

## Realidad Aumentada y su Vinculación con el Rendimiento Académico

Lucas Romano<sup>1</sup>      Cecilia Sanz<sup>2</sup>      Gladys Gorga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Desarrollo Económico e Innovación - UNTDF*

<sup>2</sup>*Instituto de Investigación en Informática LIDI - CIC - Facultad de Informática. UNLP*

[lromano@untdf.edu.ar](mailto:lromano@untdf.edu.ar) , [csanz@lidi.unlp.edu.ar](mailto:csanz@lidi.unlp.edu.ar) , [ggorga@lidi.unlp.edu.ar](mailto:ggorga@lidi.unlp.edu.ar)

### Resumen

El presente artículo se enfoca en la Realidad Aumentada (RA) y su relación con el rendimiento académico en escenarios educativos. Como parte del recorrido del trabajo se inicia con un análisis de las posibilidades de la Realidad Aumentada en el ámbito educativo y se aborda un estado del arte acerca del concepto de rendimiento académico. A partir de una revisión sistemática, se estudia y discute un conjunto de investigaciones que vinculan el rendimiento académico con la utilización de tecnologías de RA. Para ello, se definen criterios que facilitan un análisis uniforme. Esta revisión permitió encontrar un vínculo entre la RA y el rendimiento académico, así como también con algunas variables asociadas al mismo.

**Palabras Clave: Realidad Aumentada, Rendimiento Académico, Educación.**

### 1. Introducción

La Realidad Aumentada es un tema que se encuentra en investigación hoy en día en el ámbito educativo, ya que posibilita la inclusión, en tiempo real, de elementos virtuales dentro de un entorno físico. A partir de la utilización de dispositivos especiales, una persona puede observar el mundo real con ciertos elementos digitales agregados, y de esta manera puede enriquecerse una experiencia educativa [1].

En varios estudios se viene trabajando en analizar experiencias educativas con RA y su impacto en el rendimiento académico [6, 24, 25, 26, 27]. Sin embargo, el concepto de rendimiento académico es dilemático, y los autores abordan diferentes aristas de éste cuando lo analizan. Es por ello, que en este artículo se presenta una revisión sistemática que permite echar luz sobre las investigaciones que estudian la RA y su vinculación con el rendimiento académico, considerando en particular las variables asociadas a éste que se toman en cuenta.

De aquí en más este artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se abordan las posibilidades educativas de la RA, en la sección 3 se describe un estado del arte acerca del rendimiento académico, en la sección 4 se analizan investigaciones que vinculan RA con rendimiento académico, y finalmente se realiza una discusión y se obtienen conclusiones.

### 2. Realidad Aumentada y Educación

Desde una perspectiva educativa, la RA complementa la percepción e interacción con el mundo real, brindando al alumno un escenario real aumentado con información adicional generada por mediaciones pedagógicas y tecnológicas [2].

Es posible encontrar aplicaciones de RA para el nivel educativo primario, secundario, y universitario. Incluso se ha desarrollado software enriquecido con RA a los fines de mejorar los procesos de aprendizaje de personas con capacidades diferentes [3].

Cubillo et al. [4] 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.

Otros autores afirman que la enseñanza de la RA permite aumentar la autonomía de los alumnos, permitiéndoles llevar su propio ritmo de estudio, y maximizar el tiempo y recursos disponibles [5].

En trabajos como [5,6] se indica que la tecnología de RA produce en los estudiantes altos niveles de participación y satisfacción, experimentan una sensación de control y encuentran atractivo el ambiente de aprendizaje.

Fabregat y Cabero y Barroso afirman que los usuarios logran adquirir competencias prácticas, mejoran el desarrollo de habilidades y construyen actitudes positivas evitando riesgos físicos [7, 8].

Desde un punto de vista tecnológico la Realidad Aumentada compensa algunas de las deficiencias presentes en el proceso educativo, 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, entre otras [4].

Sin embargo, si bien la RA constituye una valiosa herramienta para la educación, lo que favorece la calidad del aprendizaje es su encuadre dentro de un planteamiento pedagógico adecuado [9,10,11].

