

Análisis de satisfacción del curso modelado 3D de Realidad Aumentada para mejorar la capacidad espacial en estudiantes de ingeniería

Satisfaction analysis of the augmented reality 3D modeling course to improve spatial ability in engineering students

Javier Alfredo Caballero-Garriazo

<https://orcid.org/0000-0001-8370-1918>

javier.caballero@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

Jaime Rolando Rojas Huacanca

<https://orcid.org/0000-0001-7267-7342>

jrojashu@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

Dik Dani Lujerio García

<https://orcid.org/0000-0002-5360-8189>

dlujeriog@unasam.edu.pe

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Lima, Perú.

Angélica Sánchez-Castro

<https://orcid.org/0000-0003-0680-7836>

asanchez@unaaa.edu.pe

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas. Lima, Perú.

José Rolando Huaranga Charapaqui

<https://orcid.org/0000-0002-0012-8667>

C16524@utp.edu.pe

Universidad Tecnológica del Perú. Lima, Perú.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio de investigación para evaluar el nivel de satisfacción de los estudiantes en la facultad de ingeniería en las áreas de metalurgia, geología e ingeniería civil de una universidad estatal durante el año 2021, en el contexto de la pandemia de COVID-19. Actualmente, los alumnos de ingeniería enfrentan desafíos en la visualización 3D y en la concepción espacial, lo que ha resultado en una baja motivación académica. La metodología empleada adoptó un enfoque cuantitativo descriptivo, con un diseño no experimental y de corte transversal, utilizando una muestra de 250 alumnos de primer año de ingeniería, de los cuales 38 participantes respondieron a la encuesta del modelo ARCS Keller para medir la motivación y satisfacción, con el objetivo de mejorar las habilidades espaciales. Los resultados revelaron que la mayoría de los encuestados tenían entre 17 y 22 años, y se observó una alta satisfacción en dimensiones como el nivel de atención, la relevancia de los contenidos, confianza en la aplicación y satisfacción con el curso y materiales 3D, con porcentajes de satisfacción superiores al 76%. En general, los hallazgos indican una satisfacción positiva y una alta motivación hacia la asignatura de diseño de ingeniería en 3D en Realidad Aumentada, lo que ha contribuido a mejorar las capacidades espaciales de los estudiantes de ingeniería, con un promedio de satisfacción del 79%.

Palabras clave: satisfacción, modelado 3D, Realidad Aumentada, capacidad espacial, ingeniería.

Recibido: 15-07-24 - Aceptado: 01-10-24

ABSTRACT

A research study was conducted to assess the level of student satisfaction in the engineering faculty within the fields of metallurgy, geology, and civil engineering at a state university in the context of the COVID-19 pandemic in 2021. Currently, engineering students are facing challenges with 3D visualization and spatial conception, leading to a low level of university motivation. The methodology employed a quantitative descriptive approach with a non-experimental cross-sectional design, using a sample of 250 first-year engineering students, of which 38 participants responded to the ARCS Keller model survey to measure motivation and satisfaction, aiming to enhance spatial abilities. Results showed that the majority of surveyed students were between 17 and 22 years old, and high levels of satisfaction were observed in dimensions such as attention level, relevance of content, confidence in the application, and satisfaction with the course and 3D materials, with satisfaction rates exceeding 76%. Overall, the findings indicate positive satisfaction and high motivation towards the 3D engineering design course in augmented reality, which has contributed to improving the spatial abilities of engineering students, resulting in an average satisfaction rate of 79%.

Keywords: satisfaction, 3D modeling, augmented reality, spatial capacity, engineering.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el tema de la globalización y la innovación en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) continúan formando parte en las vivencias reales, es de total preponderancia que estudiantes de ingeniería desde los primeros años de las universidades públicas puedan estar mejor capacitados. Es indispensable analizar los factores que puedan influenciar en su formación profesional, para lograr el progreso personal y el avance en el aspecto académico, de tal forma que generen en los estudiantes un nivel de satisfacción de los cursos que reciben en su formación universitaria. Por ese motivo el presente estudio de la satisfacción estudiantil conllevará a analizar los grados de satisfacción de los alumnos con el fin de identificar y perfeccionar las debilidades encontradas en el dictado de los primeros años de los cursos básicos de ingeniería.

En este sentido, Vavra (2002) ha mencionado que el proceso que el cliente experimenta para apreciar y valorar su propia experiencia, que ha permitido conceptualizar la respuesta emocional de las personas, basada en las disconformidades estimadas para las perspectivas contra su propia experiencia real, que experimenta los consumidores a fin de experimentar común nuevo producto o servicio.

