si se toma el total de este grupo como el cien por ciento, se obtiene que un 82,5% de los alumnos respondieron de manera correcta.

Al realizar un contraste con el grupo de la experiencia, con un total de 23 alumnos, se obtiene que 19 alumnos respondieron correctamente a la tercera pregunta. Si se toma el total de este grupo como el cien por ciento, se obtiene que un 82.6 % de los alumnos respondieron de manera correcta.

Esto permite visibilizar casi una igualdad de porcentajes entre las respuestas correctas del grupo de la experiencia frente a las del grupo de control.

8.5.1.4. Pregunta 4 - Resultados

De los 40 alumnos que pertenecían al grupo de control, 37 de ellos respondieron correctamente a la cuarta pregunta. Si se toma el total de este grupo como el cien por ciento, se obtiene que un 92,5% de los alumnos respondieron de manera correcta.

Al realizar un contraste con el grupo de la experiencia, con un total de 23 alumnos, se obtiene que 20 alumnos respondieron correctamente a la cuarta pregunta. Si se toma el total de este

grupo como el cien por ciento, se obtiene que un 87 % de los alumnos respondieron de manera correcta.

Esto permite visibilizar que frente a esta pregunta, el grupo de control respondió acertadamente con un margen 5,5% mayor al del grupo de la experiencia. Este aspecto deberá ser estudiado a futuro en mayor profundidad.

8.5.2. Resultados Generales del Examen Parcial

A nivel general , entre los 40 alumnos que pertenecían al grupo de control, se respondieron 160 preguntas relacionadas a la unidad 6, cuatro por alumno. De este total de 160 preguntas realizadas al grupo, 135 preguntas fueron respondidas correctamente. Esto arroja como resultado que un 84,3% de las preguntas fueron respondidas de manera correcta.

Al realizar un contraste con el grupo de la experiencia, entre los 23 alumnos que pertenecían al grupo de la experiencia, se respondieron 92 preguntas relacionadas a la unidad 6, cuatro por alumno. De este total de 92 preguntas realizadas al grupo, 83 preguntas fueron respondidas correctamente. Esto arroja como resultado que un 90,2 % de las preguntas fueron respondidas de manera correcta.

Esto permite visibilizar una mejora de un 5,9 % entre las calificaciones asociadas a las respuestas correctas del grupo de la experiencia frente a las del grupo de control.

La tabla 8.6. muestra los resultados mencionados.

Categoría	Grupo de experiencia	Grupo de control	Diferencia
Pregunta 1	100%	92,50%	7,50%
Pregunta 2	91,30%	70%	21,30%
Pregunta 3	82,60%	82,50%	0,10%
Pregunta 4	87%	92,50%	5,50%
Total general	90,20%	84,30%	5,90%

Tabla 8.6. Resultados de calificaciones de los grupos de experiencia y control en términos de porcentajes.
Elaboración propia.

8.5.3. Resultados en base al Género, Edad, y Conocimientos Previos

Otros resultados que se obtuvieron están relacionados con el género, la edad y los conocimientos previos de programación de los alumnos del grupo de la experiencia y sus resultados en el parcial.

Respecto del género, los gráficos de las figuras 8.32. y 8.33. muestran que del grupo de la experiencia, los alumnos de género femenino obtuvieron un porcentaje de acierto en las respuestas del 96 % mientras que los alumnos de género masculino obtuvieron un porcentaje de acierto del 87 %.

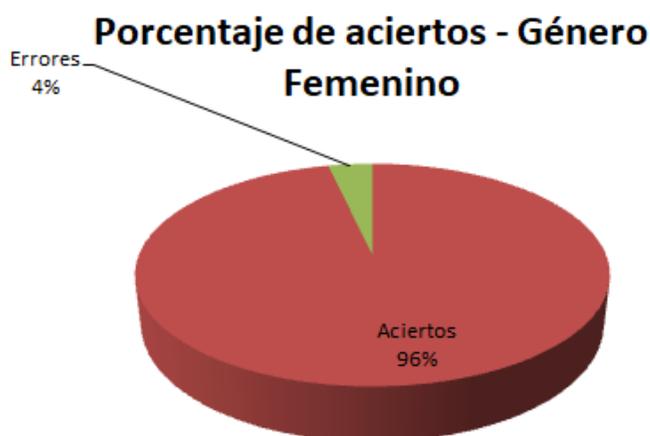


Figura 8.32. Porcentaje de aciertos en las respuestas del parcial del género femenino del grupo de experiencia.
Elaboración propia.

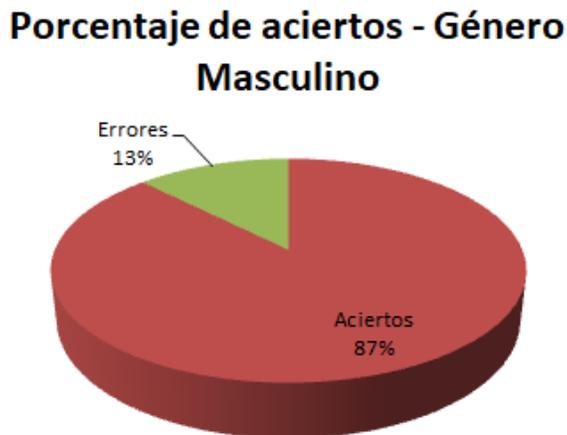


Figura 8.33. Porcentaje de aciertos en las respuestas del parcial del género masculino del grupo de experiencia.
Elaboración propia.

Respecto de la edad, el gráfico de la figura 8.34. muestra una categorización por edades en la que el rango de alumnos entre 20 y 23 años obtuvo un porcentaje de acierto en las respuestas del 85 %, mientras que el rango que va entre 24 y 27 años obtuvo un porcentaje de acierto del 100 %, el rango de edades entre 28 y 30 años obtuvo un porcentaje de acierto del 81,25 %, y el rango que va entre los 31 y 40 años obtuvo un porcentaje de acierto del 100 %.

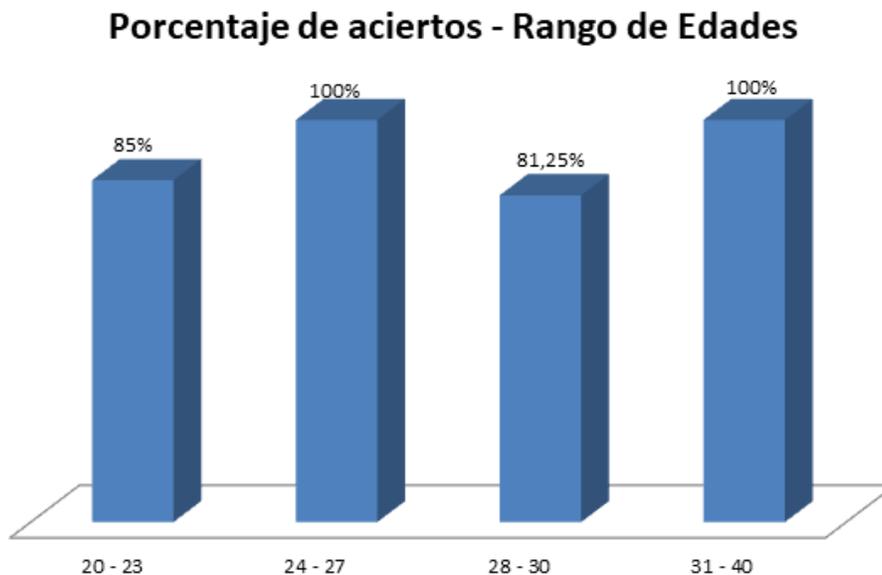


Figura 8.34. Porcentaje de aciertos en las respuestas del parcial categorizado por edades del grupo de experiencia.
Elaboración propia.

Finalmente, los gráficos de las figuras 8.35. y 8.36. muestran que del grupo de la experiencia, los alumnos que tenían conocimientos previos de programación obtuvieron un porcentaje de acierto en las respuestas del 96 % mientras que los alumnos que no tenían conocimientos previos obtuvieron un porcentaje de acierto del 86 %.

Porcentaje de aciertos - Con conocimientos previos



Figura 8.35. Porcentaje de aciertos en las respuestas del parcial de los alumnos con conocimientos previos de programación del grupo de experiencia. Elaboración propia.

Porcentaje de aciertos - Sin conocimientos previos



Figura 8.36. Porcentaje de aciertos en las respuestas del parcial de los alumnos sin conocimientos previos de programación del grupo de experiencia. Elaboración propia.

8.6. Triangulación de Resultados en base a los Instrumentos de Recolección de Datos Implementados

En esta sección se presenta un análisis que pretende tomar en consideración las características, aspectos y resultados que han sido recopilados y examinados por medio de las técnicas y los diferentes instrumentos de recolección de datos implementados durante la experiencia áulica.

Se establece aquí que, si bien existen puntos de convergencia y divergencia, cada instrumento implementado posee información que se complementa con la información de los demás instrumentos, otorgando resultados consistentes a nivel general.

Los cuestionarios utilizados para obtener información desde la óptica de los alumnos respecto a la utilización de tecnologías de RA han evidenciado una valoración positiva tanto de la experiencia áulica como de los materiales con tecnologías con RA. También reveló una vinculación entre las variables motivación, atención, interés y satisfacción asociadas al rendimiento académico al realizar la experiencia.

