



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**La AR como herramienta didáctica en la enseñanza
aprendizaje en la representación gráfica en Ingeniería
Civil**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

Sergio Andres Castillo Sanchez

**Asesor:
MSc. Ing. Christian Mario Varhen García**

Piura, mayo de 2021

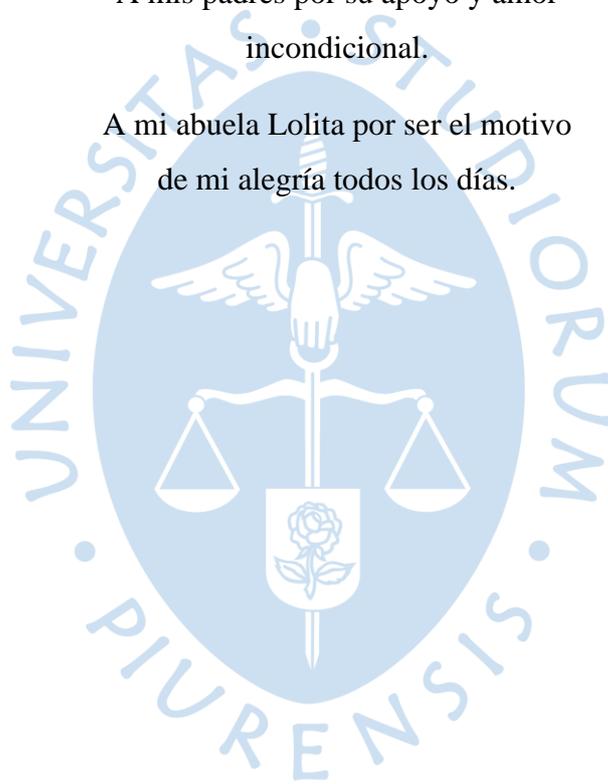


Dedicatoria

A Dios y a la virgen María Auxiliadora, gracias por ser mi fortaleza y mis principales pilares.

A mis padres por su apoyo y amor incondicional.

A mi abuela Lolita por ser el motivo de mi alegría todos los días.





Resumen Analítico-Informativo

La AR como herramienta didáctica en la enseñanza aprendizaje en la representación gráfica en Ingeniería Civil.

Sergio Andres Castillo Sanchez

Asesor(es): MSc. Ing. Christian Mario Varhen García

Tesis.

Ingeniero Civil

Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.

Piura, mayo de 2021

Palabras claves: Modelos CAD / realidad virtual / realidad aumentada / interfaces de visualizaciones / Marcadores.

Introducción: En este estudio se utilizó modelos en realidad aumentada (AR) como material didáctico utilizando la aplicación SketchUp para la creación de modelos iniciales en 3D y luego exportarlos a la aplicación Augment permitiendo la modelación en Realidad Aumentada. Estos modelos se utilizarán en la enseñanza de lectura de planos estructurales para los alumnos de Representación Gráfica en Ingeniería Civil (RGC) con el objetivo de evaluar el impacto del aprendizaje de los alumnos en las enseñanzas de la lectura de planos de estructuras.

Metodología: En el Semestre 2018-II, en el capítulo de lectura de planos de estructuras en edificaciones del curso de Representación Gráfica en Ingeniería Civil, se dictaron las diferentes sesiones de clase, en los cuales, la primera sesión se realizó utilizando como material didáctico el uso tradicional de presentación en diapositivas (PPTs) y planos en AutoCAD; la segunda y la tercera sesión con realidad aumentada. Al finalizar cada sesión de clase se evaluó lo aprendido en clase con una evaluación escrita, los cuales tuvieron los mismos tipos de preguntas para hacer una comparación de resultados. Adicionalmente se realizó una encuesta donde el alumno podía evaluar la experiencia de utilizar la realidad aumentada en clase.

Resultados: En la clase donde se utilizó realidad aumentada, se demostró que existe una tendencia creciente de aceptación en el uso de la realidad aumentada, como herramienta para la enseñanza – aprendizaje de las clases permitiendo que los alumnos generen un mayor conocimiento no solo en lo teórico sino también práctico.

Conclusiones: El estudio ha demostrado que el uso de la realidad aumentada como herramienta didáctica de enseñanza – aprendizaje mejora de manera significativa en los resultados obtenidos en las evaluaciones escritas y una mejora de la atención prestada en las sesiones de clase por evidencias en las encuestas respondidas por los alumnos.

Fecha de elaboración del resumen: 20 de mayo de 2021

Analytical-Informative Summary

La AR como herramienta didáctica en la enseñanza aprendizaje en la representación gráfica en Ingeniería Civil.

Sergio Andres Castillo Sanchez.

Asesor(es): MSc. Ing. Christian Mario Varhen García.

Tesis

Ingeniero Civil

Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.

Piura, mayo 2021.

Keywords: CAD models / virtual reality / augmented reality / display interfaces / trackers.

Introduction: In this study, Augmented Reality (AR) models were used as didactic material, using SketchUp, that is a computer program to model in 3D, and then that model is exported to Augment, that is an app to model in Augmented Reality; in this way, it was used in the teaching of reading about the structural models for students of the Graphic Representation in Civil Engineering (RGC) to evaluate the impact on student learning of 2D models of structures.

Methodology: In the semester 2018-II, in the chapter of reading models about Structures to the Graphic Representation in Civil Engineering course, the different class sessions were taught, where the first session was making the traditional use of PPTs and AutoCAD models; the second and third session was using Augmented Reality, in the end of each sessions, the comprehension of each student was evaluated with the qualified quiz, that quizzes had the same type of questions to compare the scores. Also, the experience had a fourth session that had a survey, where the student could evaluate and approve the Augmented Reality like a teaching tool.

Results: In the classes where Augmented Reality was used, it demonstrated that there is a growing tendency acceptance to the Augmented Reality as a teaching – learning tool, allowing students to generate greater knowledge, that knowledge is not only theoretical, but also practical.

Conclusions: This study has proved that the use of Augmented Reality as a teaching – learning tool improve significantly with the results obtained in the quizzes and an improvement in the attention given in the class session evidenced in the surveys answered by the students.

Summary date: may 20st, 2021.

Prefacio

La capacidad espacial es la habilidad de percepción básica para reconocer y entender objetos en el mundo físico. Esta capacidad es un requerimiento obligatorio para los estudiantes de Ingeniería Civil, y es necesario desarrollarla para lograr una óptima transferencia de objetos en tres dimensiones (3D) a proyecciones de dos dimensiones (2D) y viceversa.

Para alcanzar este objetivo, durante la carrera de ingeniería, se llevan cursos de dibujo los cuales facilitan el desarrollo de la capacidad espacial e instruyen al alumno sobre los fundamentos y normas para la representación y dibujo de planos para la construcción de obras civiles.

Las metodologías comúnmente empleadas para la enseñanza de estos cursos se basan en el estudio de representaciones en dos dimensiones, bien sea planos impresos o visualizaciones en aplicaciones de dibujo asistido por computadora, y su interpretación en tres dimensiones.

Estas metodologías presentan 2 problemas didácticos: La primera, los instrumentos de enseñanza son reducidos a dibujos en pizarra o papel; y segundo, el tiempo es limitado para la explicación del tema. Por otro lado, el desarrollo de capacidades espaciales es precaria en los estudiantes, ya que no tienen experiencia de campo (obra) y tienen carencia de interpretación y visualización, requisitos indispensables para la transferencia de plano 2D a estructura real 3D.

Para fortalecer estas habilidades se les muestra a los estudiantes imágenes estáticas en 3D, vistas isométricas, videos y fotografías. También, se programan visitas a obra en donde los estudiantes puedan visualizar los componentes y detalles constructivos. Sin embargo, todo este proceso pareciera insuficiente para ayudar en el aprendizaje del estudiante, por lo cual se plantea el uso de nuevas herramientas que permitan a los alumnos entender el lenguaje del dibujo y

mejorar su capacidad espacial como es el caso de la utilización de realidad aumentada (AR) en el proceso de enseñanza – aprendizaje.