Por otro lado, en cuanto a los cursos de ingeniería, que en cierta forma siempre resultan ser más propensos a la percepción 2D que a la capacidad de visualizar en 3D, persiste esta tendencia complicada hasta la fecha, y en consecuencia, el grado de motivación y fracaso es bien elevado que han presentado los estudiantes para concentrarse en sus aprendizajes de la teoría y la práctica de representación del modelo gráfico en 3D.

Por esa razón, el objetivo del presente estudio fue analizar las inquietudes, perspectivas y el grado de satisfacción de los alumnos pertenecientes a la facultad de ingeniería del área de metalúrgica, geológica e ingeniería civil de una universidad pública.

Primero ha sido esencial establecer el modelo conceptual que aborda la motivación en los estudiantes, lo cual permite orientar el desarrollo de los constructos analizados. Con este propósito, se cita a Ajello (2003), quien sostiene que, a través de la motivación, es posible crear actividades significativas para las personas. Según Ajello, la motivación debe considerarse como una disposición positiva para aprender y continuar haciéndolo de manera autónoma.

En este sentido, Barroso-Osuna et al. (2018) definen la "motivación" como un proceso interno o un estado que nos lleva a una estimulación, impulsándonos a realizar ciertas actividades. En el contexto del aula, esta motivación se orienta hacia experiencias subjetivas que promueven una buena disposición en los estudiantes para participar en las actividades de clase y las razones que los impulsan a hacerlo.

En relación con las teorías de motivación aplicadas al uso de la Realidad Aumentada (RA), se destaca su capacidad para facilitar el aprendizaje mediante la presentación de efectos reales, lo que ha mantenido el interés de los estudiantes en las áreas de estudio relevantes para sus intereses. Según García (2022), para fomentar esta motivación, es fundamental implementar encuestas de satisfacción, con el fin de identificar debilidades y oportunidades de mejora en la didáctica y el material de apoyo utilizado en las clases virtuales.

Por otro lado, Ausubel (1983) fundamentó la teoría del aprendizaje significativo, la cual sostiene que cuando los conocimientos se presentan de manera repetitiva, la motivación disminuye. En cambio, a través del aprendizaje significativo, los conocimientos se vuelven más duraderos con el tiempo. Caballero-Garriazo (2023) señala que estos conocimientos no solo se asimilan en dominios específicos, sino que también son transferibles a la vida cotidiana. Además, destaca que este proceso requiere un alto grado de intencionalidad y una voluntad constante de mejorar.

En relación con la importancia de la encuesta de la asignatura 3D en RA, Li et al. (2018) han manifestado la correspondencia entre cómo se producen los aprendizajes y la motivación. Han sido estimulados en la práctica, lo que fue

considerado “algo muy impredecible y cambiante, sujeto a muchas influencias sobre las cuales el maestro o diseñador no tiene control” (p. 2).

En ese sentido, el estudio de Keller (1983) adquiere importancia, ya que la motivación fue argumentada sobre una base que permite llamar su atención motivacional a través de recursos comprensibles e innovadores, por medio de estrategias concretas orientadas conceptualmente que determinan la estimulación y que han sido determinantes para lograr los objetivos de aprendizaje; se mencionan los conceptos de “atención, relevancia, confianza y satisfacción”. Asimismo, Ruiz Chávez (2018) manifiesta que la estimulación representa un elemento primordial para distinguir los grados de calidad entregados en las asignaturas virtuales. Afirma que “la motivación”, considerada de otra manera, depende de los recursos didácticos y la intervención del docente en la tutela, que han sido determinantes para “el rendimiento y el desempeño” de los alumnos en las asignaturas virtuales. Además, tal como lo indica Tarazona (2002), quien señala que, por medio de la motivación, puede determinarse la manera en que la conducta se puede instruir, energizar y vincular con el tipo de reacción subjetiva mientras se desarrolla en la actividad; dicho de otra manera, en el contexto de interacción constante con su entorno inmediato. En ese proceso, se manifiesta la necesidad de logro, considerada primordial por el “deseo de la persona de hacer las cosas bien, de tener éxito en sus realizaciones y de alcanzar ciertos estándares de excelencia”. De manera similar, Caballero-Garriazo (2023) destacó la confianza y la atención como factores clave que han contribuido al interés y al esfuerzo de los estudiantes en cursos a distancia. El autor sostiene que la motivación aumenta la confianza en uno mismo, la seguridad en las propias capacidades, el sentimiento de apoyo y el deseo de continuar con los estudios. Además, Keller (1983) considera que el uso de instrumentos basados en la resolución de problemas ofrece un conjunto de estrategias útiles para identificar y abordar problemas de motivación, tanto en materiales de instrucción como en la enseñanza asistida por computadora.