Las entrevistas realizadas a los docentes constatan lo afirmado por los alumnos, agregando nuevos aspectos a considerar como el trabajo autónomo y la utilidad de la herramienta con RA a través de una estrategia didáctica que la canalice adecuadamente. Al mismo tiempo, ratifican un incremento en el interés, atención, motivación y satisfacción en los alumnos.

La observación participante confirma la información obtenida por medio de los dos instrumentos anteriormente mencionados, y añade otros aspectos que no surgieron previamente, tales como las situaciones didácticas enriquecidas con la incorporación de material con RA, y el nivel de participación y de interacción observado entre los alumnos entre sí, y con la docente.

En términos de las variables de entrada de los participantes, pareciera haber algunas diferencias entre el género femenino y el masculino, y el tener conocimientos previos sobre el tema y no tenerlos, pero estos aspectos deberían ser abordados con estadísticos específicos y la muestra no es suficiente para realizar conclusiones. En cuanto a la edad, no se observan grandes diferencias en los porcentajes, aunque también debería ser un tema a profundizar a futuro.

Finalmente, el análisis de resultados de los exámenes parciales reflejan un mejoramiento en las calificaciones del grupo de la experiencia frente a las del grupo de control. Estos resultados van en consonancia con todo lo expuesto previamente a partir de los demás instrumentos de recolección de datos.

8.7. Discusión

A partir de este análisis de estudio de caso, y de todos los resultados obtenidos, tanto en la experiencia áulica como con las investigaciones analizadas en capítulos previos, se pretende dar respuesta a las preguntas de investigación propuestas para este trabajo de tesis.

A continuación se hace mención de las preguntas y se responde con una síntesis de todo lo investigado a cada una de ellas :

- ¿Qué tipos de experiencias educativas se están desarrollando con tecnologías de Realidad Aumentada? ¿En qué niveles educativos?

Como se ha detallado en el capítulo 3 de este trabajo, desde hace ya varios años se desarrollan numerosas experiencias educativas que incorporan tecnologías con RA. A medida que se avanza en el tiempo, las tecnologías evolucionan y permiten crear experiencias más complejas y reales. Se han realizado experiencias con libros y materiales aumentados; en aulas y en laboratorios para evitar riesgos físicos. Las experiencias educativas se realizan sobre un amplio espectro de disciplinas y temas. Las investigaciones analizadas en este trabajo comprenden ramas como la Arquitectura, Matemáticas, Arte, Biología, Medicina, entre otras. La utilización de tecnologías con RA abarca todos los niveles educativos.

El estudio de caso realizado en el marco de este trabajo de tesis propone una experiencia educativa en una cátedra relacionada con el aprendizaje de la programación en el nivel universitario. Se crea una guía de trabajos prácticos aumentada, con un personaje virtual que, a través de su voz y una pizarra virtual, brinda *feedback* acerca de los ejercicios que los alumnos deben resolver. Esta experiencia entonces muestra también una posibilidad de trabajo en temas de Programación con RA en el ámbito universitario.

- ¿Qué tipos de aplicaciones se utilizan? ¿Se tiene acceso a estas aplicaciones o a materiales educativos con RA?

Tal como se ha explicitado en el capítulo 3 de este trabajo, para el desarrollo de las experiencias educativas se utilizan librerías de RA (Vuforia, Wikitude, LayAR, ARcore, etc.) que generalmente involucran cierto nivel de conocimientos de programación; y herramientas de autor, que permiten crear proyectos educativos con RA sin necesidad de contar con conocimientos de programación. Algunos ejemplos de estas herramientas de autor son: Augmented Class, Aumentaty Creator and Scope, Zappar, Augment, entre otros (Moralejo et al., 2014; Salazar, 2019; Artola, 2019).

Algunas librerías y herramientas de autor son gratuitas, otras son gratuitas con limitaciones y otras tienen licencia con pago. En la actualidad, todas estas aplicaciones utilizan directamente los smartphones de los usuarios como hardware necesario, ya que allí se pueden visualizar todos o la mayoría de los elementos virtuales que se agregan al entorno real. En algunos casos, se tiene acceso libre al material educativo con RA generado para la realización de la experiencia. En otras situaciones el acceso es restringido, o de pago.

Para el estudio de caso de este trabajo, se utilizó una herramienta de autor denominada “*Augmented Class*”. Es una herramienta de libre acceso que corre sobre el sistema operativo Android. El material creado y utilizado para la experiencia está disponible para ser utilizado, y se puede acceder a él a través del enlace que se encuentra en el capítulo 6 de este trabajo.

- ¿Cómo se ven afectados los procesos de enseñanza y aprendizaje con la incorporación de RA ?

La incorporación de tecnologías con RA a los escenarios educativos dentro de una propuesta pedagógica adecuada, permiten ampliar las posibilidades de comprensión de contenidos durante los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esto es posible gracias a que cuando los alumnos trabajan con agregados virtuales sobre objetos reales pueden desarrollar capacidades espaciales, incrementar sus habilidades prácticas, e incluso evitar riesgos físicos (Cózar et al., 2015; Fernández-Robles, 2018; Akcayir et al., 2016; Cabero y Barroso, 2016b).

La utilización de RA permite trabajar en escenarios inexistentes en la vida real, o de difícil acceso. Permite reducir la brecha entre los equipamientos reales disponibles que en muchas ocasiones no son suficientes para la cantidad de alumnos que puede utilizarlos (Cubillo et al, 2014; Akcayir et al., 2016; Fabregat, 2012; Cabero y Barroso, 2016a).

Según algunos estudios, el trabajar con tecnologías de RA produce un aumento en algunas variables internas al alumno que mejoran su proceso de aprendizaje tales como la motivación, la atención, la curiosidad, y el interés. Los alumnos pueden trabajar con mayor autonomía, llevando su propio ritmo de estudio, lo cual les brinda una sensación de control y de satisfacción que consecuentemente influye de manera positiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Navarro, 2003; Lamas, 2015; Tejedor, 2003; Martín-Gutierrez et al., 2014).

El estudio de caso realizado en este trabajo permitió observar una mejora en los procesos de aprendizaje. Los alumnos demostraron mayor interacción y hubo un aumento generalizado en el interés y en la atención. Estaban motivados para aprender y resolver los ejercicios a partir del material aumentado. Respecto de los procesos de enseñanza, los docentes valoraron la experiencia como de gran utilidad para ayudar al alumno a trabajar más independientemente, y al docente a aliviar su carga de trabajo.

- ¿Cuáles son las limitaciones a la hora de implementar RA en el aula universitaria?

Acorde a lo abordado en el capítulo 3, las principales limitaciones encontradas son la falta de conocimiento del potencial de esta herramienta tecnológica por parte de los docentes y de las

instituciones, y vinculado con esto, la necesidad de rediseño de planificaciones pedagógicas o actualización de propuestas didácticas para proporcionar contenidos al decidir utilizar materiales con RA (Cabero y Marín, 2018; Cubillo et al., 2014).

Otro asunto no menor en importancia está relacionado con el software a utilizar. Si se utilizan librerías de RA se deben poseer conocimientos de programación, o depender de un experto para el desarrollo del material requerido. Si se utilizan herramientas de autor, se debe investigar acerca de cuál sería la adecuada para desarrollar el material o el proyecto, debido a la fluctuación permanente entre la cantidad y variedad de éstas en el tiempo.

Para el estudio de caso realizado en este trabajo, se utilizó una herramienta de autor gratuita, con posibilidades de diseño y creación de proyectos suficientes para la experiencia que se deseaba realizar, pero tuvo la limitación de que sólo funcionó para dispositivos con sistema operativo Android.

- ¿Qué ejemplos de éxito, respecto del mejoramiento del rendimiento académico al utilizar RA, se conocen?

Como se expone en el capítulo 5 de este trabajo, existen investigaciones que evidencian un mejoramiento en el rendimiento académico al utilizar tecnologías con RA. Estas investigaciones son las realizadas por Cabero et al. (2016), Di Serio et al. (2013), Fonseca et al. (2016), Harún et al. (2020), López-Belmonte et al. (2020), Martín-Gutierrez et al. (2014), Redondo et al. (2014) y Sommerauer y Müller (2013).

Los resultados obtenidos luego del análisis de todos los instrumentos utilizados en la experiencia realizada para este trabajo de tesis, permiten también afirmar que existe una mejora en las variables calificación, motivación, interés, atención, y satisfacción, las cuales se reflejan en un aumento del rendimiento académico de los alumnos.

- ¿Con qué instrumentos y técnicas trabajan los autores para realizar el análisis de rendimiento académico e impacto de la RA?

Los autores investigados utilizan instrumentos de recolección de datos como pretests y postests creados ad hoc (López-Belmonte et al., 2020; Redondo et al., 2014; y Sommerauer y Müller, 2013). Otros utilizan instrumentos estandarizados (Cabero et al., 2016; Di Serio et al., 2013; Fonseca et al., 2016; Harún et al., 2020; Martín-Gutierrez et al., 2014). Generalmente se mide la fiabilidad de estos instrumentos mediante el índice de Alfa de Cronbach. También utilizan las entrevistas formales e informales (Di Serio et al., 2013), e incluso exámenes o evaluaciones de aprendizaje (Cabero et al., 2016; Harún et al., 2020; Redondo et al., 2014; y Sommerauer y

Müller, 2013). Se utiliza la técnica de la observación participante para registrar información de todo lo que acontece (Cabero et al., 2016; Di Serio et al., 2013; Harún et al., 2020; López-Belmonte et al., 2020; Martín-Gutierrez et al., 2014; y Sommerauer y Müller, 2013). Todos estos instrumentos y técnicas fueron también utilizados para el estudio de caso de este trabajo.