Tabla de contenido

Introducción	1
Capítulo 1	3
Antecedentes	3
1.1. Aplicación de herramientas didácticas para enseñanza-aprendizaje de ingeniería civil para la representación gráfica.....	4
1.1.1. Modelos a escala	4
1.1.2. Planos en 2D.....	5
1.1.3. Modelos realidad virtual (VR)	6
1.1.4. Modelos realidad aumentada (AR)	8
1.2. Estudios sobre el uso de la realidad aumentada en la educación de la ingeniería.....	9
1.2.1. Realidad virtual y aumentada como herramientas de entrenamiento de habilidades espaciales	9
1.2.2. Uso de modelos de realidad aumentada en cursos de ingeniería gráfica	10
1.2.3. Realidad aumentada como apoyo a la formación de ingenieros industriales.....	11
1.2.4. Medición del potencial de la realidad aumentada en ingeniería civil	13
Capítulo 2	15
Marco teórico	15
2.1. Terminología empleada	15
2.2. Realidad aumentada.....	16
2.2.1. Funcionamiento y características	17
2.2.2. Elementos necesarios para su funcionamiento.....	19
2.2.3. Realidad aumentada y educación	21
2.2.4. Tipos de realidad aumentada y ventajas.....	22
2.2.4.1 Tipos de realidad aumentada.....	22

2.2.4.2	Ventajas de la realidad aumentada	23
Capítulo 3	.....	25
Planteamiento de la experiencia	.....	25
3.1.	Compilación de la información y objetivos	25
3.2.	Software para modelación 2D, 3D y realidad aumentada	26
3.2.1.	Software de modelos en 2D	26
3.2.2.	Software de modelos en 3D	26
3.2.3.	Software de modelos en realidad aumentada	27
3.3.	Modelación utilizada en la experiencia	27
3.3.1.	Modelación en 2D	27
3.3.2.	Modelación en 3D	29
3.3.3.	Modelación en realidad aumentada	30
3.4.	Diseños de controles y encuesta	32
3.4.1.	Diseños de controles	32
3.4.1.1.	Control 1	32
3.4.1.2.	Control 2	33
3.4.1.3.	Control 3	33
3.4.2.	Elaboración de encuestas	34
3.5.	Desarrollo de la experiencia	35
3.5.1.	Sesión 1	35
3.5.2.	Sesión 2	37
3.5.3.	Sesión 3	38
3.5.4.	Sesión 4	39
Capítulo 4	.....	41
Resultados de la experiencia	.....	41
4.1.	Resultados de controles y encuestas	41
4.1.1.	Resultados de controles	41
4.1.2.	Resultados de encuestas	45
Conclusiones	.....	51
Recomendaciones	.....	53
Referencias bibliográficas	.....	55
Apéndices	.....	59
Apéndice A.	Resultados complementarios	61
Apéndice B.	Controles	62

Apéndice C. Encuesta	65
Apéndice D. Evidencia fotográfica	67
Anexos	73
Anexo A. Manuales	75





Lista de figuras

Figura 1. Modelo a escala de construcción civil	5
Figura 2.- Proceso para la elaboración de una maqueta	5
Figura 3. Entorno de realidad virtual.....	7
Figura 4. Realidad aumentada empleando dispositivo móvil.....	9
Figura 5. Modelo tangible o marcador y modelo de realidad aumentada	11
Figura 6. Transición entre mundo real y mundo virtual.....	17
Figura 7. Ejemplo realidad aumentada.....	19
Figura 8. Plano de cimentación y detalles.....	28
Figura 9. Plano de aligerado y detalles.....	29
Figura 10. Modelo 3D de zapata.....	30
Figura 11. Modelo 3D de aligerado.....	30
Figura 12. Modelo exportado a realidad aumentada de la distribución de aceros de zapata, columna con viga de cimentación.....	31
Figura 13. Modelo en realidad aumentada de zapata con columna, con tracker.....	31
Figura 14.. Sesión 1 de elementos estructurales de cimentaciones.....	36
Figura 15.. Evaluación de la sesión 1.....	36
Figura 16. Sesión de clase 2 de elementos estructurales de cimentaciones mediante realidad aumentada.....	37
Figura 17. Evaluación de la sesión 2.....	38
Figura 18. Sesión de clase 3 de aligerados.....	38
Figura 19. Evaluación de la sesión 3.....	39
Figura 20. Aplicación de la encuesta para el uso de Realidad Aumentada.....	39

Figura 21. Evaluación de preguntas Tipo I	42
Figura 22. Evaluación de preguntas Tipo II.	43
Figura 23. Evaluación de preguntas Tipo III.....	45
Figura 24. Resultados de las preguntas 1, 2, 3 y 4.	47
Figura 25. Resultados de las preguntas 5, 6 y 7.	49



Introducción

El uso de la realidad aumentada (AR) constituye una herramienta novedosa y atractiva para los estudiantes. Su implementación como metodología complementa el aprendizaje y logra innovar en el proceso de enseñanza. Además, brinda diferentes posibilidades para desplazarse a contextos de formación fuera de los escenarios tradicionales educativos, interactuar en tiempo real con la realidad, visualizar fenómenos no perceptibles o constatar fenómenos, objetos o elementos estructurales desde diferentes perspectivas (Kauffmann, 2003).

En esta tesis se utilizaron modelos en realidad aumentada (AR) como material didáctico. Para ello se crearon modelos 3D haciendo uso de la aplicación SketchUp. Luego estos modelos fueron exportados a la aplicación Augment para su modelación en Realidad Aumentada.

Los modelos en Realidad Aumentada se utilizaron en la enseñanza de la lectura de planos estructurales a los alumnos del curso de Representación Gráfica en Ingeniería Civil (RGC) para mejorar su aprendizaje y capacidad espacial.

En el primer capítulo se abordaron las metodologías más comunes para la enseñanza en el ámbito de la ingeniería. Además, basados en investigaciones y estudios, se verificó la influencia de la realidad aumentada en la enseñanza de cursos de ingeniería.

En el segundo capítulo se desarrollaron conceptos básicos sobre la realidad aumentada y sus características principales, además se proporcionó la terminología empleada durante la tesis para poder facilitar el entendimiento del tema.

En el tercer capítulo a partir de bibliografía se trató el planteamiento de la experiencia, donde se explicó la ejecución de la tesis, como es el proceso de diseños de realidad aumentada, controles y encuestas para evaluar las sesiones de clases.

El cuarto capítulo incluye resultados obtenidos a partir de los controles y encuestas evaluadas en las sesiones de clase, con la discusión de datos de los resultados.



Capítulo 1

Antecedentes

Los métodos tradicionales para la enseñanza de dibujo técnico se basan en analizar los modelos en 2D y sus vistas ortogonales en los diferentes planos. Sin embargo, estos métodos tienen un uso limitado para conceptualizar la percepción del elemento representado, debido a una carencia de interacción entre el lector y los diseños (Chen, Lin Chi, Han Hung, & Chung Kang, 2014).

La enseñanza de dibujo técnico y representación gráfica se ha realizado empleando planos en 2D, de acuerdo a las especialidades de ingeniería, siendo considerada la herramienta más común y de mayor uso por las personas afines a las carreras de ingeniería (Varhen & Chang, 2015).

Esta herramienta presenta limitaciones al momento de plasmar la realidad, porque solo se cuenta con un modelo en 2D, con el cual se debe recrear mentalmente y con la ayuda de algunos cortes de detalles lo que se quiere hacer en la realidad. El uso de planos no es suficiente (vistas de planta, cortes, detalles, etc.) para que el alumno mejore su capacidad espacial, por lo tanto se recomienda el uso de nuevo material didáctico para ayudar a que el alumno mejore esta capacidad (Batie, 2006).