Comienza a ser imprescindible el utilizar metodologías innovadoras, como el aprendizaje basado en problemas, en el descubrimiento, y en el juego; el aprendizaje colaborativo, y otras metodologías donde el

alumno sea responsable de la construcción de su conocimiento [12]. En el contexto de este tipo de metodologías, la RA puede ser un valor agregado y puede beneficiar el rendimiento académico.

### 3. Rendimiento Académico

#### 3.1. Definición del constructo

Debido a la diversidad de factores que deben ser considerados para definir el rendimiento académico, realizar una aproximación exacta del término se convierte en una ardua tarea, dado que existen múltiples definiciones de éste.

Para Edel y Dieser [13, 28], 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.

Por su parte, Burga León [14] 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.

Algunos 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 [15, 16].

En concordancia con la multidimensionalidad del concepto, Edel [13] y Guzmán [16] describen el rendimiento académico como una intrincada red de articulaciones cognitivas,

generadas por el hombre. Esta red sintetiza las variables de cantidad y cualidad como factores de medición y predicción de la experiencia educativa.

Al tratar el rendimiento académico como un constructo multidimensional se abre el panorama a factores sociales, psicológicos, pedagógicos, y otros que comienzan a involucrarse con el fin de obtener algún resultado esperado por la sociedad, y por el sistema sobre el cual ésta se rige, vinculando alumnos, profesores, y diversos procesos de evaluación [16].

### **3.2. Variables vinculadas al rendimiento académico**

Grasso [15] hace referencia a que la definición más común de rendimiento académico se asocia a las calificaciones obtenidas en el ámbito académico, que serían el indicador más frecuente del nivel de aprendizaje adquirido. Las calificaciones constituyen en sí mismas el criterio social y legal del rendimiento de un alumno en el ámbito de una institución escolar [17].

Las calificaciones escolares se toman como el factor principal de métrica para el desempeño escolar, producto de evaluaciones realizadas por parte del alumno, más allá de las diferentes consideraciones que tomen tanto los profesores como las instituciones respecto de la forma o método evaluativo.

Existen además otras variables asociadas al rendimiento académico, tanto contextuales como internas al alumno. Artunduaga [19] sostiene que existen variables vinculadas con el entorno sociocultural y el nivel educativo de los padres, y otras como ser el clima educativo de la familia, que 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, que la intervención educativa puede modificar.

Otras variables de corte pedagógico tales como el desempeño del profesor, los recursos didácticos, los planes y programas de estudio, la metodología empleada, el papel de las instituciones escolares, entre otros, también interactúan en el proceso educativo, y en el rendimiento [18, 20].

Respecto de las variables internas del individuo, [18] afirma que en el rendimiento académico intervienen factores como el nivel intelectual, la personalidad, la motivación, las aptitudes, los intereses, los hábitos de estudio, y la autoestima.

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, y aspectos técnicos y didácticos [14, 21].

## **4. Revisión sistemática acerca de RA y Rendimiento Académico**

En esta sección se presenta el principal aporte de este trabajo que se vincula con un proceso de revisión sistemática para indagar acerca de las relaciones entre el uso de RA en el contexto educativo y su impacto en el rendimiento académico, considerando diferentes variables de éste.

### **4.1. Protocolo de Revisión Sistemática y Criterios para el análisis**

Para llevar adelante la revisión sistemática, se siguió el protocolo propuesto por Kitchenham [22], se definieron preguntas de investigación y criterios de inclusión y exclusión que se exponen a continuación.

Las preguntas de investigación:

- ¿Qué ejemplos de éxito, respecto del mejoramiento del rendimiento académico al utilizar RA, se conocen?
- ¿Qué vinculaciones entre las experiencias con RA y el rendimiento académico son analizadas?
- ¿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?

Los criterios de inclusión utilizados:

- 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

Los criterios de exclusión:

- Estudios que no sean de acceso abierto.
- Estudios que no describan experiencias con RA y su vinculación con el rendimiento académico.

Los idiomas considerados fueron inglés y español y el rango de años 2000 - 2021.