- ¿Qué variables asociadas al rendimiento académico se ven impactadas por estas experiencias?

Tanto en las experiencias analizadas como en el estudio de caso diseñado y llevado adelante en este trabajo de tesis, se observa un impacto positivo principalmente en las variables motivación, atención, interés, satisfacción, y calificación. También se observa que las experiencias surten un efecto positivo en la confianza (Cabero et al., 2016; Di Serio et al., 2013) y en el nivel de utilidad percibido (Redondo et al., 2014; Sommerauer y Müller, 2013). Existe una mayor motivación para aprender nuevos contenidos (Cabero et al., 2016; Di Serio et al., 2013; Fonseca et al., 2016; López-Belmonte et al., 2020; Martín-Gutierrez et al., 2014; Redondo et al., 2014), los alumnos están más atentos (Cabero et al., 2016; Di Serio et al., 2013) y se demuestran niveles altos de interés (Di Serio et al., 2013; Martín-Gutierrez et al., 2014; Sommerauer y Müller, 2013). En el caso de estudio, los alumnos manifiestan sentir satisfacción al aprender y al interactuar con el material aumentado. Además, al analizar los resultados de los exámenes parciales se visibiliza un aumento en las calificaciones, aunque queda como trabajo futuro analizar lo ocurrido con la pregunta 4 del estudio de caso, ya que el grupo control tuvo mejores resultados.

También se encontró a partir de la experiencia llevada a cabo, que los alumnos trabajan de manera más autónoma, y disfrutan el aprender y realizar ejercicios con materiales con RA. Esto también es reportado por autores tales como Di Serio et al. (2013), López-Belmonte et al. (2020) y Martín-Gutierrez et al. (2014). Sienten curiosidad frente a las estrategias didácticas que utilizan materiales aumentados, tal como se encontró en este trabajo y en Cabero et al. (2016), Di Serio et al. (2013) y Redondo et al. (2014), y en algunos casos pueden aprender acerca de conceptos abstractos que se pueden ver con más claridad al utilizar RA, o incluso desarrollar mayores habilidades espaciales (Cubillo et al., 2014; Cabero y Barroso, 2016b).

También se consideró el género, edad y los conocimientos previos de los estudiantes participantes en la experiencia realizada. En este caso, solo se observan algunas diferencias en los porcentajes de mejora en la calificación según el género (con alguna ventaja en los resultados del género femenino), y además, al separar por conocimientos previos se visualizan mejores calificaciones en aquellos con conocimientos previos. Esto puede incidir entonces en los resultados finales alcanzados, pero en este trabajo se deja como una línea a futuro, y lo analizado sirve para abrir las puertas para la investigación en este sentido. También queda para estudiar en

profundidad cómo han afectado estas variables al grupo de control, ya que los hallazgos pueden también servir para una comparación. Estos estudios se continuarán de forma posterior a esta tesis.

Finalmente, es posible afirmar que el impacto producido en las variables previamente mencionadas (interés, atención, autonomía, curiosidad, motivación y satisfacción), tanto en las investigaciones analizadas como en el estudio de caso realizado en el marco de este trabajo de tesis, pueden aportar a un mejoramiento en el rendimiento académico.

8.8. Recapitulación

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos mediante los distintos instrumentos de recolección de datos implementados. Se realiza un análisis de la evaluación diagnóstica y del postest con foco en la valoración de los alumnos de la experiencia y del material con RA utilizado, y en las variables objeto de estudio para este trabajo que se vinculan con el rendimiento académico. Tanto la experiencia como el material con RA utilizado es valorado positivamente. Surgen además otras variables interesantes a considerar tales como la curiosidad, la confianza y el nivel de utilidad percibido por los alumnos.

Se realiza una reseña de las entrevistas realizadas a los docentes involucrados en la experiencia áulica. A través de las mismas es posible obtener una perspectiva que arroja resultados positivos respecto del nivel de participación e interacción de los alumnos. Se mencionan obstáculos y aspectos que surgieron para mejorar o estudiar en mayor profundidad a futuro, y se señala la utilidad de la propuesta didáctica con tecnologías de RA en términos de trabajo autónomo del alumno y del rol del docente.

Luego, se expone lo registrado por medio de la observación participante, que arroja resultados más difícilmente visibilizados en los demás instrumentos de recolección de datos, tales como el nivel de participación e interacción, entre otros elementos que se ponen en juego frente a las situaciones didácticas vivenciadas.

Posteriormente, se lleva a cabo un análisis de los resultados de los exámenes parciales de los alumnos, constatando a nivel general un incremento en las calificaciones del grupo de la experiencia al compararlas con las del grupo de control.

Finalmente, se realiza una discusión y reflexión en base a todos los datos obtenidos y analizados con el fin de dar respuesta a las preguntas de investigación de este trabajo de tesis.

9. Conclusiones y Líneas Futuras de la Investigación

Resumen

En el presente capítulo se mencionan los aportes de esta tesis tomando como base los objetivos y las preguntas de investigación planteadas en el primer capítulo del trabajo. Se pretende presentar los resultados más significativos obtenidos en función a dichos objetivos y establecer conclusiones.

Luego, se describen los aportes del trabajo en relación al contexto donde se llevó a cabo el estudio de caso. También se mencionan algunas limitaciones del estudio.

Por último, se presentan las líneas futuras de investigación que se originan a partir del trabajo de tesis realizado.

9.1. Conclusiones Generales

Este trabajo de tesis permite visibilizar la aplicación de tecnologías de Realidad Aumentada en diferentes contextos educativos, sus características, los elementos de hardware y software necesarios para su utilización, y su encuadre como herramienta, que mediante diferentes estrategias pedagógicas, la incorporan en distintos niveles educativos.

También es posible establecer vinculaciones entre la Realidad Aumentada y el rendimiento académico de los alumnos, a través de algunas variables que se asocian a éste. En este trabajo se puso foco principalmente en el análisis de las variables motivación, atención, interés, satisfacción, y calificación.

Se realizó un análisis acerca de la utilización de la RA en diferentes escenarios educativos y se indagó sobre aspectos relacionados con el rendimiento académico. Se investigó acerca de la vinculación que existe entre la RA y las variables que influyen en el rendimiento académico.

Para los análisis previamente mencionados se implementó una revisión sistemática de literatura, que consistió en un proceso de búsqueda, análisis y selección de publicaciones, con criterios de

inclusión y exclusión de artículos, a los fines de obtener aquellos que se alinean con los ejes de trabajo propuestos en esta investigación.

Las investigaciones seleccionadas y discutidas en este trabajo afirman que existe una mejora en el rendimiento académico de los alumnos, la cual se manifiesta por medio de diferentes variables asociadas (tales como la motivación, interés, atención, y calificación, entre otras) a la utilización de tecnologías de RA, bajo estrategias didácticas apropiadas.

Luego se diseñó un material educativo con RA y una experiencia que utiliza dicho material para ser aplicada en el ámbito de enseñanza universitario, y se realizó un estudio de caso a fin de obtener resultados propios, que se discuten en conjunto con los resultados encontrados a través de las investigaciones previamente analizadas a partir de una revisión sistemática de literatura.

Respecto de los resultados del estudio de caso desarrollado en esta tesis, se concluye que los alumnos recibieron y trabajaron con el material con RA motivados, manifestando su curiosidad, y luego interés al trabajar sobre la guía de trabajo práctico aumentada. Calificaron el material con RA como atractivo, al compararlo con otros materiales que venían trabajando durante las unidades anteriores. Muchos de ellos expresaron sentir satisfacción de logro, al haber completado los ejercicios prácticos con el material con RA. Los resultados de los exámenes parciales arrojan una calificación mayor en el grupo de la experiencia respecto del grupo de control, si bien esto es alentador respecto del uso de tecnologías de RA, no se considera un resultado concluyente debido a la muestra con la que se ha trabajado. Al mismo tiempo, la investigación deja abierta la puerta para profundizar en la incidencia de variables de entrada tales como el género, la edad y los conocimientos previos, que muestran, en porcentajes, algunas diferencias en los resultados de las calificaciones.

Los resultados obtenidos a partir del estudio de caso, permiten confirmar algunos de los aportes encontrados a partir de la investigación teórica, y permiten afirmar que la utilización de tecnologías de RA, bajo un encuadre pedagógico adecuado, tiene un impacto positivo en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, se comparte lo indicado en investigaciones que muestran un aumento en la motivación (Cabero et al., 2016; Di Serio et al., 2013; Fonseca et al., 2016; López-Belmonte et al., 2020; Martín-Gutierrez et al., 2014; Redondo et al., 2014), satisfacción (Cabero et al., 2016; Di Serio et al., 2013; Fonseca et al., 2016; López-Belmonte et al., 2020; Redondo et al., 2014), interés (Di Serio et al., 2013; Martín-Gutierrez et al., 2014; Sommerauer y Müller, 2013), atención (Cabero et al., 2016; Di Serio et al., 2013), y curiosidad (Cabero et al., 2016; Di Serio et al., 2013; Redondo et al., 2014).