Finalmente, Song y Keller (2001) indican similitudes con los objetivos de este estudio. El autor argumenta conclusiones que han sido consideradas como parte de la propuesta que va a determinar las soluciones al problema en el curso de modelado 3D aplicando la RA. En consecuencia, se puede definir que las propuestas de dimensiones de Keller permiten predecir el éxito de la motivación y la satisfacción en el dictado de los cursos virtuales. En consecuencia, se consideran los cuatro indicadores: “atención, relevancia, confianza y satisfacción”.

METODOLOGÍA

La investigación realizada en relación con el modelo de Realidad Aumentada aplicando la Realidad Aumentada ha correspondido al enfoque cuantitativo, tipo descriptivo, diseño no experimental y corte transversal. La muestra se constituyó por 250 alumnos de pregrado del primer año de las escuelas de ingeniería, de los cuales se consideró a 38 participantes, quienes respondieron a la encuesta del modelo ARCS de Keller, que mide el grado de “satisfacción y motivación” con el fin de mejorar la capacidad espacial. Se ha analizado la variable de la satisfacción de la asignatura modelado 3D en ingeniería, mediante la elaboración de un cuestionario conformado por 22 ítems.

Respecto al instrumento de evaluación de la satisfacción, se ha considerado la ARCS, ya que según Galicia-Alarcón y Edel-Navarro (2014), se ha determinado que el modelo ARCS es un método apropiado para utilizar en los sectores de la educación y en las tecnologías; sin embargo, su primordial aporte en el presente estudio ha sido la integración de los datos empíricos, donde se ha puntualizado su utilidad.

Además, Mendoza y Herrera (2009, citado por Galicia-Alarcón y Edel-Navarro, 2014) han destacado que el modelo ARCS es considerado uno de los instrumentos que pueden ser vinculados directamente con la tecnología y que promueven el aprendizaje, con el fin de mejorar los procesos de los aprendizajes formativos, evitando el deterioro intelectual de los docentes y los estudiantes. Este modelo se ha presentado con un enfoque que está dirigido a solucionar los problemas en espacios de aprendizaje, que se orientan a la estimulación y al mantenimiento de la motivación en los alumnos. Para lograrlo, es fundamental la implantación de objetivos que sean medibles, la mejora de los métodos y estrategias convenientes, así como también el uso de herramientas específicamente diseñadas que se dirijan a las características propias de cada grupo a estudiar.

Tabla 1

Categorías, definiciones y estrategias motivacionales del modelo ARCS

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala medición
Atención (A)	• Captar el interés perceptivo. • Estimular una actitud de investigación • Utilizar variedad de tácticas para mantener su atención	Ítems 1,2,3,4 y 5.	Modelo cuestionario de motivación ARCS de Keller. - IMMS (Instructional Materials Motivation Survey) (2010). Escala en formato Likert donde el valor: 1 (Muy en Desacuerdo), 2 (En Desacuerdo), 3 (De Acuerdo), 4 (Muy de Acuerdo) y 5 (Totalmente de Acuerdo)
Relevancia (R)	• Satisfacer los conocimientos y Orientación a objetivos. • Brindarles, responsabilidades e influencias adecuadas • Vincular la instrucción a la experiencia	Ítems 6,7,8,9 ,10 y 11	
Confianza (C)	• Contribuir en la construcción de expectativas positivas y oportunidades de éxito • Mejorar la experiencia de aprendizaje sobre su competencia • Conocer que el éxito se basa en sus esfuerzos y habilidades	Ítems 12,13,14, 15 y 16	
Satisfacción (S)	• Brindar oportunidades significativas, utilicen sus conocimientos / habilidades adquiridas • Reforzar el éxito con recompensas extrínsecas • Entregar refuerzo intrínseco, para obtener un sentimiento positivo en sus logros	Ítems 17,18,19, 20	

En cuanto al procedimiento de recolección de datos, se utilizó como instrumento la encuesta de satisfacción de la asignatura de 3D aplicando Realidad Aumentada (RA). Vázquez Gama (2021) definió este enfoque como un conjunto de tácticas para analizar los indicadores que conforman el modelo ARCS. Dicho modelo fue diseñado para medir los niveles de satisfacción de los estudiantes en relación con la "motivación para el aprendizaje", contribuyendo al desarrollo de sus habilidades. Para esta investigación se utilizó la escala de Likert, organizada en temas y presentada a través de una serie de preguntas definidas, con el propósito de evaluar la percepción de los alumnos. En relación con la validación y confiabilidad de los instrumentos, Hernández–Sampieri et al. (2014) indican que para analizar los criterios de evaluación en el procesamiento de datos y en la observación, se usan los principios de objetividad, la rigurosidad científica, y los grados de confiabilidad y validez de instrumentos a usar. Por lo tanto, se ha evaluado la validez de los instrumentos por medio del informe consultado a los jueces formados por especialistas expertos de la materia, y la confiabilidad medida por intermedio de la asignatura 3D aplicando la Realidad Aumentada llamándose prueba piloto. Además, se indica que “La confiabilidad de un instrumento se ha referido al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales”.