Se definieron los criterios de análisis (CA) que serán utilizados para el estudio de las investigaciones seleccionadas como parte de la revisión sistemática. Estos se presentan y describen en la Tabla 1

Tabla 1 – Criterios de análisis propuestos para las investigaciones.

CA	Criterios de análisis	Descripción
CA1	Nivel educativo	Nivel al que se destina la investigación: primario, secundario, universitario.
CA2	Material/Herra	Material o

	mienta con RA utilizado	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.

## 4.2. Análisis comparativo de investigaciones

A partir de una primera búsqueda en seis diferentes bases de datos<sup>1</sup>, se encuentran 218 artículos referidos a la temática. Luego de descartar los artículos repetidos o que no corresponden con el idioma o años buscado, se realiza una lectura de los resúmenes de los trabajos, aplicando los criterios de inclusión y exclusión. A partir de lo realizado se toman 32 artículos para realizar lectura completa. Tras lo anterior, se descartan 15 artículos, quedando 17 trabajos para un análisis y discusión. Cinco trabajos representativos de este corpus final obtenido, son seleccionados para ser analizados detalladamente en este trabajo.

Se presentan a continuación cinco investigaciones seleccionadas que vinculan la utilización de RA 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. Luego se resume cada investigación mediante una tabla que abarca los criterios de análisis expuestos previamente.

<sup>1</sup> IEEE Xplore, ACM, ScieLO, ScienceDirect, LaReferencia, y Sistema Nacional de Repositorios Digitales.

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

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, incorporadas en momentos concretos de cursos de grado y máster.

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, 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 obtenidos muestran que los grupos que utilizaron la nueva metodología tuvieron 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 tradicional.

Los autores concluyen que los alumnos del grupo experimental, además de estar más motivados con los experimentos diseñados, consiguieron mejores resultados en su rendimiento académico, lo que se vincula con el correcto uso de estas tecnologías.

Tabla 2 – Criterios de análisis para la investigación de Redondo et al. (2014) según Tabla 1.

CA	Mobile Learning en el <i>Ámbito de la Arquitectura y la Edificación. Análisis de Casos de Estudio.</i>
CA1	Experiencia aplicada a nivel educativo Universitario
CA2	Modelos creados por los propios alumnos que se visualizan con herramientas específicas
CA3	Se evalúan las calificaciones, la motivación y la satisfacción del alumno.
CA4	Instrumento ad hoc propio que utiliza escala de Likert.
CA5	Afirman que la experiencia aumenta el rendimiento académico

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

La investigación de Di Serio et al. (2013) llevó a cabo un estudio en 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 estudiaron 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 que integró 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. Los alumnos exploraron libremente el contenido de aprendizaje con RA en una sala de laboratorio equipado 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 estudiante. El estudio también incluyó un análisis cualitativo para determinar la aceptación de la tecnología RA entre los alumnos.

Después de obtener el permiso del autor para utilizar y modificar el cuestionario IMMS (*Instructional Material Motivational Survey*), el instrumento se modificó ligeramente para adaptar su terminología al campo de la RA. El IMMS contiene 36 preguntas con ítems de escala de Likert de 5 puntos; este instrumento de medida motivacional se basa en el modelo de motivación ARCS (cuyas siglas traducidas significan: Atención, Renovación, Relevancia y Satisfacción) de Keller [23]. Los datos cualitativos se recopilaron buscando componentes de calidad de usabilidad: capacidad de aprendizaje, eficiencia, errores y satisfacción.

Los alumnos mostraron altos niveles de participación y disfrute y el ambiente de aprendizaje de RA fue repetidamente descrito como atractivo. Los alumnos expresaron su satisfacción en cuanto al material utilizado, y la sensación de tener el control de la actividad, ya que podían explorar los temas en el orden que querían y volver a visitar los materiales de ser necesario.

La conclusión expresada en esta investigación es que las capacidades inmersivas de RA ayudaron a los alumnos a mantener más altos

niveles de atención y satisfacción en relación al contenido de aprendizaje, y esto provocó un efecto positivo en los resultados del aprendizaje.

Tabla 3 – Criterios de análisis para la investigación de Di Serio et al. (2013) según Tabla 1.