Estas variables inciden en la mejora del rendimiento académico de los alumnos.

9.2. Aportes al contexto donde fue desarrollado este trabajo

El diseño y desarrollo de la experiencia de este trabajo fue realizado para la cátedra “Expresión de problemas y algoritmos” perteneciente al Instituto de Desarrollo Económico e Innovación de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego.

Los docentes involucrados valoraron la experiencia en su totalidad como enriquecedora y positiva, y consideraron que la experiencia tiene un alto potencial, no sólo durante la clase, sino fuera de ella.

La propuesta didáctica presentada, mediada a través de tecnologías con RA, se considera de gran utilidad tanto para los alumnos como para los docentes. El tener un “asistente virtual de cátedra” al cual un alumno puede acudir, de manera sencilla, a través de su dispositivo móvil se presenta como un beneficio innovador para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La ayuda del asistente virtual (un robot 3D animado en este caso), en el material creado con tecnologías con RA, para la resolución de ejercicios es considerado por los docentes como una herramienta valiosa y eficaz.

Se observa que el alumno genera mayor autonomía para la realización de los ejercicios, y al mismo tiempo fortalece el cambio del rol docente durante los encuentros sincrónicos, que guía y acompaña la participación de los alumnos que vienen con trabajo previo realizado. Esta propuesta puede ser provechosa especialmente en cátedras donde la matrícula de alumnos es alta, y el equipo docente escaso.

9.3. Limitaciones y Líneas Futuras de Investigación

Como línea de trabajo a futuro, se considera de interés continuar con la investigación de herramientas de autor emergentes que permitan optimizar la creación de materiales aumentados con fines educativos. De esta manera, los docentes o expertos en contenidos contarán con más opciones de incorporación de contenido virtual, y funcionalidades para las diferentes plataformas de los dispositivos que los alumnos utilicen.

Otra futura línea de investigación de interés consiste en profundizar en las variables asociadas al rendimiento académico y su vinculación con las tecnologías de RA. Esta investigación obtiene resultados similares a los encontrados en la revisión sistemática de la literatura, sin embargo, la

muestra no permite ser concluyente. Se aporta a sostener los resultados previos encontrados en otros estudios. Al mismo tiempo, se abre la puerta para investigar en variables de entrada que también pueden incidir en los resultados tales como género, edad y conocimientos previos.

Por último, se espera avanzar en el diseño y desarrollo de materiales educativos con tecnologías con RA en otras cátedras en el ámbito universitario, con el uso de un “asistente virtual”, que acompañe a los alumnos a realizar ejercicios, a fines de obtener resultados con una muestra más amplia y diversa de alumnos de nivel universitario.

Anexo 1 - Evaluación Diagnóstica y Postest

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

Parte A

Apellido y Nombre:

Edad:

Sexo: F - M - Otro

Nacionalidad: Argentino - Extranjero

Escuela de procedencia: Pública - Privada

Título secundario relacionado con la carrera: SI - NO

Otros estudios universitarios previos a esta carrera: SI - NO

En caso de haber realizado estudios universitarios previos, fueron completados?: SI-NO

Parte B

Indicar cuáles de los siguientes dispositivos informáticos posee:

PC – NOTEBOOK – NETBOOK- TABLET – SMARTPHONE-

Indicar qué tareas realiza con la computadora:

TRABAJO – ESTUDIO – RECREACIÓN –

BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN (música, noticias, novedades)

REDES SOCIALES

Lugar usual de conexión a Internet:

CASA – UNIVERSIDAD – TRABAJO – CASA DE FAMILIAR O AMIGO – DESDE EL CELULAR – NO ME CONECTO

¿Ha utilizado alguna vez algún software para aprender a programar?: SI – NO

Si ha utilizado software para programar, ¿Lo ha hecho por indicación de algún docente o por iniciativa propia? INDICACIÓN DOCENTE – INICIATIVA PROPIA

¿Ha visto o utilizado alguna vez algún software con tecnologías de Realidad Aumentada?: SI –NO

En caso de haber respondido afirmativamente a la pregunta anterior, favor de comentar qué ha visto o realizado, con qué software, etc.....

¿Qué sitios/servicios/redes disponibles en la web consulta como apoyo para el estudio?

YOUTUBE – PAGINAS WEB – FACEBOOK – TWITTER – FOROS – OTROS – NINGUNO

POSTEST (IMMS tomado de Barroso et al., 2016)

Nombre y Apellido:

Conteste lo más sinceramente posible a los datos que se piden. Lea atentamente las diversas preguntas y seleccione la opción de respuesta que le resulte más próxima o que mejor se ajuste a su situación. Tenga en cuenta que no hay respuestas correctas ni incorrectas.

Elija la opción correspondiente a la respuesta elegida considerando su grado de acuerdo con la afirmación:

Son siete las opciones de respuesta, desde 1= Completamente en desacuerdo a 7= Completamente de acuerdo.

Tenga en cuenta que RA se refiere al término Realidad Aumentada.

- 1 Cuando vi por primera vez la lección de la Unidad 6, tuve la impresión de que sería fácil para mí (C)**
- 2 Había algo interesante en los materiales con RA que me llamó la atención (A)**
- 3 Este material es más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera (C)**
- 4 Después de la información de introducción, me sentí seguro de que yo sabía lo que tenía que aprender de esta lección (C)**
- 5 Completar los ejercicios de esta lección me dio una sensación de satisfacción de logro (S)**
- 6 Es claro para mí cómo el contenido de este material está relacionado con cosas que ya sé (R)**
- 7 La información era tanta que me era difícil recordar los puntos importantes (C)**
- 8 La tecnología de la RA me llama la atención (A)**
- 9 No había imágenes, vídeos y textos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas (R)**
- 10 Completar esta lección con éxito era importante para mí (R)**
- 11 La calidad del material en RA me ayudó a mantener la atención (A)**

- 12 El material era tan abstracto que era difícil mantener mi atención en él (A)
- 13 Mientras trabajaba en esta lección, yo estaba seguro de que podía aprender el contenido (C)
- 14 He disfrutado esta lección tanto que me gustaría saber más sobre este tema (S)
- 15 Las imágenes, vídeos y textos que he descubierto a través de la lección son poco atractivos (A)
- 16 El contenido de este material es relevante para mis intereses (R)
- 17 La forma de organizar la información usando esta tecnología me ayudó a mantener la atención (A)
- 18 Hay explicaciones o ejemplos de cómo la gente usa el conocimiento de esta lección (R)
- 19 Era difícil descubrir la información digital asociada con la imagen real (C)
- 20 La información descubierta a través de la experiencia estimuló mi curiosidad (A)
- 21 Me gustó mucho el estudio de esta lección (S)
- 22 La cantidad de repetición de las actividades me aburre (A)
- 23 El contenido y el material audiovisual en esta lección transmiten la impresión de que su contenido vale la pena conocer (R)
- 24 He aprendido algunas cosas de la RA que fueron sorprendentes o inesperadas (A)
- 25 Después de trabajar en esta lección por un tiempo, yo estaba seguro de que iba a ser capaz de pasar una prueba sobre el contenido presentado (C)
- 26 Esta lección no era relevante para mis necesidades, porque yo ya sabía más del contenido (R)
- 27 Los logros alcanzados, me ayudaron a sentirme recompensado por mi esfuerzo (S)
- 28 La variedad de material audiovisual ayudó a mantener mi atención en la lección (A)
- 29 El material audiovisual es aburrido (A)
- 30 Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o pensado anteriormente (R)

- 31 Hay tanto contenido que es irritante (A)**
- 32 Me sentía bien para completar con éxito esta lección (S)**
- 33 El contenido de esta lección será útil para mí (R)**
- 34 Realmente no pude entender el material en esta lección (C)**
- 35 La buena organización del material me ayudó a estar seguro de que iba a aprender el contenido (C)**
- 36 Fue un placer trabajar esta lección que está bien diseñada (S)**

Anexo 2 - Guión de Entrevista a Docentes

- 1. En líneas generales ¿cómo les resultó la experiencia con el Material con tecnologías de RA a ustedes como docentes y cómo lo vieron en los alumnos?*
- 2. ¿Qué cambios observaron en la dinámica de la clase con el uso del Material con RA con respecto al tratamiento de temas anteriores?*
- 3. Sabemos que el impacto del material no fue idéntico en todos los alumnos. ¿Identifican ustedes alguna característica que parezca estar incidiendo en forma positiva o negativa en la aceptación de este tipo de material?*
- 4. ¿Les parece que impactó mejor en grupos que venían con alguna dificultad, o impactó mejor en aquellos alumnos que ya venían bien con la materia?*
- 5. ¿Observaron algún cambio en los procesos de enseñanza y aprendizaje a nivel general al realizar la experiencia con RA?*
- 7. ¿Qué agregarían o modificarían en el material o en la experiencia para que resulte más enriquecedora? ¿Qué limitaciones encontraron?*