1.1. Aplicación de herramientas didácticas para enseñanza-aprendizaje de ingeniería civil para la representación gráfica

1.1.1. Modelos a escala

Pérez et al. (2009), sostienen que, a lo largo de la historia, se han utilizado los modelos a escala o maquetas como un medio de representación para mostrar de forma clara e inmediata las características de un proyecto complejo, así como, para comprender y controlar el resultado final de estos mismos.

Los modelos a escala (como se muestra en la figura 1) son empelados como una herramienta auxiliar para proyectar y mostrar proyectos de ingeniería, pero también son un buen material didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la lectura, interpretación y realización de los planos que definen un proyecto o sus diferentes elementos.

En las maquetas se plantea un modelo de representación tridimensional, fácil de ejecutar, no precisa de conocimientos especiales y es accesible a cualquier alumno. Además, refleja de forma clara y comprensible aquello que los planos expresan, a menudo de forma poco comprensible para los recientes alumnos. En la figura 2 se da a conocer el proceso seguido para la elaboración de una maqueta.

La elaboración de maquetas ayuda al alumno a comprender las relaciones que existen entre la representación bidimensional mediante planos normalizados y el correspondiente objeto tridimensional.

A pesar de que las maquetas facilitan el aprendizaje de los conceptos de alguna materia, actualmente los ordenadores y los programas de representación tridimensional, han hecho que las maquetas vayan perdiendo su funcionalidad (Pérez Carrión , y otros, 2009).

Cabe resaltar que a pesar de que el uso de maquetas como material didáctico presenta ventajas, también; presenta limitaciones debido a que se requiere tiempo para fabricarlas, capital invertido en materiales y ocupan mucho espacio para almacenarlas (Carazo Lefort, 2011).



Figura 1. Modelo a escala de construcción civil

Fuente: Pérez Carrión, y otros. (2009). Las maquetas como material didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la lectura e interpretación de planos en la ingeniería.

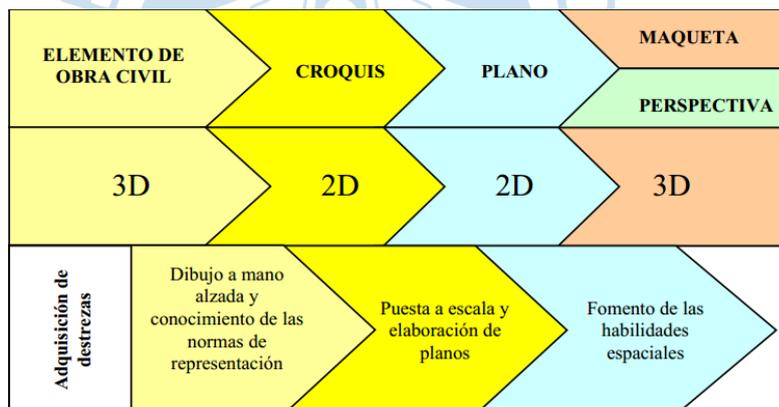


Figura 2. Proceso para la elaboración de una maqueta

Fuente: Pérez Carrión, y otros. (2009). Las maquetas como material didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la lectura e interpretación de planos en la ingeniería.

1.1.2. Planos en 2D

En un sentido amplio, podemos entender el Diseño Asistido por Computador (CAD) como la "aplicación de la informática al proceso de diseño". Es decir, un sistema informático que 'automatiza el proceso de diseño de algún tipo de ente, en este caso la representación gráfica de planos en 2D.

El éxito en la utilización de sistemas CAD radica en la reducción de tiempo invertido en los ciclos de exploración. Fundamentalmente por el uso de sistemas gráficos interactivos, que

permiten realizar las modificaciones en el modelo y observar inmediatamente los cambios producidos en el diseño.

El desarrollo de un sistema CAD se basa en la representación computacional de un modelo. Esto permite realizar automáticamente el dibujo de detalle y la documentación del diseño, y posibilita la utilización de métodos numéricos para realizar simulaciones sobre el modelo, como una alternativa a la construcción de prototipos.

Hay un gran número de aplicaciones que de uno u otro modo automatizan parte de un proceso de diseño. Actualmente, para casi cualquier proceso de fabricación o elaboración se dispone de herramientas informáticas que soportan este proceso.

Para ingeniería civil, en los diseños se coloca información en 2D, donde se da detalle a escala sobre lo que se plasmará o se ha plasmado en la realidad como son estructuras, arquitectura, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones de gas, plot plans, etc.

En ingeniería civil existen aplicaciones 2D y aplicaciones 3D, donde las simulaciones en 3D suelen estar relacionadas con el estudio de la resistencia y la carga del elemento representado (Torres, 2006).

1.1.3. Modelos realidad virtual (VR)

Sampaio, Ferreira, Rosario y Martins, (2010), afirman que en lo que se refiere a la educación, se puede esperar razonablemente que una facultad de ingeniería actualice constantemente los recursos computacionales en uso frecuente en las profesiones. La tecnología de realidad virtual (VR) podría aplicarse como complemento al modelado tridimensional (3D), lo que conduce a una mejor comunicación, ya sea en la formación profesional, en la educación o en la práctica profesional. Las técnicas de modelado 3D y VR se aplicaron al desarrollo de modelos relacionados con el proceso de construcción. Los modelos 3D creados para respaldar el diseño de rehabilitación emergen como una herramienta importante para el monitoreo de anomalías en estructuras y para asistir decisiones basadas en análisis visuales de soluciones alternativas.

La introducción de las técnicas de CAD y VR en la educación superior es útil para que los estudiantes se preparen para considerar estas tecnologías como apoyos importantes, más adelante en su práctica profesional.

Hoy en día, los modelos 3D y la tecnología VR se utilizan en los programas de ingeniería para ayudar tanto a los profesores como a los estudiantes. Ofrecen a los estudiantes la oportunidad de visualizar los conceptos de ingeniería que aprenden en el aula (Ver Figura 3) (Sampaio, Ferreira, Rosario, & Martins , 2010).

El modelado VR y 3D podría aportar a la educación en ingeniería y en el ámbito laboral. Este medio de expresión supera un dibujo, una imagen o un diagrama y hace que la comprensión del mundo real sea más intuitiva.

La realidad virtual es una tecnología que permite a los usuarios explorar y manipular entornos interactivos 3D en tiempo real. Esta tecnología ofrece ventajas tales como:

- Fidelidad representativa: grado de realismo de los objetos.
- El sentimiento de presencia o inmersión: como consecuencia del realismo de representación y alto grado de control.
- Alto nivel de participación: capacidad de mirar en objetos desde diferentes puntos de vista, y la capacidad de recoger, examinar y modificar objetos dentro del mundo virtual (Sampaio, Ferreira, Rosario, & Martins , 2010).



Figura 3. Entorno de realidad virtual.

Fuente: Sampaio, Ferreira, Rosario, & Martins. (2010). 3D and VR models in Civil Engineering education: Construction, rehabilitation and maintenance.

1.1.4. Modelos realidad aumentada (AR)

La realidad aumentada se puede definir como una tecnología que superpone objetos virtuales (componentes aumentados) al mundo real. Estos objetos virtuales parecen coexistir en el mismo espacio que los objetos en el mundo real (Akçayır & Akçayır, 2016).

Las aplicaciones con Realidad Aumentada (AR) tienen su auge aproximadamente en el año 2002, con la evolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones (Tics), que se implementaron en dispositivos móviles y se desarrollaron aplicaciones colaborativas con AR (Montecé Mosquera, Verdesoto Arguello, Montecé Mosquera, & Caicedo Camposano, 2017).

La realidad aumentada está ganando terreno constantemente y lo hace mostrando sus grandes beneficios en diferentes entornos. En el ámbito educativo, ya existen portales que proponen al docente el uso de herramientas tecnológicas en el aula. Su implementación en los diferentes niveles y disciplinas ha sido posible gracias a la diversidad de aplicaciones y software de AR que se están diseñando, donde el contenido de aprendizaje se muestra en modalidad virtual para complementar el contexto real y enriquecerlo (Montecé Mosquera, Verdesoto Arguello, Montecé Mosquera, & Caicedo Camposano, 2017).