CA	<i>Impact of an Augmented Reality System on Student's Motivation for a Visual Art Course</i>
CA1	Experiencia aplicada a nivel educativo Secundario
CA2	Material creado por los docentes
CA3	Se evalúa la motivación, la atención y la satisfacción del alumno.
CA4	Instrumento IMMS de Keller.
CA5	Afirman que la experiencia causa un efecto positivo sobre el rendimiento académico (motivación, atención y satisfacción)

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

Otra investigación que asocia la RA con el rendimiento académico es la llevada adelante por Cabero et al. (2017) involucrando alumnos que estaban cursando la asignatura “Tecnología Educativa” del segundo curso de grado de Pedagogía, impartido en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. 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 instrumento IMMS de Keller [23] y de las dimensiones que lo conforman. Además se buscó analizar si existían diferencias significativas en el rendimiento alcanzado en los alumnos tras la interacción con apuntes enriquecidos mediante RA, y conocer las valoraciones que los alumnos universitarios hacían de los objetos producidos con RA.

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, para que fueran

observados por los alumnos a través de diferentes dispositivos móviles, donde se trataron distintos aspectos relacionados con la temática expuesta.

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 ad hoc para que los estudiantes evalúen los apuntes enriquecidos con RA.

El estudio señala que los alumnos mejoraron significativamente las puntuaciones en la prueba de conocimiento que inicialmente se les había administrado, con el fin de relevar los conocimientos previos que tenían respecto a las formas de utilizar el video en la enseñanza.

Los autores concluyen que hay una relación significativa entre la motivación del grupo que trabajó con RA y el rendimiento que lograron. A mayor motivación (confianza, atención, satisfacción y relevancia) despertada por los alumnos, mayor rendimiento alcanzaron.

Tabla 4 – Criterios de análisis para la investigación de Cabero et al. (2017) según Tabla 1.

CA	Dispositivos Móviles y Realidad Aumentada en el Aprendizaje del Alumnado Universitario
CA1	Experiencia aplicada a nivel educativo Universitario
CA2	Material creado por los docentes
CA3	Se evalúan las calificaciones, la motivación y la satisfacción del alumno.
CA4	Instrumento IMMS e instrumento ad hoc propio para evaluar el material.
CA5	Afirman que la experiencia aumenta el rendimiento académico en las variables de motivación, calificación y satisfacción.

#### ***4.2.4. Experience Fleming's rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning***

En esta investigación, realizada por Harun et al. (2020), se diseñó un experimento basado en RA que ayudó a los alumnos a comprender el

concepto de electromagnetismo de manera práctica. Después de diseñar e implementar el prototipo basado en RA, se llevó a cabo un análisis comparativo para probar las posibilidades del uso de RA. Se explicaron las reglas de Fleming utilizando tecnologías con RA y se enseñó 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.

El entorno de aprendizaje de la regla de Fleming y su aplicación se desarrollaron con el software Unity 3d, que ayudó a integrar tanto los objetos 3D como los marcadores.

Los alumnos de los grados más avanzados del nivel medio y de primeros años de Ingeniería fueron elegidos como muestra de investigación. Las muestras se dividieron en 2 grupos diferentes, a saber, el grupo que trabajó con RA y el grupo de enseñanza que siguió la dinámica tradicional. La muestra de investigación no tuvo ningún conocimiento previo del tema elegido. Tampoco tenían experiencia en aplicaciones de realidad virtual y aumentada. El mismo profesor participó en ambos grupos.

Se utilizaron pruebas para evaluar el conocimiento adquirido por los alumnos. Se aplicaron pre y post tests.

Se utilizó un cuestionario para medir la eficacia de las interfaces de usuario, llamado QUIS (Cuestionario para la Satisfacción de la Interacción del Usuario), que es una herramienta que se utiliza para evaluar la satisfacción del usuario.

Los resultados de esta investigación indican que las aplicaciones de RA utilizadas ayudaron a aumentar el rendimiento académico de los alumnos en comparación con el uso de métodos de aprendizaje tradicionales.