Anexo 3 - Preguntas del Examen Parcial

Pregunta 1

¿Cuál sería la porción de código adecuada para que dado un número de dos cifras, el programa devuelva ese número con las cifras invertidas?. Ej. se ingresa 94, se devuelve 49. (El comienzo del programa es el mismo para las tres posibilidades que se presentan).

programa intercambio

variables

num:numero

alreves:numero

resto: numero

chauultimo:numero

//elegir ahora la opción correcta que continuaría el código

a.)

comenzar

pedir(num)

resto:=num%10

chauultimo:=num/10

alreves:=(resto * 10) + chauultimo

informar(alreves)

fin

b.)

comenzar

pedir(num)

resto:=num%2

chauultimo:=num/2

alreves:=(resto * 10) + chauultimo

informar(alreves)

fin

c.)

comenzar

pedir(num)

resto:=longitud(num)

chauultimo:=num/10

alreves:=(resto * 10) + chauultimo

informar(alreves)

fin

Pregunta 2

¿Cuál es la línea faltante para que la siguiente porción de código informe correctamente la cantidad de unos que contiene un número binario ingresado por el usuario?

```
.....  
variables  
  comienzo:numero  
  binario:texto  
  largo:numero  
  posicion:texto  
  cantunos:numero  
comenzar  
  comienzo:=1  
  cantunos:=0  
  pedir(binario)  
  largo:=longitud (binario)  
  mientras comienzo <= largo  
  comenzar  
    //aquí debe ir la línea faltante//  
    si posicion = "1"  
      cantunos:=cantunos + 1  
    comienzo:=comienzo + 1  
  fin  
  informar(cantunos)
```

- ```
.....
```
- a.) `posicion:=sustraer(binario, comienzo, largo)`
  - b.) `posicion:=sustraer(binario, largo, largo)`
  - c.) `posicion:=sustraer(binario, comienzo, comienzo)`
  - d.) `posicion:=binario(comienzo, largo)`
  - e.) `posicion:=longitud(largo)`

### Pregunta 3

El siguiente código:

```
.....
resultado:=1
pedir(a)
pedir(b)
cont:=1
mientras cont <=b
comenzar
 resultado:=resultado * a
 cont:=cont + 1
fin
informar(resultado)
.....
```

- a.) Nunca entra al bucle mientras y devuelve 0.
- b.) Devuelve el doble del producto de "a" por "b"
- c.) Devuelve la potencia de "a" elevado a la "b"
- d.) Genera un bucle infinito en tiempo de ejecución

## Pregunta 4

Dadas las siguientes variables:

var1:='101101'

var2:=1

var3:=4

var4:=39

var5:=0

Si obtengo como resultado 3 en la variable var5, se debe a la ejecución de cuál de las siguientes líneas de código:

- a.) var5:= var1 % var3
- b.) var5:=sustraer(var1, var2, var3)
- c.) var5:= var4 % var3
- d.) var5:=longitud(var1)
- e.) var5:=var4 / var3

# Índice de Figuras

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1. Continuo de Realidad - Virtualidad. Fuente: Milgram y Kishino (1994).....                                                | 22 |
| Figura 2.2. Patrones en blanco y negro. Fuente: commons.wikimedia.org .....                                                          | 24 |
| Figura 2.3. Marcador nivel 2. Fuente: commons.wikimedia.org .....                                                                    | 25 |
| Figura 2.4. Patrón en blanco y negro integrado en imagen. Elaboración propia. ....                                                   | 25 |
| Figura 2.5. Elemento 3D utilizado como marcador. Fuente: commons.wikimedia.org.....                                                  | 26 |
| Figura 2.6. RA basada en geolocalización. Fuente: commons.wikimedia.org .....                                                        | 26 |
| Figura 2.7. Proceso de captura, transformación y visualización de información con<br>contenido con RA. Elaboración propia. ....      | 29 |
| Figura 2.8. Sección “Inventor” de Augmented Class, para la creación de escenas aumentadas.<br>Fuente: www. augmentedclass.com .....  | 30 |
| Figura 2.9. Sección “Visor” de Augmented Class para la visualización de escenas aumentadas.<br>Fuente: www. augmentedclass.com ..... | 30 |
| Figura 2.10. Ejemplo con entorno de desarrollo de Vuforia y Unity 3D. Fuente: Flickr.com .....                                       | 31 |
| Figura 2.11. Imagen de parte de la plataforma web ZapWorks.<br>Fuente: www.zap.works/designer/ .....                                 | 32 |
| Figura 2.12. Esquema de temas abordados en el capítulo 2. Elaboración propia. ....                                                   | 33 |
| Figura 3.1. Diagrama PRISMA para búsqueda, evaluación y selección de trabajos para el<br>capítulo 3. Elaboración propia. ....        | 37 |
| Figura 3.2. Evolución de la Realidad Aumentada según el ciclo publicitario de Gartner.<br>Fuente: http://www.gartner.com.....        | 38 |
| Figura 3.3. Escenario simulado de entrenamiento industrial. Fuente: commons.wikimedia.org ..                                         | 41 |
| Figura 3.4. Porcentaje de trabajos publicados respecto de los diferentes niveles educativos.<br>Fuente: Vincenzi (2019).....         | 44 |
| Figura 3.5. Porcentaje de trabajos publicados respecto de las principales áreas temáticas.<br>Fuente: Vincenzi (2019) .....          | 44 |
| Figura 3.6. Porcentaje de trabajos publicados por región en el mundo.<br>Fuente: Vincenzi (2019).....                                | 45 |

|                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3.7. Ejemplo de vista de un MagicBook con RA. Fuente: Billingham et al (2001).....                                                                                                                     | 46 |
| Figura 3.8. Perspectiva desde una tercera persona del ejercicio Tierra - Sol con RA. Fuente: Shelton y Hedley (2002).....                                                                                     | 47 |
| Figura 3.9. Perspectiva en primera persona del ejercicio relación Tierra - Sol con RA. Fuente: Shelton y Headley (2002).....                                                                                  | 48 |
| Figura 3.10. Algunos de los modelos 3D que pueden ser manipulados libremente usando las paletas SMART. Fuente: Freitas y Campos (2008).....                                                                   | 49 |
| Figura 3.11. Alumnos trabajando con Construct 3D en el laboratorio. Inscripción de una esfera en un cono. Fuente: Kaufmann y Schmalstieg (2004).....                                                          | 50 |
| Figura 3.12. Alumnos trabajando con Construct 3D en el laboratorio. Trabajo con un vector. Fuente: Kaufmann y Schmalstieg (2004).....                                                                         | 51 |
| Figura 3.13. Un profesor trabajando con Construct3D utilizando RA mientras se proyecta un video de su construcción en tiempo real sobre una pantalla detrás de él. Fuente: Kaufmann y Schmalstieg (2004)..... | 52 |
| Figura 3.14. Imagen izquierda: un participante utilizando la aplicación con RA. Imágenes central y derecha: capturas de pantalla del modelo cerebral durante el desarrollo. Fuente: Moro et al. (2021).....   | 53 |
| Figura 3.15. Esquema de temas abordados del capítulo. Elaboración propia.....                                                                                                                                 | 59 |
| Figura 4.1. Diagrama PRISMA para búsqueda, evaluación y selección de trabajos para el capítulo 4. Elaboración propia.....                                                                                     | 63 |
| Figura 4.2. Variables contextuales e internas al alumno, asociadas a su rendimiento académico. Elaboración propia.....                                                                                        | 74 |
| Figura 4.3. Esquema de los temas abordados en el capítulo. Elaboración propia.....                                                                                                                            | 79 |
| Figura 5.1. Diagrama PRISMA para búsqueda, evaluación y selección de trabajos para el capítulo 5. Elaboración propia.....                                                                                     | 83 |
| Figura 5.2. Imágenes de la utilización de la aplicación con RA. Fuente: Redondo et al. (2014).....                                                                                                            | 84 |
| Figura 5.3. Cuestionario online con escala de Likert. Fuente: Redondo et al. (2014).....                                                                                                                      | 85 |
| Figura 5.4. Gráfico de resultados de los grupos experimentales y de control entre pretest y postest. Fuente: Redondo et al. (2014).....                                                                       | 86 |
| Figura 5.5. Resultados de pre y postest. Fuente: Sommerauer y Müller (2014).....                                                                                                                              | 88 |
| Figura 5.6. Presentación de los apuntes de la investigación. Fuente: Cabero et al. (2017).....                                                                                                                | 89 |