Esta tecnología aporta al enriquecimiento del proceso enseñanza aprendizaje debido a que brinda al usuario: interacción, entretenimiento y motivación en su aprendizaje (ver Figura 4) (Montecé Mosquera, Verdesoto Arguello, Montecé Mosquera, & Caicedo Camposano, 2017).

Una de las razones más importantes por las que la tecnología AR se usa tanto es que ya no requiere hardware¹ costoso ni equipos sofisticados, como pantallas montadas en la cabeza (HMD). La tecnología ahora se puede utilizar con computadoras o dispositivos móviles. Por lo tanto, usar la tecnología AR no es tan difícil como lo fue en el pasado (Akçayır & Akçayır, 2016).

¹ Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.



Figura 4. Realidad aumentada empleando dispositivo móvil.

Fuente: Sora Templates. (2017). CAD BIM 3D. [Folleto].
www.cadbim3d.com/2017/01/realidad-aumentada-mejorar-edificacion.html

1.2. Estudios sobre el uso de la realidad aumentada en la educación de la ingeniería

1.2.1. Realidad virtual y aumentada como herramientas de entrenamiento de habilidades espaciales

Dünser, Steinbül, Kaufmann y Glück, (2010), realizaron un estudio a 215 estudiantes de secundaria en Viena, que asistían a 5° grado (secundaria técnica) y 11° grado (secundaria). Ciento cuatro (48,4%) eran mujeres, y la edad promedio fue de 17 años 0 meses (mínimo 14 años 2 meses, máximo 20 años 3 meses).

El interés de la investigación fue determinar si la capacidad espacial puede ser entrenada utilizando una aplicación de AR e identificar qué aspecto de ésta puede ser entrenadas específicamente. Adicionalmente en el grupo de entrenamiento fue dividido por género, utilizando diferentes tipos de entrenamiento, investigando los efectos que tiene la tecnología AR sobre la capacidad espacial.

Los resultados obtenidos indican que la realidad aumentada se puede utilizar para desarrollar herramientas útiles para el entrenamiento de habilidades espaciales. Sin embargo, las medidas de habilidad espacial tradicionales probablemente no cubren todas las habilidades que se usan cuando se trabaja en espacios tridimensionales. Por lo tanto, se pueden implementar estas nuevas herramientas para medir la habilidad espacial directamente en 3D.

Los estudios futuros también deben tener en cuenta las diferencias individuales, especialmente las diferencias de género. Como se encontró en este estudio, los estudiantes masculinos y femeninos mostraron resultados de capacitación bastante diferentes. Un objetivo

debe ser desarrollar tecnologías y aplicaciones de las que todos los usuarios puedan beneficiarse por igual (Dünser, Steinbügl, Kaufmann, & Glück, 2010).

Dentro de las aplicaciones más conocidas de la AR en la educación encontramos al proyecto Magic Book del grupo activo de Nueva Zelanda. El proyecto mostró que los docentes descubrieron distintas maneras de enseñar y aprender, utilizando la visualización directa o indirecta de elementos del mundo real combinados o aumentados con elementos virtuales generados por una aplicación en un dispositivo móvil (Tamami Dávila, 2017).

1.2.2. Uso de modelos de realidad aumentada en cursos de ingeniería gráfica

El estudio realizado por Sampaio, Ferreira, Rosário y Martins (2010), manifiesta que la introducción de nuevas tecnologías, como el uso didáctico de los modelos de realidad aumentada, muestran la secuencia de los procesos constructivos de un proyecto, permitiendo su visualización más a detalle. En esta investigación, los modelos mostrados fueron de un muro; como un componente significativo de una construcción y dos tipos de puentes, cada uno con diferentes tipos de detalles e información técnica respectivamente.

En las facultades donde se llevan cursos de representación gráfica, se introduce la enseñanza de cursos de CAD en el primer año del programa académico. En cursos posteriores, se utilizan las computadoras como herramientas para el diseño de planos, modelos en 3D y AR. Sin embargo, el objetivo de la investigación es que los alumnos tengan la oportunidad de utilizar los diferentes modelos en 3D y AR como herramientas didácticas, proporcionando soporte en la elaboración de alternativas en el diseño de modelos 3D y AR.

Un estudio realizado en Taiwán (Chen, Lin Chi, Han Hung, & Chung Kang, 2014) muestra en primer lugar, la experiencia de enseñar a usar el modelo tangible o marcador y modelo de realidad aumentada, para que los participantes del estudio se familiaricen con el proceso y funcionamiento del sistema de realidad aumentada (Ver Figura 5). El grupo de estudio consistió de treinta y seis estudiantes de tercer año de una facultad inscritos en un curso relacionado con dibujo técnico sin experiencia previa con aplicaciones de realidad aumentada.

Posteriormente, se realizó una evaluación, la cual se centró en las transformaciones espaciales, que incluían la transformación de imágenes 2D en objetos 3D y la asignación de

objetos 3D en imágenes 2D. Se empleó la biblioteca ARToolKitPlus que incluye todas las características geométricas utilizadas en cursos de ingeniería gráfica.

Después de la evaluación, se pidió a los participantes que completaran un cuestionario para recopilar sus opiniones sobre la prueba. Más del 90% de los participantes pensaron que el modelo tangible era útil para mejorar la capacidad espacial y aumentó su interés en el tema. Alrededor del 75% de los participantes estuvieron de acuerdo en que el modelo de realidad aumentada puede aumentar su interés en el aprendizaje y contribuir a un plan de estudios diversificado.



Figura 5. Modelo tangible o marcador y modelo de realidad aumentada

Fuente: Chen, Lin Chi, Han Hung, & Chung Kang. (2014). Use of Tangible and Augmented Reality Models in Engineering Graphics Courses.

1.2.3. Realidad aumentada como apoyo a la formación de ingenieros industriales

Este estudio fue realizado por los autores Álvarez, Castillo y Pizarro, (2017) aplicado en la asignatura de la mecánica de fluidos. Se tomó como referencia estudios mixtos basados en el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje en realidad aumentada y la ingeniería de software basada en componentes.

Los autores determinaron, una estructura metodológica para la incorporación y práctica del estudio mencionado en el párrafo anterior:

Fase 1, Análisis de la problemática: En esta fase se reúnen todo un conjunto multidisciplinario conformado por el especialista técnico, diseñador de vistas y un ingeniero de sistemas con la finalidad de definir aspectos concernientes a objetos virtuales de aprendizaje.

Fase 2, Diseño y selección de herramientas: Se implementa los contenidos informativos, las actividades y se diseñan los objetivos de diseño en la estructura de los objetos virtuales.

Fase 3, Construcción y adaptación de los componentes de ingeniería: En esta fase se deben realizar los marcadores de realidad aumentada correspondiente a cada objeto virtual. Llevándose a cabo el desarrollo de la aplicación que corresponde a la formación de los objetos virtuales como tal, utilizando cada uno de los elementos generados en las fases anteriores como los modelos 3D, contenidos teóricos, contenidos evaluativos, audios y marcadores.

Fase 4, Evaluación e implementación: En esta fase se realiza el proceso de evaluación a los objetos virtuales, primero bajo la supervisión del personal calificado, tomando como base los requerimientos funcionales y no funcionales. Luego por el público al cual van dirigidos los objetos virtuales. En esta instancia se pueden aplicar encuestas, actas u otras actividades que sirvan como evidencia del proceso.

La experiencia desarrollada busca que los estudiantes interactúen directamente con un ejercicio de la asignatura de mecánica de fluidos que tiene como objetivo detectar, que en el estudiante comprendan los conceptos de estática de los fluidos, en cuanto a la determinación de la fuerza resultante, generada por las presiones que actúan sobre la superficie.