La evaluación del nivel de confiabilidad se realizó mediante la operación en el software SPSS-27 por medio de la “consistencia del alfa de Cronbach” ya que los temas han sido planteados por preguntas para una escala tipo de Likert. Tal como lo indica Hernández – Sampieri et al. (2014), basados en “la teoría psicométrica”. Así, por medio del proceso señalado se ha medido la satisfacción asignatura 3D aplicando la RA, dando un resultado alto moderado. Solo hay una excepción en relación la dimensión que ha evaluado el nivel de atención, presentado con valores de confiabilidad del orden al 0.216. Por otro lado, las otras dimensiones, han obtenido resultados con un alfa de Cronbach superior al 0.7, y al grado general de la escala medido sobre los 22 ítems se ha obtenido una confiabilidad media del orden de 0.896, que representa a un valor alto.

Tabla 2

Análisis de confiabilidad satisfacción de la asignatura dibujo de ingeniería en 3D.

Componentes	Alfa de Cronbach	N ítems
Satisfacción del curso nuevo modelado	.896	22
Nivel de atención	.216	5
Relevancia de los contenidos	.797	6
Confianza de la aplicación	.753	5
Satisfacción del curso y materiales 3D	.858	6

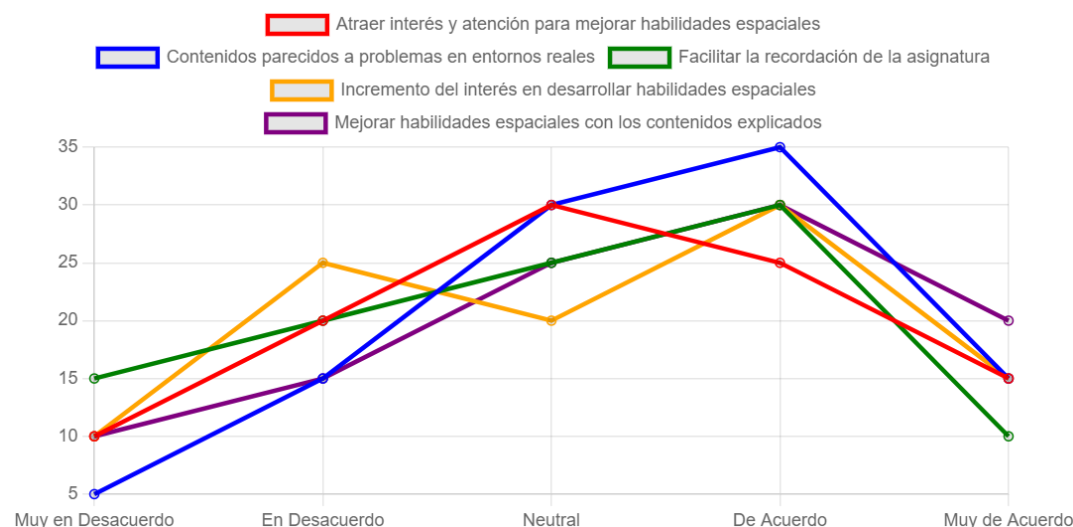
Tal como se observa, se ha seguido un proceso y organización de datos, aplicándose análisis descriptivos, por medio de la cual tales datos han sido establecidos por componentes descriptivos, demostrados “en porcentajes de las frecuencias”. Para ello se han usado los softwares Excel y SPSS. 27.

RESULTADOS

Los efectos obtenidos han sido precisados en los hallazgos de acuerdo a la información y análisis realizado. En el presente análisis, se ha evaluado el procedimiento de la variable satisfacción de la asignatura de modelado 3D aplicando RA, cuestionario estuvo organizado mediante 22 ítems. Se ha logrado determinar el grado de satisfacción sobre la asignatura de modelado dibujo de ingeniería en 3D mediante las respuestas entregadas por los alumnos del grupo experimental. En la figura 1 se observa la calificación obtenida cuando se dictó la asignatura indicada.