|                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 5.7. a) Marcadores de RA que muestran el polo norte y el polo sur. b) Trabajo del generador con los polos permitiendo visualizar las líneas del campo magnético, la corriente eléctrica y la dirección de la misma. Fuente: Harun et al. (2020). | 91  |
| Figura 5.8. Ejemplo de actividad práctica complementado con tecnologías con RA. Fuente: López-Belmonte et al.(2020).                                                                                                                                    | 94  |
| Figura 5.9. Espacios de trabajo en el laboratorio eléctrico. Fuente: Martín-Gutiérrez et al. (2014).                                                                                                                                                    | 96  |
| Figura 5.10. Notas de estudio del usuario a través de las notas de la aplicación ElectAR. Fuente: Martín-Gutiérrez et al. (2014).                                                                                                                       | 97  |
| Figura 5.11. Imágenes de arte del renacimiento Italiano aumentadas con información, preguntas y objetos 3D. Fuente: Di Serio et al. (2013)                                                                                                              | 99  |
| Figura 5.12. Esquema de tópicos abordados en capítulo 5. Elaboración propia.                                                                                                                                                                            | 102 |
| Figura 6.1. Vista de la ciudad virtual, los elementos distribuidos (flores y papeles), un recorrido del robot con rastro rojo, y el punto que representa al robot señalado con la flecha anaranjada. Elaboración propia.                                | 105 |
| Figura 6.2. Imágenes del personaje 3D para la experiencia con RA. “Carlitos, el asistente virtual de cátedra”. Elaboración propia                                                                                                                       | 107 |
| Figura 6.3. Guía aumentada de trabajo práctico con triggers en cada ejercicio. Elaboración propia.                                                                                                                                                      | 108 |
| Figura 6.4. Ejemplo de escena aumentada con Carlitos brindando tips a los alumnos para la resolución de los ejercicios prácticos. Elaboración propia.                                                                                                   | 109 |
| Figura 7.1. Esquema del diseño de la experiencia para la cátedra “Expresión de problemas y algoritmos”. Elaboración propia.                                                                                                                             | 120 |
| Figura 8.1. Gráfico de distribución por edades - grupo de la experiencia. Elaboración propia.                                                                                                                                                           | 129 |
| Figura 8.2. Gráfico de distribución por edades - grupo de control. Elaboración propia.                                                                                                                                                                  | 130 |
| Figura 8.3. Gráfico de distribución por género - grupo de la experiencia. Elaboración propia.                                                                                                                                                           | 130 |
| Figura 8.4. Gráfico de distribución por género - grupo de control. Elaboración propia.                                                                                                                                                                  | 131 |
| Figura 8.5. Gráfico de distribución respecto de título secundario relacionado a la carrera y estudios universitarios previos - grupo de la experiencia. Elaboración propia.                                                                             | 132 |
| Figura 8.6. Gráfico de distribución respecto de título secundario relacionado a la carrera y estudios universitarios previos - grupo de control. Elaboración propia.                                                                                    | 133 |

|                                                                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 8.7. Gráfico de distribución respecto de la utilización de los dispositivos informáticos - grupo de la experiencia. Elaboración propia. ....                                                         | 133 |
| Figura 8.8. Gráfico de distribución respecto de los sitios, servicios o redes disponibles en la web que los alumnos utilizan como apoyo para el estudio - grupo de la experiencia. Elaboración propia. .... | 134 |
| Figura 8.9. Gráfico de distribución respecto de la utilización de los dispositivos informáticos - grupo de control. Elaboración propia. ....                                                                | 134 |
| Figura 8.10. Gráfico de distribución respecto de los sitios, servicios o redes disponibles en la web que los alumnos utilizan como apoyo para el estudio - grupo de control. Elaboración propia. ....       | 134 |
| Figura 8.11. Gráfico de distribución respecto de la utilización previa de algún software para aprender a programar - grupo de la experiencia. Elaboración propia. ....                                      | 136 |
| Figura 8.12. Gráfico de distribución respecto del conocimiento o utilización de software con tecnologías de Realidad Aumentada - grupo de la experiencia. Elaboración propia. ....                          | 136 |
| Figura 8.13. Gráfico de distribución respecto de la utilización previa de algún software para aprender a programar - grupo de control. Elaboración propia. ....                                             | 136 |
| Figura 8.14. Gráfico de distribución respecto del conocimiento o utilización de software con tecnologías de Realidad Aumentada - grupo de control. Elaboración propia. ....                                 | 137 |
| Figura 8.15. Gráfico representativo de respuesta de alumnos manifestando que al haber disfrutado las clases con material con RA quisieran saber más sobre el tema. Elaboración propia. ....                 | 138 |
| Figura 8.16. Gráfico representativo de respuesta de alumnos respecto de experimentar placer al trabajar las clases con material con RA. Elaboración propia. ....                                            | 139 |
| Figura 8.17. Gráfico representativo de respuesta de alumnos respecto de completar con éxito las clases de la experiencia con RA. Elaboración propia. ....                                                   | 140 |
| Figura 8.18. Gráfico representativo de respuesta de alumnos respecto a la organización del material. Elaboración propia. ....                                                                               | 141 |
| Figura 8.19. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos respecto a la variedad del material para obtener su atención. Elaboración propia. ....                                            | 141 |
| Figura 8.20. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos respecto a que la presentación del material genera deseos de conocer más del tema. Elaboración propia. ....                       | 142 |
| Figura 8.21. Porcentaje de respuestas de alumnos respecto de la relación entre la calidad del material y la atención. Elaboración propia. ....                                                              | 142 |

|                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 8.22. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos respecto a la relación entre la información virtual del material con RA y los contenidos previos. Elaboración propia. ....                          | 143 |
| Figura 8.23. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos respecto de su agrado al trabajar durante la clase con la guía práctica aumentada. Elaboración propia.....                                          | 144 |
| Figura 8.24. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos respecto de cómo se sentían para completar los ejercicios prácticos. Elaboración propia. ....                                                       | 145 |
| Figura 8.25. Gráfico representativo de porcentaje de respuesta de alumnos al consultarles si la cantidad de repetición de las actividades los aburría. Elaboración propia. ....                                               | 145 |
| Figura 8.26. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto a tener sensación de satisfacción de logro al completar los ejercicios. Elaboración propia. ....                                                      | 147 |
| Figura 8.27. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto al sentirse recompensados por sus esfuerzos en base a los logros alcanzados. Elaboración propia. ....                                                 | 148 |
| Figura 8.28. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto del factor de la curiosidad. Elaboración propia. ....                                                                                                 | 148 |
| Figura 8.29. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto a cosas aprendidas que hayan sido sorprendentes o inesperadas. Elaboración propia. ....                                                               | 149 |
| Figura 8.30. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto del factor de la confianza al trabajar en la primera clase con material con RA. Elaboración propia. ....                                              | 150 |
| Figura 8.31. Gráfico de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto del factor de la confianza para pasar una prueba acerca del contenido luego de trabajar varias clases con el material con RA. Elaboración propia..... | 150 |
| Figura 8.32. Porcentaje de aciertos en las respuestas del parcial del género femenino del grupo de experiencia. Elaboración propia. ....                                                                                      | 157 |
| Figura 8.33. Porcentaje de aciertos en las respuestas del parcial del género masculino del grupo de experiencia. Elaboración propia. ....                                                                                     | 157 |
| Figura 8.34. Porcentaje de aciertos en las respuestas del parcial categorizado por edades del grupo de experiencia. Elaboración propia. ....                                                                                  | 158 |
| Figura 8.35. Porcentaje de aciertos en las respuestas del parcial de los alumnos con conocimientos previos de programación del grupo de experiencia. Elaboración propia. ....                                                 | 159 |
| Figura 8.36. Porcentaje de aciertos en las respuestas del parcial de los alumnos sin conocimientos previos de programación del grupo de experiencia. Elaboración propia. ....                                                 | 159 |

# Índice de Tablas

|                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 3.1. Autores, año de publicación, características de RA en ámbito educativo y experiencia educativa con RA. Elaboración propia. ....                                         | 58  |
| Tabla 4.1. Definición, características y variables vinculadas con el rendimiento académico. Elaboración propia. ....                                                               | 66  |
| Tabla 5.1. Criterios de análisis propuestos para las investigaciones. Elaboración propia. ....                                                                                     | 100 |
| Tabla 5.2. Investigaciones analizadas en el capítulo 5, ordenadas por primer autor. Elaboración propia. ....                                                                       | 101 |
| Tabla 6.1. Mensajes informales del personaje virtual a los alumnos con el feedback necesario para cada ejercicio. Elaboración propia. ....                                         | 112 |
| Tabla 8.1. Resultados de análisis de fiabilidad Alfa de Cronbach del instrumento. Elaboración propia. ....                                                                         | 137 |
| Tabla 8.2. Respuestas de alumnos respecto del nivel de seguridad acerca de lo que tenían que aprender en la clase. Elaboración propia. ....                                        | 139 |
| Tabla 8.3. Respuestas de alumnos en términos de porcentajes a distintas preguntas asociadas a posibles dificultades para estudiar con el material con RA. Elaboración propia. .... | 143 |
| Tabla 8.4. Porcentajes de respuestas de alumnos al consultarles respecto de temas asociados a la variable atención. Elaboración propia. ....                                       | 146 |
| Tabla 8.5. Tabla de porcentaje de respuesta de los alumnos respecto de la utilidad percibida. Elaboración propia. ....                                                             | 151 |
| Tabla 8.6. Resultados de calificaciones de los grupos de experiencia y control en términos de porcentajes. Elaboración propia. ....                                                | 156 |

# Referencias Bibliográficas

- Akcayir, M., Akcayir, G., Pektas, H., y Ocak, M. (2016). Augmented reality in science laboratories: the effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563215303253>. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>
- Aragón Jiménez, V. (2010). La observación en el ámbito educativo. *Revista digital Innovación y Experiencias Educativas*(35).
- Artola, V. (2019). Interacción tangible en escenarios educativos. Diseño de una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en interacción tangible.
- Artunduaga Murillo, M. (2008). Variables que influyen en el rendimiento académico en la Universidad.
- Assinnato, G. (2018). Estrategias de Integración de Tecnologías de Información y Comunicación en Procesos de Enseñanza y Aprendizaje de Nivel Universitario. El caso del profesorado en comunicación social de la Universidad Nacional de La Plata.
- Astudillo, G. J.; Sanz C. y Santacruz-Valencia L. P. (2016). Estrategias de diseño y ensamblaje de Objetos de Aprendizaje. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata: Argentina.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). *Recent Advances in Augmented Reality*.
- Barroso Osuna, J., Cabero Almenara, J., Moreno Fernández, A. M. (2016). La utilización de objetos de aprendizaje en realidad aumentada en la enseñanza de la medicina.
- Barrios Espinosa, E. (2015). La incidencia del sexo, del nivel de competencia en inglés y del grado de motivación en percepciones sobre aprendizaje a través de una aplicación en línea. *Educación XX1*, 18(1), 283–302.
- Billinghurst, M., Kato, H., Poupyrev, I. (2001). *Magic Book: transitioning between reality and virtuality*.