Para la selección de hardware y software, se usaron smartphone y tablets y la plataforma Windows para desarrollar la experiencia en realidad aumentada. Luego se generaron los códigos AR de cada modelo o marcadores.

A los estudiantes se les mostró el ejercicio que deben desarrollar, y con la utilización de smartphones y tablets cada estudiante pudo visualizar desde diferentes perspectivas la imagen en realidad aumentada correspondiente al OVA (Objeto Virtual de Aprendizaje) desarrollado como apoyo visual al ejercicio.

Al finalizar el estudio se aplicó una encuesta de opinión para la valorización del OVA (Objeto Virtual de Aprendizaje) en la que participaron 61 estudiantes. Los resultados fueron muy satisfactorios, obteniendo un promedio de 4,3 en una escala de 0 a 5. Los aspectos mejor valorados fueron: "la imagen AR conectada lógicamente con el texto, cumple un papel didáctico en mi aprendizaje" y "la imagen AR que acompaña el texto, llama la atención y no pasa desapercibida", ambas con un 4,5, seguidas de las características "la relación texto/imagen AR, facilita la mejor comprensión de los contenidos" (4.4) , "en general, siento que la imagen AR como estrategia visual, incide positivamente en mi aprendizaje" (4.4) , "la manera en que se representan los contenidos en AR, facilita notoriamente la comprensión y el aprendizaje de los contenidos" (4,4), "la imagen AR logra apoyar, sintetizar y complementar al texto, facilitando

el aprendizaje de los contenidos" (4,2) y "la manera en que se representan los contenidos en AR genera notoriamente en mí, procesos de pensamiento para la construcción de nuevo conocimiento" (4,0).

Álvarez, Castillo y Pizarro concluyeron que en esta tecnología el estudiante tiene una mejor comprensión visual apropiada con respecto a la problemática, debido a que muchos aspectos no se pueden visualizar fácilmente en la forma tradicional en la que se plantean estos ejercicios.

1.2.4. Medición del potencial de la realidad aumentada en ingeniería civil

Los principales temas que se abordaron en esta investigación fueron:

- La realidad aumentada podría tener un uso potencial en la ingeniería civil.
- Cuán grande es este potencial en comparación con otras tecnologías.
- Cuáles son las principales barreras para su implementación.

Durante la investigación de Meža, Turk y Dolenc (2015) se desarrolló una metodología usando realidad aumentada para evaluar el uso potencial de la tecnología en la ingeniería civil; para ello se construyó un prototipo el cual fue probado en un sitio de construcción real utilizando el método de investigación-acción.

Luego se realizaron un conjunto de entrevistas estructuradas con usuarios potenciales para comparar el prototipo con los métodos de presentación convencionales.

Empleando la metodología, se concluyó que se espera que la realidad aumentada sea un paso tan grande como la transición de los dibujos lineales en 2D a las proyecciones fotorrealistas² en 3D. La principal barrera para la adopción es la naturaleza conservadora de las empresas de construcción y el tamaño de los modelos de información de construcción.

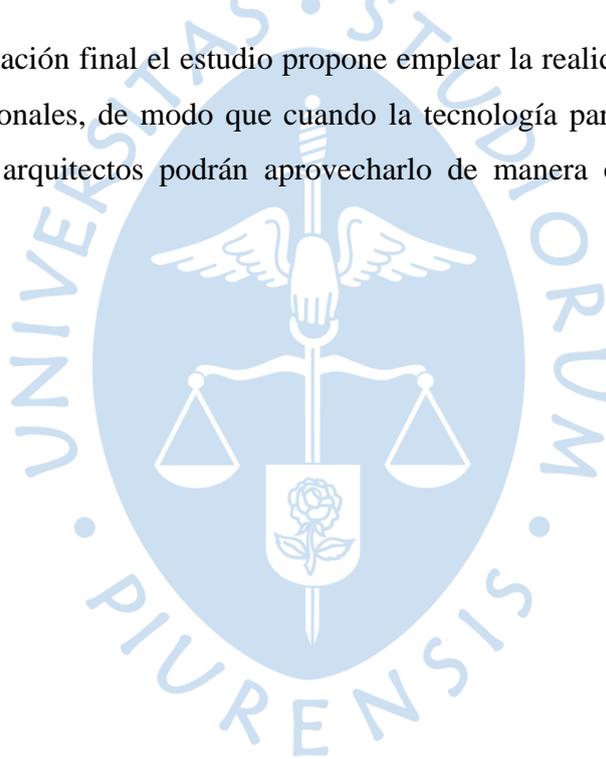
La investigación además confirma que la realidad aumentada puede contribuir significativamente a la comprensión de la documentación del proyecto en varias etapas de construcción en especial en las etapas iniciales de desarrollo.

² Es la cualidad de una imagen generada por computadora que trata de imitar las imágenes generadas por cámaras fotográficas.

Se comparó cuantitativamente (1) la visualización de preliminares diseño y (2) el seguimiento del progreso de la construcción. La comparación mostró que la realidad aumentada es mejor que cualquier otra técnica de presentación. Las respuestas mostraron que el modo 3D es aproximadamente un 7% mejor que el 2D, mientras que AR podría mejorar el 3D hasta un 20%. Con eso se confirmó esencialmente la hipótesis de la investigación.

Los expertos en el campo de la arquitectura, la ingeniería y la construcción han evaluado que el funcionamiento actual del prototipo presentado en la investigación de Meža, Turk y Dolenc (2015) puede ser más útil en el proceso de comunicación entre los ingenieros y los inversionistas. También se concluye que el prototipo presentado permite ver y estimar si el trabajo en el sitio se realiza de acuerdo con las expectativas definidas en el programa.

Como recomendación final el estudio propone emplear la realidad aumentada junto con los métodos convencionales, de modo que cuando la tecnología para la realidad aumentada madure ingenieros y arquitectos podrán aprovecharlo de manera óptima (Meža, Turk, & Dolenc, 2015).



Capítulo 2

Marco teórico

En el siguiente capítulo se desarrollaron conceptos básicos sobre la realidad aumentada y sus características principales, además de tratar la terminología empleada durante la tesis para poder facilitar el entendimiento del tema.

2.1. Terminología empleada

Realidad aumentada: Conjunto de tecnologías que permiten que se visualice en el mundo real, a través de un dispositivo tecnológico, información gráfica virtual.

Modelo 3D: Representación matemática de un objeto tridimensional a través de un software especializado.

Modelo 2D: Representación geométrica de un objeto como figura bidimensional. Pese a que todos los elementos reales son tridimensionales, un modelo 2D representa vistas o cortes de dichos elementos y son representados por medios de algún software especializados.

Representación gráfica para civiles (RGC): Curso de tercer ciclo de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de Piura (UDEP), donde se tiene como fin enseñar la lectura e interpretación de los elementos gráficos que presentan los planos de diversas especialidades de la ingeniería civil.

Capacidad espacial: Capacidad que tiene un individuo frente a aspectos como color, línea forma, figura, espacio y la relación que existe entre ellos.

Realidad virtual: Es un entorno de escenas de apariencia real generado por tecnología informática. El entorno de Realidad virtual es contemplado por el usuario a través de gafas o cascos de realidad virtual.

Diseño asistido por computadora (CAD): Es una técnica de dibujo contemporánea con la cual se puede realizar dibujos y/o planos mediante un ordenador.

AutoCAD: Software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por Autodesk.

SketchUp: Es un software de modelado 3D que permite modelar edificios, escenarios, mobiliario, personas y cualquier objeto o artículo que imagine el usuario.

Augment: Herramienta que permite visualizar elementos 3D en tamaño natural, permitiendo interactuar en escenarios reales, haciendo uso de la realidad aumentada.

Planos: Representación esquemática, en dos dimensiones y a determinada escala, de un terreno, una población, una máquina, una construcción, etc.