Tabla 5 – Criterios de análisis para la investigación de Harun et al. (2020) según Tabla 1.

CA	<i>Experience Fleming's rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning</i>
CA1	Experiencia aplicada a nivel educativo Secundario y Universitario
CA2	Material creado por expertos
CA3	Se evalúan las calificaciones y la satisfacción del alumno.
CA4	Instrumento QUIS (Cuestionario para la Satisfacción de la Interacción del Usuario).
CA5	Afirman que la experiencia aumenta el rendimiento académico, en las calificaciones y la satisfacción.

#### 4.2.5. 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* (FL) y la tecnología de RA frente a una dinámica tradicional sin uso de las TIC. El tema abordado es 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 la secundaria. Estos alumnos se encuentran matriculados en dos grupos dentro del mismo nivel académico. El grupo A fue el grupo de control (metodología tradicional sin uso de las TIC) y el grupo B el experimental (metodología innovadora: FL+RA).

Para la recogida de información se utilizó un cuestionario *ad hoc*, compuesto por 44 ítems

clasificados en 3 dimensiones (Social, Componentes curriculares y Grado de aprendizaje) con un formato de respuesta tipo Likert de 1-4, siendo respectivamente “nada” y “totalmente” los valores para los extremos interválicos.

Los autores concluyen 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, 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.

Tabla 6 – Criterios de análisis para la investigación de López-Belmonte et al. (2020) según Tabla 1.

CA	Eficacia del aprendizaje mediante <i>Flipped Learning</i> con RA en la educación sanitaria escolar
CA1	Experiencia aplicada a nivel educativo Secundario
CA2	Material creado por expertos
CA3	Se evalúan la consecución de objetivos didácticos, autonomía, interacción y la satisfacción del alumno.
CA4	Instrumento ad hoc con preguntas clasificadas en 3 dimensiones (Social, Componentes curriculares y Grado de aprendizaje) con escala de Likert.
CA5	Afirman que la experiencia produce un progreso en el rendimiento académico (satisfacción)

## Discusión y conclusiones

En este trabajo se realizó un análisis de la Realidad Aumentada y de la relación que ésta tiene con el rendimiento académico. Se realizó una descripción de algunas bondades de la utilización de tecnologías con RA en entornos educativos y se revisó el concepto multidimensional de rendimiento académico, y variables asociadas a éste.

Se analizaron cinco investigaciones que realizan experiencias con tecnologías con RA y que abordan su relación con el rendimiento académico. Para ello, se establecieron criterios a considerar para el análisis.

Los resultados del análisis indican que dos trabajos se centraron en el nivel universitario [24][25], dos en el nivel secundario [6,27], y uno en ambos niveles[26]. El material o herramienta generada para llevar adelante una experiencia con RA fue creado por los mismos alumnos en el trabajo presentado en [24], en cambio en dos trabajos fue creado por los docentes [6,25], y en dos por expertos [26, 27]. En tres trabajos se encontró evidencia de mejora de la motivación [24,6,25], mientras que en los cinco trabajos se encontró evidencia de mejora en la satisfacción [24,6,25,26,27], y en un trabajo se consideró la mejora en la atención, como variable asociada al rendimiento académico [6]. Además tres trabajos arrojaron resultados de mejora en las calificaciones [24,25,26]. Respecto de los instrumentos de recogida de datos, tres trabajos utilizaron un instrumento estandarizado [6,25,26], mientras que dos trabajos utilizaron instrumentos ad-hoc [24,27].

Este análisis permite visualizar una tendencia a medir tres variables del rendimiento en particular (motivación, satisfacción y calificaciones). 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.

Como trabajo futuro, se profundizará esta investigación y se abordará una experiencia propia para indagar sobre esta relación aquí analizada.