- Bolliger, D., Supanakorn, S. & Boggs, C. (2010). Impact of podcasting on student motivation in the online learning environment. *Computers y Education*, 55(2), 714–722.
- Brooks, R., Brooks, S. & Goldstein, S. (2012). The Power of mindsets: nurturing engagement, motivation and resilience in students. En S.L. Christenson, A.L., Reschly y C. Cathy (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 541-562). New York, NY.: Springer.
- Buitrago-Pulido, R. D. (2015). Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas. *Educ.* Vol. 18, No. 1, 27-41. DOI: 10.5294/edu.2015.18.1.2
- Burga León, A. (2005). Evaluación del rendimiento académico. Introducción a la teoría de respuesta al ítem.
- Burgos Aguilar, J. (2004). Hacia un modelo de quinta generación de EaD. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Universidad Virtual: Nuevo León -México.
- Caballero, C., Abello, R. & Palacio, J. (2007). Relación de burnout y rendimiento académico con la satisfacción frente a los estudios en estudiantes universitarios. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 25(2), 98-111. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/apl/v25n2/v25n2a7.pdf>
- Cabero, J., y Barroso, J. (2016a). Ecosistema de aprendizaje con realidad aumentada: posibilidades educativas. *CEF*, 5, 141-154. Recuperado de <http://tecnologiaciencia-educacion.com/judima/index.php/TCE/article/view/101>
- Cabero, J., y Barroso, J. (2016b). The educational possibilities of Augmented Reality. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50. Recuperado de <http://search.proquest.com/openview/e26c6c2f5468efd3c059aaa6aa1f5b0e/1?pqorigsite=gscholar&cbl=2031847>. doi: 10.7821/naer.2016.1.140
- Cabero, J., Fernández Robles, B., & Marín Díaz, V. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 167–185.
- Cabero Almenara, J., y Marín-Díaz, V. (2018). Blended learning y realidad aumentada: experiencias de diseño docente. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), pp. 57-74. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.1.18719>

- Cabero, J., Barroso, J., & Llorente, C. (2019). La realidad aumentada en la enseñanza universitaria. Universidad de Sevilla (España). Revista de docencia universitaria. Vol 17. 105 – 118.
- Cano, J. (2001). El rendimiento escolar y sus contextos. Revista Complutense de Educación, 12(1), 15-80.
- Cascón, I. V. (2000). Análisis de la calificaciones escolares como criterio de rendimiento Académico
- Castro, A. & Casullo, M. (2001). Rasgos de personalidad, bienestar psicológico y rendimiento académico en adolescentes argentinos. Interdisciplinaria, 18(1), 65-85. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/180/18011326003.pdf>
- Chen, Y. (2013). A study of learning effects on e-learning with interactive thematic video. Journal of Educational Computing Research, 47(3), 279-292.
- Chiecher, A. C., Paoloni, P. V., & Ficco, C. R. (2014). Ingreso a la Universidad en modalidad a distancia. El papel de aspectos motivacionales y cognitivos en la configuración de logros académicos. Revista de Educación a Distancia, (43), 81–105.
- Cóll, C. (2008). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades.
- Cózar, R., Del Valle, M., Hernández, J.A., y Hernández, JR. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestro. Digital education review, 27, 138-153. Recuperado de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/11622/pdf>
- Cubillo, J., Martín, S., Castro, M., y Colmenar, A. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. RIED, 17(2), 241-274. Recuperado de <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/12686>.
- Cuendet, S.; Bonnard, Q.; Do-Lehn, S.; Dillienbourg, P. (2013). Designing Augmented Reality for the classroom. Computers & Education 68. 557 – 669.
- Del Río, L. (2017). Geometría dinámica en entornos hipermedia como facilitadora del aprendizaje de la matemática. Diseño, implementación y evaluación de un prototipo para el inicio del nivel universitario.

- Dieser, M.P. (2018). Estrategias de autorregulación del aprendizaje y rendimiento académico en escenarios educativos mediados por tecnologías de la información y la comunicación.
- Di Serio, A., Ibañez, M.B., & Delgado Kloos, C. (2013). Impact of an augmented reality system on student's motivation for a visual art course.
- Engels, E. S., & Freund P. A. (2019). Entwicklung und Validierung eines Fragebogens zur Erfassung von Freude am Schulsport im Jugendalter (FEFS-J). *Diagnostica*, 65, 166- 178. doi: 10.1026/0012-1924/a000222
- Estebanell, M., Ferrés, J., Cornellá, P., y Regás, C. (2012). Realidad Aumentada y códigos QR en Educación. En J. Hernández, M. Penessi, D. Sobrino y A. Vázquez (Ed.), *Tendencias emergentes en Educación con TIC* (pp.135-156). Barcelona, España: Espiral.
- Fabregat, R. (2012). Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e-learning adaptativas. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 9(2), 69-78. Recuperado de <http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/enlace/article/view/13709/13692>
- Fernández-Robles, B. (2017). Aplicación del modelo de aceptación tecnológica (TAM) al uso de la realidad aumentada en estudios universitarios. Universidad de Córdoba, España.
- Fernández-Robles, B. (2018). La utilización de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en la enseñanza universitaria de educación primaria. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 9, 90-104.
- Fonseca, D., Redondo, E., & Valls, F. (2016). Motivation and Academic Improvement Using Augmented Reality for 3D Architectural Visualization.
- Freitas, R. & Campos, P. (2008). SMART: a system of augmented reality for teaching second grade students.
- Fundación Orange (2016). E-España la transformación digital en el sector de la educación. Agencia Evoca. Recuperado de [http://www.fundacionorange.es/wpcontent/uploads/2016/11/eE\\_La\\_transformacion\\_digital\\_del\\_sector\\_educacion-1.pdf](http://www.fundacionorange.es/wpcontent/uploads/2016/11/eE_La_transformacion_digital_del_sector_educacion-1.pdf)

- Gallego Pérez, O. M. (2018). Estudio y análisis sobre las posibilidades educativas de la realidad aumentada como herramienta de producción de experiencias formativas por parte del alumnado universitario.
- García, I. Peña-López, I; Johnson, L., Smith, R., Levine, A., & Haywood, K. (2010). Informe Horizon: Edición Iberoamericana 2010. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- García Valcárcel, A., & Tejedor Tejedor, F. J. (2017). Percepción de los estudiantes sobre el valor de las TIC en sus estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento. *Educación XX1*, 20(2), 137–159.
- González, A. H. (2008). TICs en el proceso de articulación entre la Escuela Media y la Universidad. Personajes virtuales como herramientas de un entorno de aprendizaje multimedia. Universidad Nacional de La Plata.
- González Brignardello, M. P., & Sánchez Elvira Paniagua, Á. (2013). ¿Puede amortiguar el engagement los efectos nocivos de la procrastinación académica? *Acción Psicológica*, 10(1), 115–134.
- González Pendás, P. (2013). Influencia de las TIC en el crecimiento de la productividad. Un análisis descriptivo.
- Goulão, M. de F. (2014). The relationship between self-efficacy and academic achievement in adults' learners. *Athens Journal of Education*, 1(3), 237–246.
- Grasso, P. (2020). Rendimiento académico: un recorrido conceptual que aproxima a una definición unificada para el ámbito superior.
- Guzmán, M. (2012). Modelos predictivos y explicativos del rendimiento académico universitario: caso de una institución privada en México.
- Harun, Tuli, N., & Mantri, A. (2020). Experience Fleming's rule in electromagnetism using augmented reality: analyzing impact on students' learning. Chitkara University Institute of Engineering and Technology, Chitkara University, Punjab, 140401, India.
- Henaó Zalazar, J. I. & Londoño-Vazquez, D. A. (2017). Relación literacidad, contexto sociocultural y rendimiento académico: la experiencia de la facultad de ciencias empresariales de la institución Universitaria de Envigado. Universidad Autónoma del Caribe.