Material Didáctico: Es aquel que reúne medios y recursos para facilitar la enseñanza y aprendizaje.

Metodología de enseñanza: Instrucción impartida por los docentes para lograr el aprendizaje deseado por los estudiantes. Son estrategias que buscan la eficiencia de la comprensión de los estudiantes.

Maquetas: Construcción a escala de un objeto, edificación, terreno, relieve, corte, etc.; con la finalidad de mostrar su funcionalidad, volumetría, etc.

Tecnologías de información y comunicaciones (TIC): Son el conjunto de tecnologías desarrolladas para gestionar información.

2.2. Realidad aumentada

La realidad aumentada (AR) es una tecnología que permite la combinación de información digital e información física en tiempo real a través de diferentes dispositivos tecnológicos; es decir consiste en utilizar un conjunto de dispositivos tecnológicos que añaden información virtual a la información física. Se trata de una tecnología que permite agregar un objeto irreal a un contexto real (Cabero Almenara & Barroso Osuna, 2016).

Es este elemento del "contexto real" el que diferencia la realidad aumentada de la realidad virtual (VR) ya que la realidad aumentada no sustituye la realidad física, sino que sobreimprime información añadiendo esa información en el contexto de la realidad existente, por ejemplo, permitiendo ver cómo queda un escritorio en el salón de un potencial cliente. A diferencia de la AR, la VR "transporta" al usuario fuera del mundo real, reemplazando este mundo por el mundo virtual creado sintéticamente por ordenador. La Figura 6 muestra la transición entre el mundo real y el mundo virtual y cómo, entre medias, el espacio está dominado por una realidad mixta donde están ambos presentes (División de Tecnologías Multimedia del Instituto Tecnológico de Aragón, 2014).



Figura 6. Transición entre mundo real y mundo virtual.

Fuente: División de Tecnologías Multimedia del Instituto Tecnológico de Aragón. (2014). Análisis: realidad aumentada aplicada a entornos industriales.

2.2.1. Funcionamiento y características

La realidad aumentada es una tecnología que integra señales captadas del mundo real (típicamente video y audio) con señales generadas por computadores (objetos gráficos tridimensionales y bidimensionales); las hace corresponder para construir nuevos mundos coherentes, complementados y enriquecidos – hace coexistir objetos del mundo real y objetos del mundo virtual.

Esta tecnología aprovecha las tecnologías derivadas de la visualización para construir aplicaciones y contenidos:

- Del procesamiento de imágenes emplea la cualidad de resaltar aspectos en las imágenes captadas por la cámara de video, y extrae propiedades geométricas del entorno (posición tridimensional, patrones fiduciaros para el reconocimiento y ubicación de objetos susceptibles a sustitución, etc.).

- De los gráficos por ordenador toma la síntesis de objetos tridimensionales y sus transformaciones, mientras que gracias a las interfaces de usuario³ ha sido posible la construcción de nuevos objetos en estos mundos mixtos (real-virtual).
- Un sistema de realidad aumentada general se inicia con el registro de las señales del mundo real (video y audio). Estas señales son procesadas por un sistema de realce de objetos para preparar la imagen para la segmentación o extracción de objetos y el reconociendo de patrones y marcas fiduciaras⁴. Este proceso permite determinar en dónde hay que remplazar un objeto real por uno virtual, cuál objeto virtual debe colocarse sobre el espacio real (el espacio de video e información) y en qué posición y perspectiva.

Para agilizar el proceso y permitir la interactividad, la cual requiere de gráficos en tiempo real, es conveniente que la correspondencia entre patrones, marcas fiduciaras, rasgos geométricos del entorno, la posición tridimensional y la perspectiva de dibujado de los objetos virtuales sea preparada con anticipación. Esto es: que se cree una base de datos y se entrene al sistema para evitar muchos cálculos en tiempo de ejecución. Algunos de estos cálculos pueden ser preparados. Sin embargo, la síntesis de imágenes en su posición y perspectiva correctas, que permita lograr una correspondencia geométrica entre los mundos virtual y real (que el nuevo espacio se coherente para usuario), debe realizarse en tiempo real y de forma interactiva. Esta alineación de ambos mundos se logra extrayendo información tridimensional de las imágenes de video (en dos dimensiones) a partir de marcas fiduciaras en el mundo real y de rasgos de perspectiva que pueden ser extraídos del entorno real (los contornos de muros, geometrías simples y conocidas o medidas previo a la generación del contenido, entre otras técnicas). Esta característica restringe las aplicaciones de realidad aumentada en mundos virtuales específicos a mundos reales; de otra forma, la demanda de cálculo exige ordenadores potentes.

Cuando se conocen las propiedades de la imagen (se establecen la serie de transformaciones que han de aplicarse al objeto virtual; así como los parámetros de la cámara virtual y la iluminación), se sintetizan y se pasan al proceso de composición de la señal de video de salida, la cual se fusiona siguiendo reglas con la señal de video original para formar la escena

³ Medio con que el usuario puede interactuar con una máquina, equipo, computadora o dispositivo.

⁴ Objeto utilizado para la observación de sistemas de imágenes, el cual aparece en la imagen para ser usado como punto de referencia o de medida.

virtual. Esta nueva señal, mezcla de ambos mundos, es transferida a los monitores o proyectores. Por último, esta señal que contiene una reconstrucción visual (sonora y cualquier otra señal registrada o sintetizada) de la escena objetivo de la aplicación, es dirigida al sistema visual humano. En la Figura 7 se muestra el proceso resumido de realidad virtual.

Lo que ve el usuario es una interpretación producto de un proceso neuropsicológico. La concatenación de estos procesos resulta en un sistema con las siguientes características, las cuales definen la realidad aumentada:

- Combina objetos reales y virtuales en nuevos ambientes integrados: escena tridimensional generada por un ordenador.
- Las señales y su reconstrucción se ejecutan en tiempo real: la representación virtual se sincroniza con los movimientos del usuario y/ o de la cámara de video.
- Las aplicaciones son interactivas.

Los objetos reales y virtuales son registrados y alineados geoméricamente entre ellos y dentro del espacio, para darles coherencia espacial (Abril Redondo, 2012).

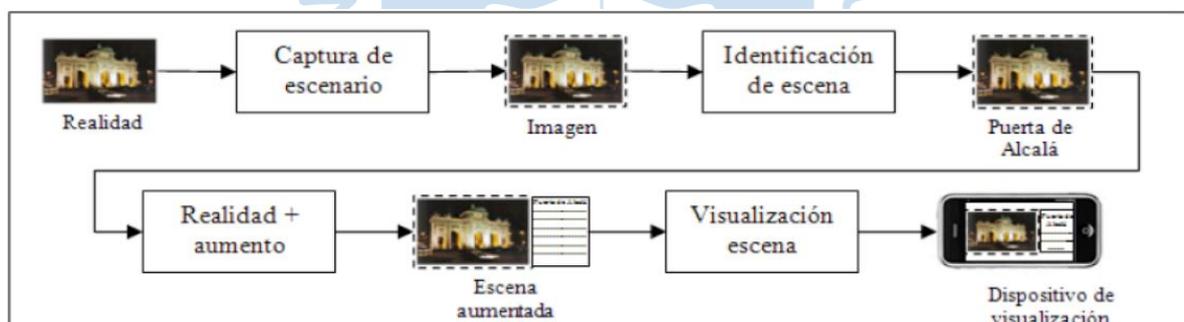


Figura 7. Ejemplo realidad aumentada.

Fuente: Abril Redondo. (2012). Realidad aumentada.