Figura 1

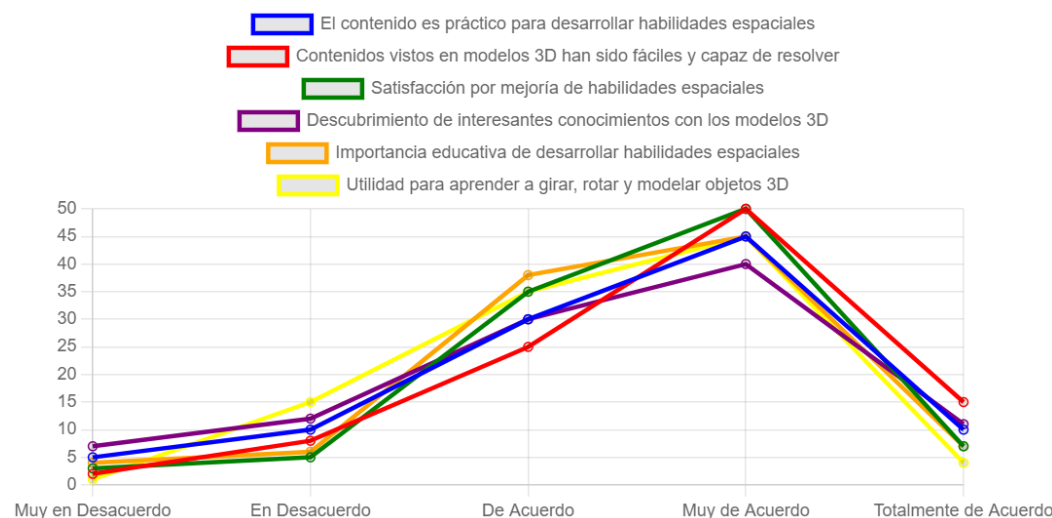
Nivel de Atención hacia el Curso



El análisis de las respuestas de la encuesta sobre el nivel de atención hacia el curso destaca tendencias significativas. La mayoría de los encuestados muestran una recepción neutral o favorable hacia el uso de modelos 3D para mejorar las habilidades espaciales, con una creciente aceptación de que estos modelos reflejan situaciones reales. Los encuestados también perciben que los modelos 3D facilitan la retención del contenido y el desarrollo de capacidades espaciales, lo que influye positivamente en su motivación y en la mejora de sus competencias. En general, hay una percepción positiva sobre la efectividad y utilidad de los modelos 3D en el proceso de aprendizaje de habilidades espaciales.

Figura 2

Relevancia de los contenidos



El análisis de la figura 2, muestra que la mayoría de los encuestados están mayormente de acuerdo o muy de acuerdo con la utilidad práctica de los contenidos para desarrollar habilidades espaciales, la facilidad y capacidad de resolver los ejercicios presentados, así como la satisfacción por la mejora en habilidades espaciales, el descubrimiento de conocimientos interesantes, la percepción de la importancia educativa de desarrollar habilidades espaciales, y la utilidad para aprender a girar, rotar y modelar objetos en 3D. En general, los resultados reflejan una percepción positiva sobre la relevancia educativa de los contenidos relacionados con los modelos 3D facilitados en la Realidad Aumentada en el proceso de aprendizaje y desarrollo de habilidades espaciales.