- Hernández, R. (2017). Impacto de las TIC en la educación. Retos y perspectivas. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima. Perú.
- Ierache, J., Igarza, S., Mangiarua, N., Becerra, M., Bevacqua, S., Verdicchio, N., Ortiz, F., Sanz, D., Duarte, N., & Sena, M. (2014). Herramienta de Realidad Aumentada para Facilitar la Enseñanza en Contextos Educativos Mediante el Uso de las TICs. Universidad Nacional de La Matanza, Bs.As.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). NMC Informe Horizon 2016 Edición Superior de Educación. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Kaufmann, H. & Schmalstieg, D. (2004). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. Interactive Media Systems Group. Vienna University of Technology.
- Keller, J. M. (2010). Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach. New York, Springer.
- Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2008). Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review.
- Klopfer, E., y Sheldon, J. (2010). Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games. *New Directions for Youth Development*, 128, 85-94.
- Kulhavy, R., & Stock, W. (1989). Feedback in written instruction: the place of response certitude. *Educational Psychology Review*, 1(4), 279-308.
- Küster, I. & Vila, N. (2012). El modelo del rendimiento académico del estudiante universitario: Aplicación a una Facultad de Economía, *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(3), 95-128.
- Lamas, H. (2015). Sobre el rendimiento escolar. *Propósitos y Representaciones*, 3(1), 351-386.
- Lamos, H. & Giraldo, J. (2011). Un modelo conceptual para el análisis del desempeño académico de los estudiantes de Cálculo I en la UNAB. *Revista Educación en Ingeniería*, 6, 115-125.

- Leiva, J.J., y Moreno, N.M. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas. *Revista DIM*, 1-18. Recuperado de <http://dim.pangea.org/revistaDIM31/docs/DIMAR31geolocalizacion.pdf>
- López-Belmonte, J., Pozo, S., Fuentes, A., & Romero, J. M. (2020). Eficacia del aprendizaje mediante flipped learning con realidad aumentada en la educación sanitaria escolar.
- Loorbach, N. , Peters, O. , Karreman, J. & Steehouder, M. (2015), Validation of the Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) in a self-directed instructional setting aimed at working with technology. *Br J Educ Technol*, 46: 204-21.
- Marqués Graells, P. (2016). Las TICs y sus aportaciones a la sociedad. Universidad autónoma de Barcelona.
- Martín-Gutierrez, J., Fabiani P., Benesova W., Meneses, M.D., y Mora C.E. (2014). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers in Human Behavior*, 51(2), 752-761. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.093>
- Martínez Chairez, G. I., Torres Días, M. J., & Ríos Cepeda, V. L. (2019). El contexto familiar y su vinculación con el rendimiento académico.
- Mason, B. J., & Bruning, R. (2001). Providing feedback in computer-based instruction: what the research tells us. In Center for instructional innovation. University of Nebraska–Lincoln.
- McAnally Salas, L., & Pérez Frago, C. (2000). La comparación del rendimiento académico de un grupo en línea y uno tradicional. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 30(4), 51–73.
- Mekni, M. & Lemieux, A. (2014). Augmented Reality: Applications, Challenges and Future Trends. *Applied Computational Science*, p 205 – 214.
- Mena, A., Rodríguez Areal, E., Golbach, M., Abraham, G., & Fernández, A. (2015). Evaluación de estrategias de aprendizaje en estudiantes universitarios y su relación con el rendimiento académico en procesos mediados por TIC. En III Jornadas de TIC e Innovación en el Aula (pp. 1–10). La Plata, Argentina.
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Virtual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems* E77-D, 9 (September 1994), 1321-1329.

- Milton, D., Appleton, P.R., Bryant, A., & Duda, J.L. (2018). Initial Validation of the Teacher-Created Empowering and Disempowering Motivational Climate Questionnaire in Physical Education. *Journal of Teaching in Physical Education*, 37(4), 340-351. doi: 10.1123/jtpe.2018-0119.
- Molina, M., Rotondo, S., & Yoguel, G. (2013). El impacto de las TIC en la productividad del trabajo: algunos indicios para las PyME argentinas.
- Moralejo, L., Sanz, C., Pesado, P., & Baldassarri, S. (2014). Avances en el diseño de una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en realidad aumentada. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación Especial* N°12. ISSN 1850-9959.
- Moreno Guerrero, A. J., Rodriguez Jimenez, C., Ramos Navas-Parejo, M., & Sola Reche, J. M. (2020). Interés y motivación del estudiantado de educación secundaria en el uso de aurasma en el aula de educación física.
- Moro, C., Smith, J., Finch, E. (2021). Improving stroke education with augmented reality: a randomized control trial. *Computers and Education Open*. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100032>.
- Narciss, S., & Huth, K. (2004). How to design informative tutoring feedback for multimedia learning. In H. M. Niegemann, D. Leutner, & R. Brünken (Eds.), *Instructional design for multimedia learning* (pp. 181–195). Münster: Waxmann.
- Narciss, S., Proske, A., & Koerndle, H. (2007). Promoting self-regulated learning in web-based learning environments. *Computers in Human Behavior*, 23(3), 1126–1144.
- Navarro, R. (2003). Academic performance: Concept, research and development. *Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, 1(2), 1–16.
- Navas Martínez, L., Sampascual, G., & Santed, M. Á. (2003). Predicción de las calificaciones de los estudiantes: La capacidad explicativa de la inteligencia general y de la motivación. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 56(2), 225–237.
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199–218.

- Nóbile, C. (2014) Procesos de integración de Tecnologías de la Información y la Comunicación en Instituciones de Educación Superior. El Caso de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata.
- Núñez Pérez, J. C., Cerezo Menedez, R., Bernardo, A., Rosário, P., Valle Arias, A., Fernández, E., & Suárez, N. (2011). Implementation of training programs in self-regulated learning strategies in Moodle format: Results of a experience in higher education. *Psicothema*, 23(2), 274–281.
- Padilla, D.; Vazquez-Cano, E.; Morales Cevallos, M.; Meneses, E. (2019). Uso de apps de realidad aumentada en las aulas universitarias. Universidad Pablo de Olavide, España.
- Peñalosa Castro, E. & Castañeda Figueiras, S. (2012). Identificación de predictores para el aprendizaje efectivo en línea: Un modelo de ecuaciones estructurales. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(52), 247–285.
- Ramírez Echeverry, J. J., Rosales Castro, L. F., Restrepo Calle, F., & González, F. A. (2018). Self-regulated learning in a computer programming course. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 13(2), 75–83.
- Ramírez Otero, J. R., & Solano Galindo, S. (2017). ARprende: una plataforma para realidad aumentada en Educación Superior. Universidad del Atlántico, Colombia.
- Redondo, E., Fonseca, D., Sánchez, A. y Navarro, I. (2014). Mobile learning en el ámbito de la arquitectura y la edificación. Análisis de casos de estudio. Aplicaciones para el aprendizaje móvil en educación superior [monográfico]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 11, n.º 1. págs. 152-174. doi <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v11i1.1844>
- Reinoso, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación En J. Hernández, M. Penessi, D. Sobrino, y A. Vázquez (Ed.), *Tendencias emergentes en educación con TIC* (pp.175-196). Barcelona, España: Espiral.
- Rojas Betancour, M. & Gonzalez, D. C. (2009). Rendimiento y calificación, dos aspectos problemáticos de la evaluación en la universidad. *Fundación Universitaria Católica del Norte*.

- Salazar Mesía, N. A. (2019). Análisis comparativo de librerías de realidad aumentada. Sus posibilidades para la creación de actividades educativas.
- Sánchez, J. (2017). El potencial de la realidad aumentada en la enseñanza de español como lengua extranjera. *Revista Edmetic*, 6 (1), 68-80. Recuperado de <https://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/edmetic/article/view/5808>
- Shelton, B. E. & Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching Earth-Sun relationships to undergraduate geography students. IEEE Catalog Number: 02EX632 ISBN: 0-7803-7680-3.
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79, 59-68. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.013>
- Steinmayr, R. & Spinath, B. (2009). The importance of motivation as a predictor of school achievement. *Learning and Individual Differences*, 19, 80-90.
- Stover, J. B., Uriel, F., De la Iglesia, G., Freiberg Hoffman, A. & Fernández Liporace, M. M. (2014). Rendimiento académico. Estrategias de aprendizaje y motivación en alumnos de Escuela Media de Buenos Aires. *Perspectivas en Psicología*, 11 (2), 10-20.
- Tecnológico de Monterrey (2015). Radar de Innovación educativa 2015. Monterrey: Tecnológico de Monterrey. Recuperado de <https://observatorio.itesm.mx/edutrendsradar2015/>
- Tejedor, F.J. (2003). Poder explicativo de algunos determinantes del rendimiento en los estudios universitarios. *Revista Española de Pedagogía*, 61(224), 5-31.
- Tiffin, J.; Ragasingham, L. (1997). En busca de la clase virtual. La educación en la sociedad de la información. 1ra edición. Paidós. Barcelona, Buenos Aires, México.
- Torres, L. & Rodríguez, N. (2006) Rendimiento académico y contexto familiar en estudiantes universitarios. *Enseñanza e Investigación en Psicología*. 11, 002. 255-270.
- van Seters, J. R., Ossevoort, M. A., Tramper, J., & Goedhart, M. J. (2011). The influence of student characteristics on the use of adaptive e-learning material. *Computers & Education* 58.

Vincenzi, M. A. (2019). La realidad aumentada en la educación. Catalogación de aplicaciones educativas. Universidad Nacional de La Plata.

Willcox, M. del R. (2011). Factores de riesgo y protección para el rendimiento académico: Un estudio descriptivo en estudiantes de Psicología de una universidad privada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 55(1), 1-9. Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/3878Wilcox.pdf>