2.2.2. Elementos necesarios para su funcionamiento

Un sistema de realidad aumentada consiste en tres simples fases. Una primera fase de reconocimiento, una segunda fase de seguimiento y la última fase de mezclar/alinear la información del mundo o del objeto virtual debe estar correctamente alineada con la imagen del mundo real. Teniendo esto en cuenta, se van a detallar los elementos necesarios para ejecutar la realidad aumentada:

- Un elemento que capture las imágenes de la realidad que están viendo los usuarios. Basta para ello una sencilla cámara presente en el teléfono, tableta o gafas de AR.
- Por otro lado, se necesita un elemento sobre el que proyectar la mezcla de las imágenes reales con las imágenes sintetizadas. Este elemento puede ser una pantalla de ordenador, de móvil o el display⁵ de unas gafas de realidad aumentada.
- En tercer lugar, es preciso tener un elemento de procesamiento, o varios de ellos que trabajen conjuntamente. Su cometido es el de interpretar la información del mundo real que recibe el usuario, generar la información virtual que cada servicio concreto necesite y mezclarla de forma adecuada. En la actualidad, el procesamiento de los smartphones⁶, tabletas y ordenadores es muy elevado, pero aún está limitado en el caso de las gafas de realidad aumentada.
- Finalmente se necesita un elemento al que podríamos denominar «activador de realidad aumentada». En un mundo ideal el activador sería la imagen que están visualizando los usuarios, ya que a partir de ella el sistema debería reaccionar. Pero, dada la complejidad técnica que este proceso requiere, en la actualidad se utilizan otros elementos que los sustituyen. Se trata entonces de elementos de localización como los GPS que en la actualidad van integrados en gran parte de los Smartphone, así como las brújulas y acelerómetros que permiten identificar la posición y orientación de dichos dispositivos, así como las etiquetas o marcadores del tipo RFID⁷, o en general cualquier otro elemento que sea capaz de suministrar una información equivalente a la que proporcionaría lo que ve el usuario, como por ejemplo sensores (División de Tecnologías Multimedia del Instituto Tecnológico de Aragón, 2014).

En el estudio de los autores Pérez, Vélez, Domínguez, & Moreno, (2018) requieren el uso de aplicaciones portátiles para entornos AR, por lo tanto citan componentes como:

- **Hardware:** Conformado por un sistema de display para la visualización del objeto virtual, un dispositivo captador de video y una Pc para el procesamiento de datos.

⁵ Dispositivo de un aparato electrónico o pantalla donde se muestra visualmente cierta información.

⁶ Teléfono celular con pantalla táctil, que permite al usuario conectarse a internet, gestionar cuentas de correo electrónico e instalar otras aplicaciones y recursos a modo de pequeño computador.

⁷ Radio Frequency Identification: Se trata de una tecnología que permite, a través de chips, identificar de manera remota el objeto en el que está colocado mediante una señal de radio.

- **Software:** Es necesario el uso del software para el desarrollo del objeto virtual y software para la creación del patrón o marcador.
- **Interfaces de visualización:** Dentro de las tendencias de interacción AR se encuentra el uso de dispositivos heterogéneos y la integración con el mundo físico a través de interfaces tangibles.
- **Displays:** Los displays se pueden clasificar en visualización de entornos virtuales y visualización de entornos reales: pantallas montadas en la cabeza, pantallas manuales y pantallas proyectivas.
- **Marcadores:** Un marcador o patrón es una imagen que mediante la computadora o cualquier dispositivo que cuente con el software apropiado, procesa, y de acuerdo a la programación definida para esa imagen, le incorpora los objetos 3D.
- **Calibración:** Los sistemas de AR requieren de una extensa calibración para generar un registro preciso en lo que se incluyen los parámetros de la cámara, el campo de visión, ubicación geográfica de los objetos, offsets de sensores, entre otros (Pérez Bautista, Vélez Díaz, Domínguez Ramírez, & Moreno Gutiérrez, 2018).

2.2.3. Realidad aumentada y educación

La Realidad Aumentada es una tecnología emergente que está adquiriendo un gran impulso en el terreno educativo como herramienta de enseñanza – aprendizaje. La tecnología de la AR nos ofrece diferentes posibilidades para desplazarnos a contextos de formación fuera de los escenarios tradicionales, interactuar en tiempo real con la realidad, visualizar fenómenos no perceptibles y comparar un objeto o fenómeno desde diferentes perspectivas.

Estos aspectos están provocando que en los últimos cuatro años el número de artículos publicados en el campo de la educación haya aumentado progresivamente. Pero cuando nos referimos a su inserción en el ámbito educativo, si se reflexiona sobre los modelos y paradigmas educativos y teorías educativas y psicológicas que deben dar cobertura a esta tecnología, así como sobre el papel que los docentes y alumnos deben jugar con las mismas, se encuentra con un caso similar al de otras tecnologías que se presentaron como el futuro y no llegaron al presente (Cabero Almenara & Barroso Osuna, 2016).

En la educación primaria se proporciona una educación común en la que todos los niños alcancen unos aprendizajes básicos como la expresión oral, la lectura, escritura, cálculo

aritmético. Las principales aplicaciones de la realidad aumentada en esta etapa incluyen varias materias, por ello es necesario que el maestro sea competente en todas las áreas de ese nivel. Un ejemplo es aumentar un libro de papel con animaciones creadas por los niños. Se pueden crear libros en 3D a través de varias páginas web, en las cuales se puede observar el proceso de producción, distintos juegos con la realidad aumentada.

En la educación secundaria, los profesores atienden las materias por especialidades. Un ejemplo es una aplicación en la cual aparecen puntos clave (edificios, monumentos, teatro) de una zona, geolocalizados, los cuales permitan al usuario que utilizar la aplicación logren llegar hasta ellos desde su posición. También se incorpora información o una breve descripción de esos puntos clave en varios idiomas (Cabero Almenara & Barroso Osuna, 2016).

Por último, en la etapa universitaria, un uso de realidad aumentada, en una carrera como ingeniería, es la visualización virtual de estructuras culminadas antes de la realización del proyecto.

La realidad aumentada hoy en día está alcanzando un gran auge en el contexto universitario, ya que puede ser un instrumento muy motivador para los estudiantes, sobre todo en aquellas materias que requieran el aprendizaje de teorías, mecanismos de sistemas, etc. (Cabero Almenara & Barroso Osuna, 2016).

Otro de los sectores en que se aplica la realidad aumentada es el turismo mediante el diseño de guías o asistentes personales permite realizar un recorrido en museos por las diversas salas y brindar información adicional sobre las piezas que observan los visitantes. Con un discurso didáctico y personalizado, utilizando marcadores, se hace posible que el visitante interactúe con el objeto virtual como si fuera real, mediante la manipulación de estos (Alvites Huamani, 2016).

2.2.4. Tipos de realidad aumentada y ventajas

2.2.4.1 Tipos de realidad aumentada

Los autores Hurtado y Ruiz (2019), dividen en dos tipos a la AR:

- Realidad aumentada geolocalizada: Hace referencia a su determinación por activadores, tiggers o desencadenantes de la información que son los sensores que indican el posicionamiento del dispositivo móvil. Dentro de los sensores que

especifican la posición del dispositivo móvil se encuentran: son: GPS, Acelerómetro y la Brújula.

- Realidad aumentada basada en marcadores: Los marcadores son los impulsores de la comunicación de la realidad aumentada. Estos se dividen en 3 tipos:
 1. Códigos QR: Es un conjunto de imágenes bidimensionales que se descodifican con un teléfono móvil y que permiten dar información más directa al usuario.
 2. Markerless NFT: Son aquellos que accionan la comunicación entre figuras y elementos existentes.
 3. Marcadores: Son diseños que el teléfono inteligente será capaz de localizar para integrar la realidad Aumentada (Hurtado Bravo & Ruiz Torres, 2019).