Figura 3

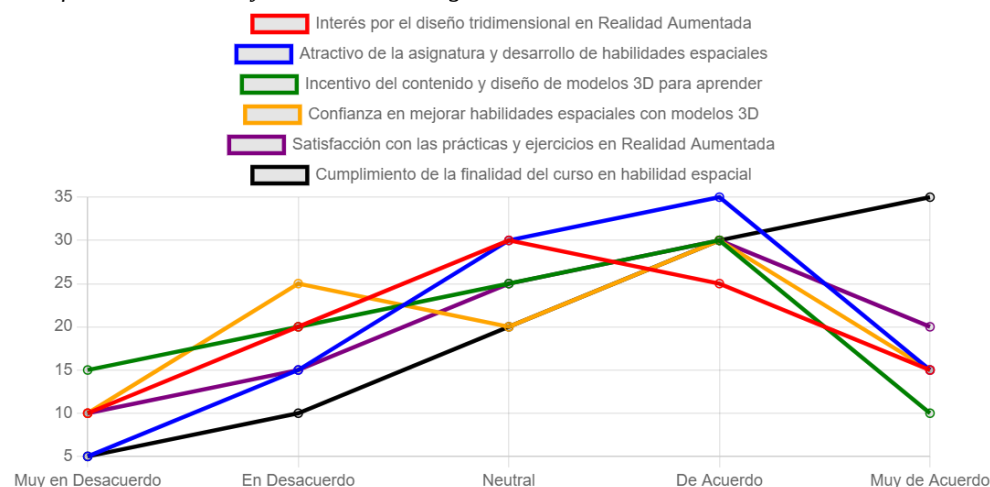
Confianza de la aplicación



El análisis de la encuesta sobre la confianza en la aplicación revela una recepción mayoritariamente positiva hacia los recursos en 3D y la estructura del contenido teórico y práctico, con una aceptación destacada de las prácticas autónomas facilitadas por modelos en Realidad Aumentada. Aunque existe una distribución equilibrada en la percepción de la capacidad de los modelos 3D para captar la atención y desarrollar habilidades espaciales, se observa una tendencia favorable hacia su importancia en la comprensión de materias relacionadas y la mejora de habilidades espaciales, así como una valoración positiva de su utilidad y aplicabilidad en el desarrollo de estas competencias, reflejando una percepción general positiva de los encuestados hacia la aplicación y sus recursos en 3D.

Figura 4

Satisfacción del curso y materiales 3D digitales



Con base en las respuestas proporcionadas en la encuesta sobre la satisfacción del curso y los materiales 3D digitales, se puede observar que la mayoría de los participantes indican mostrar un nivel moderado a alto de acuerdo en varios aspectos

evaluados. Existe un interés general en el diseño tridimensional en Realidad Aumentada, con una percepción positiva sobre su capacidad para mejorar las habilidades espaciales de los estudiantes. Además, los participantes encuentran la asignatura atractiva y consideran que los modelos 3D facilitados en Realidad Aumentada son una herramienta efectiva para el desarrollo de sus habilidades espaciales. La mayoría también siente que el contenido y el diseño de los modelos 3D les incentivan a aprender y están seguros de poder mejorar sus habilidades espaciales gracias a su uso. Por otro lado, la satisfacción con las prácticas y ejercicios en Realidad Aumentada es notable, lo que sugiere que estos elementos contribuyen positivamente a la experiencia de aprendizaje. Finalmente, la mayoría de los encuestados parecen estar convencidos de que el curso cumple con su finalidad de desarrollar la habilidad espacial, lo que refleja una percepción positiva general sobre la efectividad del curso y los materiales digitales en este aspecto.

DISCUSIÓN

Se ha procedido a analizar la información resultante de las evaluaciones las estadísticas por medio de los cuestionarios realizados. Los indicadores fueron los parámetros que han proporcionado tal información y se han obtenido resultados complejos. La interpretación ha sido clara y para que la información presentada sea explicada de forma más breve, de modo que pueda ser comprensible y usada más fácilmente. En ese sentido los aspectos más primordiales han sido comparados con los de otros investigadores que se han interrelacionado con el tema de la investigación.

Para iniciar, se puede indicar a Pérez Alcalá (2012) estudió los factores que han influido en los estudiantes para abandonar los cursos basados en plataformas virtuales tomando como muestra, a los alumnos que estudiaron entre los años 2008 y 2009, desertaron en la universidad mexicana. Además, señalaba en su reporte que más del 40% de estudiantes abandonaron en los primeros años de su formación profesional en ingeniería y se analizó que los resultados más demostrativos indicaban que se es importante la necesidad de mantenerles en los cursos y en constante comunicación, realizar una supervisión en tiempo real a fin de resolver las dudas y entregarles una retroalimentación a sus acciones de aprendizaje virtual, con el fin de lograr un efecto de seguridad y desarrollar la confianza personal.

En correspondencia al indicador de confianza en la aplicación del modelo, percibieron la dificultad en la virtualidad debido al nivel de exigencia y responsabilidad mayor, lo que conllevó a un valor alto del 80% en relación a la confianza media en la capacidad de aprendizaje y, peor aún, existe la dificultad de entregar una retroalimentación virtual de los docentes, así como también la gran dificultad para coordinarse con los otros colegas de estudios, lo que podría haber afectado su nivel de expectativa de éxito sobre el curso de modelado 3D de RA.

En relación con el indicador relevancia de los contenidos del estudio realizado se ha obtenido un resultado promedio de satisfacción de 79%, que confirma nuestro fundamento, pero antes es necesario mencionar a los referentes de las investigaciones sobre la motivación, por ejemplo los estudios de Ausubel (1983) que ha señalado que el “aprendizaje significativo” de los estudiantes está estrechamente conexo con lo pragmático y el nivel de significancia psicológica, ya que el estudiante percibe un nivel de utilidad en los contenidos entregados en el nuevo curso de modelado 3D aplicando la RA, ya que se ha observado que los estudiantes no lograron percibir la relevancia de los documentos elaborados por medio de una estructura web virtual en comparación de la manera como se aprenden presencialmente.