## Referencias

- [1] J. Ierache, S. Igarza, N. Mangiarua, M. Becerra, S. Bevacqua, N. Verdicchio, F. Ortiz, D. Sanz, N. Duarte, M. Sena, . *Herramienta de Realidad Aumentada para Facilitar la Enseñanza en Contextos Educativos Mediante el Uso de las TICs*. Universidad Nacional de La Matanza, Bs.As., 2014.
- [2] J. R. Ramírez Otero, S. Solano Galindo. *ARprende: una plataforma para realidad aumentada en Educación Superior*. Universidad del Atlántico, Colombia, 2017.
- [3] L. Moralejo, C. Sanz, P. Pesado, S. Baldassarri. *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. 2014.
- [4] J. Cubillo Arribas, S. Martín Gutiérrez, M. Castro Gil, A. Colmenar Santos. *Recursos Digitales Autónomos Mediante Realidad Aumentada*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España. 2014.
- [5] J. Martín-Gutiérrez, P. Fabiani, W. Benesova, M. Dolores Meneses, C.E. Mora. *Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education*. Computers in Human Behavior 51. 2014.
- [6] A. Di Serio, M.B. Ibañez, C. Delgado Kloos. *Impact of an augmented reality system on student's motivation for a visual art course*. 2013.
- [7] R. Fabregat Gesa. *Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e- learning adaptativas*. 2012.
- [8] J. Cabero, J. Barroso. *The educational possibilities of augmented reality*. New approaches in Educational Research. Vol 5. N° 1. 2016.

- [9] R. Cózar Gutierrez, J.A. Hernández Bravo, M. De Moya Martinez, J. R. Hernández Bravo. *Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada para la formación inicial de maestros*. 2015.
- [10] J. Sánchez Bolado. *El potencial de la realidad aumentada en la enseñanza del español como lengua extranjera*. 2016.
- [11] B. Fernández Robles. *La utilización de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en la enseñanza universitaria de educación primaria*. 2018.
- [12] J. J. Leiva Olivencia, N. M. Moreno Martínez. *Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas*. 2015.
- [13] R. Edel Navarro. *El Rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo*. 2013.
- [14] A. Burga León. *Evaluación del rendimiento académico. Introducción a la teoría de respuesta al ítem*. 2005.
- [15] P. Grasso Imig. *Rendimiento académico: un recorrido conceptual que aproxima a una definición unificada para el ámbito superior*. 2020.
- [16] M. P. Guzmán Brito. *Modelos predictivos y explicativos del rendimiento académico universitario: caso de una institución privada en México*. Universidad Complutense de Madrid. 2012.
- [17] D. I. V. Cascón. *Análisis de las calificaciones escolares como criterio de rendimiento académico*. 2000.
- [18] H. Lamas. *Sobre el rendimiento escolar*. 2015.
- [19] M. Artunduaga Murillo. *Variables que influyen en el rendimiento académico en la universidad*. 2008.
- [20] H. Lamos Díaz, J. A. Giraldo Sagra. *Un modelo conceptual para el análisis del desempeño académico de los estudiantes de cálculo I en la UNAB*. 2011.
- [21] J. J. Ramírez Echeverry, L. F. Rosales Castro, F. Restrepo-Calle, F. A. González. *Aprendizaje autorregulado en un curso de programación de computadores*. 2018.
- [22] B. Kitchenham, O. P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey, S. Linkman. *Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review*. 2008.
- [23] J. M. Keller. *Strategies for stimulating the motivation to learn. Performance and Instruction*, 26 (8). 1987.
- [24] E. Redondo Domínguez, D. Fonseca Escudero, A. Sánchez Riera, I. Navarro Delgado. *Mobile Learning en el ámbito de la arquitectura y la edificación. Análisis de casos de estudio*. 2014.
- [25] J. Cabero Almenara, B. Fernández Robles, V. Marín Díaz. *Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario*. 2017.
- [26] Harun, N. Tuli, A. Mantri. *Experience Fleming's rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning*. 2020.
- [27] J. López-Belmonte, S. Pozo, A. Fuentes, J.M. Romero. *Eficacia del aprendizaje mediante flipped learning con realidad aumentada en la educación sanitaria escolar*. 2020.
- [28] M. P. Dieser. *Estrategias de autorregulación del aprendizaje y rendimiento académico en escenarios educativos mediados por tecnologías de la información y la comunicación. Revisión y análisis de experiencias en la Educación Superior Iberoamericana*. 2019.