En correspondencia a lo referido por Barroso Osuna (2016) sobre el análisis del instrumento ARCS de Keller, se ha evidenciado que éste se presenta como un excelente predictor que ha podido revelar “la motivación, atención, confianza, relevancia y satisfacción” que despiertan la elaboración de los modelos de la RA realizados para los alumnos participantes, y que van de acuerdo con los efectos esperados.

Además, el cuestionario utilizado demuestra elevados grados de fiabilidad, tanto de manera separada o general, así como también en las cuatro dimensiones que lo integran, coincidiendo con los resultados de las investigaciones de los autores Di Serio et al. (2013).

Por otro lado, Barroso- Osuna et al. (2016) han confirmado el resultado sobre los indicadores del análisis de la influencia de las calificaciones lograda por los alumnos en el cuestionario ARCS usando los diversos modelos elaborados, se alcanzaron los valores medios que mantienen un valor de 79 % que denotan que existe un tipo de interacción establecida por los usuarios que han producido el modelo 3D de RA, relacionándose con el nivel de motivación alcanzado en el ARCS.

El trabajo de investigación que utiliza la realidad aumentada de forma virtual contrasta con el modelo ARCS de Keller, que estaba formulado para las clases que se desarrollan presencialmente, en la actualidad se viene empleando en otras investigaciones con el fin de evaluar el nivel de motivación que despiertan las herramientas tecnológicas.

Para esto, se puede mencionar a Marín-Díaz et al. (2018) en el caso de estudiantes que fueron participantes y desarrolladores de objetos de aprendizaje. De igual manera, se han usado para evidenciar el nivel de motivación de los modelos de Realidad aumentada que estimulan en los estudiantes.

Finalmente, en relación con los indicadores usados en el cuestionario de Keller (1983), que incluyen: “Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción”. Han sido cuatro indicadores que han logrado una correspondencia del orden del 80 %

con los resultados logrados en el presente estudio. En cuanto al primer indicador, se obtuvieron informaciones moderadas sobre las tareas académicas y la elaboración de la interfaz del modelo 3D de RA, donde se ha permitido capturar la curiosidad de los alumnos del orden en un 76 %, que fue uno de los indicadores con niveles inferiores al promedio, quizás debido a que no se ha logrado estimular y a desarrollar su curiosidad, de ahí que algunas respuestas de los estudiantes demostraron un poco de cansancio y estrés debido a sus exámenes finales de los otros cursos, lo que evidencia un aspecto negativo en su nivel de interés y expectativas que deberían mejorarse con la realización de otras actividades más interactivas, recursos más novedoso para su formación en ingeniería y desarrollar el perfeccionamiento del diseño de la interfaz.

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados en la investigación han evidenciado efectos positivos en la motivación, la satisfacción y el beneficio positivo para los estudiantes universitarios en ingeniería, especialmente en sus niveles de aprendizaje. Se ha podido evidenciar que existen factores externos e internos que implican de manera directa en la motivación de los alumnos según la encuesta del nuevo curso de 3D en realidad aumentada. Tales resultados pueden servir como referencia en las futuras experiencias de investigación basadas en las TIC.

Los resultados más destacables del presente estudio revelan que los alumnos encuestados tienen un nivel de satisfacción positivo en relación con el curso 3D de RA que permite mejorar las capacidades espaciales en estudiantes de las ciencias de la ingeniería, obteniéndose un promedio de 79 %.

Además, que los estudios desarrollados han reconocido que el modelo de Keller ARCS ha sido considerado como una herramienta eficaz para la motivación y la satisfacción, pero a la vez ha servido como una referencia de un marco conceptual y empírico para investigaciones futuras donde se usen las tecnologías. Para el presente estudio bajo la circunstancia del coronavirus, en la que se ha visto necesario dictar las clases virtuales a distancia, ha representado un enorme desafío para el desarrollo del nuevo curso de 3D en realidad aumentada, principalmente debido a la distancia y la instrucción basada en la virtualidad con los estudiantes.

La motivación forma parte de un proceso psicológico básico que ha sido objeto de varias investigaciones desde numerosos enfoques y disciplinas de la ingeniería, como se ha logrado evidenciar, un diseño fundamentado en la motivación ha consistido en un proceso que se ha circunscrito al uso de herramientas y la mejora de las tareas académicas a fin de alcanzar los objetivos de aprendizaje; sin embargo, si no existe una motivación, el esfuerzo que se pueda realizar será mínimo y que tampoco permitirá cumplir con éxito los objetivos trazados.

Finalmente, los resultados presentados coinciden en cómo la motivación en el aprendizaje en conjunto con el uso de recursos tecnológicos, han sido ingredientes primordiales para un alto nivel de satisfacción y aceptación del desarrollo del nuevo curso de 3D aplicando la realidad aumentada, que han permitido mejorar sus capacidades espaciales de los estudiantes de ingeniería.

REFERENCIAS

- Ajello, A. M. (2003). La motivación para aprender. Manual de psicología de la educación. *Editorial Popular*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2081794>
- Ausubel, D. (1983). Teoría del Aprendizaje Significativo, *Fascículos de CEIF*, 1(10), 1-10,
<http://www.educainformatica.com.ar/docentes/tuarticulo/educacion/ausubel/index.html>
- Barroso-Osuna, J., C., Cabero-Almenara, J., y Gutiérrez-Castillo, J. J. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por estudiantes universitarios motivación para su uso. *Revista Mexicana de Investigación*, 23(79), 1261-1283. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.221>
- Barroso Osuna, J. M., Cabero Almenara, J., y Moreno-Fernández, A. M. (2016). La utilización de objetos de aprendizaje en realidad aumentada en la enseñanza de la medicina. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 2 (2), 77-83. <https://doi.org/10.20548/innoeduca.2016.v2i2.1955>
- Caballero Garriazo, J. A. (2023). Aplicación de un nuevo modelado 3D de realidad aumentada en la capacidad espacial de los estudiantes de ingeniería en una universidad de Lima, 2022. (Tesis Doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/20290>
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., y Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers y Education*, 68, 586-596. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Galicia-Alarcón, L., y Edel-Navarro, J. A. (2014). Revisión del modelo atención, relevancia, confianza y satisfacción (ARCS). *Los Modelos Tecno-Educativos*, 47. https://infoxicados.cl/wp-content/uploads/2022/08/Libro_LosModelosTecno-Educativos_2014.pdf#page=47

- García, M. Á. F. (2022). Impacto del agua de lastre en la salud de trabajadores de embarcaciones de transporte marítimo que navegan en aguas peruanas. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 25(49), 267-273. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v25i49.23000>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- Keller, J. M. (1983). Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 1–9. <https://link.springer.com/article/10.1007/bf02905780>
- Li, K., y Keller, J. M. (2018). Use of the ARCS model in education: A literature review. *Computers and Education*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.019>
- Marín-Díaz, V., Cabero-Almenara, J., y Gallego-Pérez, O. M. (2018). Motivation and augmented reality: Students as consumers and producers of learning objects. *Aula Abierta*, 47(3), 337–346. <https://doi.org/10.17811/rifie.47.3.2018.337-346>
- Medina Herrera, L., Castro Pérez, J., y Juárez Ordóñez, S. (2019). Developing spatial mathematical skills through 3D tools: augmented reality, virtual environments and 3D printing. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 13(4), 1385–1399. <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00595-2>
- Pérez Alcalá, M. D. S. (2012). *Afectos, aprendizaje y virtualidad*. Sistema de Universidad Virtual, Universidad de Guadalajara. <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/1882>
- Ruiz Chávez, E. L. (2018). Motivación según género en estudiantes de centros preuniversitarios de la ciudad de Trujillo-2017. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4368>
- Song, S y Keller, J (2001) Effectiveness of Motivationally Adaptive Computer-Assisted Instruction on the Dynamic Aspects of Motivation. *motivation. ETR y D*, 49(5). <https://doi.org/10.1007/BF02504925>
- Tarazona, M. P. (2002). Intereses, motivaciones y percepciones de empresarios pesqueros peruanos hacia la pesca sostenible. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 5(9), 32-42. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v5i9.662>
- Vázquez Gama, M. (2021). *Propuesta de Intervención con el modelo Motivacional ARCS de John Keller al Ambiente Virtual de Aprendizaje Moodle*. [Tesis de maestría Universidad de Guadalajara.]. Repositorio institucional, <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/3918>
- Vavra, T. G. (2002). *Cómo medir la satisfacción del cliente según la ISO 9001: 2000*. FC editorial. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=yid=HGy1eJxZVJkCyoi=fndypg=PA5ydg=Vavra,+T.+G.+\(2002\).+C%C3%B3mo+medir+la+satisfacci%C3%B3n+del+cliente+seg%C3%B3n+la+ISO+9001:+2000.+FC+editorial.yots=6gE3MW_Oppysig=TFFfmQMOGNaznFad51eIJ20PuDc](https://books.google.es/books?hl=es&lr=yid=HGy1eJxZVJkCyoi=fndypg=PA5ydg=Vavra,+T.+G.+(2002).+C%C3%B3mo+medir+la+satisfacci%C3%B3n+del+cliente+seg%C3%B3n+la+ISO+9001:+2000.+FC+editorial.yots=6gE3MW_Oppysig=TFFfmQMOGNaznFad51eIJ20PuDc)