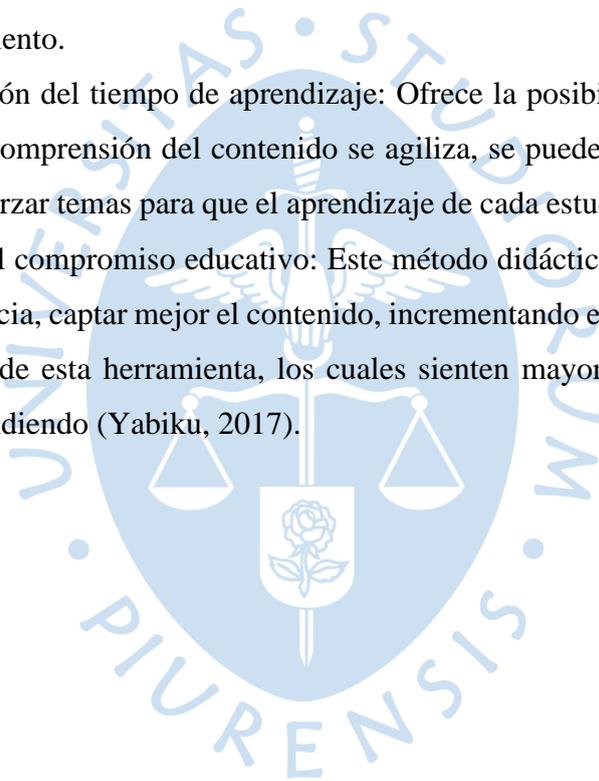
2.2.4.2 Ventajas de la realidad aumentada

Según Yabiku (2017) las ventajas de la realidad aumentada son las siguientes:

1. Integración con otros métodos educativos: esta herramienta puede aplicarse con nuevos modelos pedagógicos como lo es el e-learning por ejemplo, y se puede aplicar con diferentes dispositivos, lo cual implica que los estudiantes no tengan que comprar aparatos dispendiosos. Además, es una manera que favorece el nivel de comprensión de una clase gracias a su practicidad.
2. Llama la atención de los estudiantes: Se trata de un medio que les permite indagar y visualizar aquello que les rodea desde diferentes ángulos, llamando su atención e impulsándolos a desarrollarse a través de ella, ya que el ámbito tecnológico les suele generar curiosidad.
3. Motiva a los estudiantes: Los estudiantes acostumbran a adentrarse en el entorno y entender con mayor facilidad el contenido lo cual los motiva en su proceso de aprendizaje.
4. Libros interactivos: Los textos educativos se han vuelto más atractivos gracias a las imágenes de 3D que pueden visualizar los estudiantes con una explicación sobre cada una de ellas. De esta manera la información se vuelve atractiva y su aprendizaje interactivo.
5. Aplicaciones online: Hoy en día el aprendizaje online es posible también a través de la realidad aumentada, de hecho, se puede obtener por medio del uso de

dispositivos que cualquier estudiante posee en casa. Si alguien ya tiene un curso de e-learning puede agregar este tipo de herramienta a sus clases y darle un valor agregado.

6. Simulación de escenarios: La realidad aumentada permite realizar simulación de algunos escenarios. Por medio de aplicaciones que trabajen con este tipo de herramientas, los usuarios pueden llegar a percibir como si se encontraran en otras partes del mundo sin tener que moverse.
7. Incrementa la calidad de aprendizaje: Permite que los conceptos y teorías sean comprendidos con mayor practicidad y facilidad. En el caso de la medicina hace posible la representación del cuerpo humano en conjunto con la explicación de su funcionamiento.
8. Optimización del tiempo de aprendizaje: Ofrece la posibilidad de ahorrar tiempo, ya que la comprensión del contenido se agiliza, se puede dedicar tiempo en otras clases, reforzar temas para que el aprendizaje de cada estudiante sea más completo.
9. Favorece el compromiso educativo: Este método didáctico hace posible compartir la experiencia, captar mejor el contenido, incrementando el compromiso de quienes hacen uso de esta herramienta, los cuales sienten mayor vinculación con lo que están aprendiendo (Yabiku, 2017).



Capítulo 3

Planteamiento de la experiencia

3.1. Compilación de la información y objetivos

La importancia de la presente investigación radica en el uso de aplicaciones informáticas que fortalecen el aprendizaje mediante vivencias que puedan experimentar a través del uso de la realidad aumentada dentro del aula de clases el cual permitirá que el estudiante participe de manera activa y motivada en el proceso de aprendizaje asegurando así la retención de momentos emotivos y cognitivos para su aprendizaje autónomo.

La enseñanza en el curso de Representación Gráfica para la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de Piura, es mediante el uso de diapositivas y planos como herramientas del proceso de enseñanza – aprendizaje. La finalidad del curso es que el estudiante consiga comprender e interpretar los diferentes tipos planos que verá a lo largo de su carrera.

Con estas herramientas, al estudiante se le dificulta la comprensión de los planos en estudio, ocasionando falta de interés de los temas tratados en el aula de clases.

La experiencia con la herramienta de realidad aumentada se llevó a cabo en la lectura e interpretación de planos de estructuras en edificaciones. El capítulo dedicado a este tema constó de 4 sesiones de clase. En la etapa de planificación se escogieron los temas a tratar y la información que se mostró en las sesiones, así como los criterios de evaluación tanto de la comprensión en clase como de la conformidad de esta nueva metodología. Luego, se continuó con la elaboración de los modelos de 3D de los cortes y detalles que se mostrarían en los planos

en clase; por último, estos modelos 3D se exportaron a realidad aumentada a la par se elaboraron los trackers (marcadores) donde se plasmaron los modelos en AR.

Asimismo, se elaboraron controles donde se evaluaron la comprensión de los alumnos en clase luego de aplicar cada herramienta de enseñanza – aprendizaje; como los planos y diapositivas, así como los modelos de realidad aumentada. Finalmente se elaboró una encuesta, donde se seleccionó la escala de Likert en una escala del 1 al 5, donde 1 es muy malo y 5 es muy bueno, que permitía al alumno evaluar la aprobación de la herramienta didáctica como lo son los modelos de realidad aumentada.

Lo que se buscó como objetivo principal en esta investigación fue utilizar la realidad aumentada como herramienta didáctica para la enseñanza – aprendizaje de lectura e interpretación de planos estructurales de edificaciones dentro del curso de representación gráfica en ingeniería civil; registrando la experiencia de enseñanza y evaluando el aprendizaje de los estudiantes. Al finalizar este estudio se generó una base de datos de planos, modelos 3D y en AR; tal como, un banco de preguntas para evaluaciones escritas.

3.2. Software para modelación 2D, 3D y realidad aumentada

3.2.1. Software de modelos en 2D

La modelación 2D se refiere a la representación gráfica a escala de elementos reales de una obra civil, existen diferentes herramientas y softwares para modelar en 2D. El software que se utilizó en esta investigación fue AutoCAD. (Ver Anexo A.1), el cual es un programa usado por ingenieros y arquitectos que hacen posible el dibujo digital de planos de edificaciones y proyectos de ingeniería.

3.2.2. Software de modelos en 3D

La modelación 3D se refiere a realizar diseños tridimensionales a escala, justificado por un plano de una obra civil, corte, vista o detalles de algún elemento estructural, existen diversas herramientas y softwares para modelar en 3D. El software que se utilizó en esta investigación fue SketchUp (<http://sketchup.com/es>) (Ver Anexo A.1.), el cual es un programa usado por ingenieros y arquitectos que hacen posible dar volumen y detalles en 3D a los diferentes elementos utilizados en ingeniería civil y arquitectura.

3.2.3. Software de modelos en realidad aumentada

La modelación en realidad aumentada se refiere a realizar diseños tridimensionales que interaccionan con el tiempo y espacio actual, de los diferentes elementos utilizados en ingeniería civil. Existen diversas aplicaciones para modelar en realidad aumentada; la aplicación que se utilizó en esta investigación fue Augment (<http://www.augment.com/>) (Ver Anexo A.2.), la cual es una aplicación para smartphones, tablets y laptops que permite exportar diseños en 3D en formato DAE para poder ser visualizados desde un smartphone con esta aplicación. Para poder exportar nuestros diseños en 3D a realidad aumentada se solicitó una licencia educativa que hizo posible este proceso.

3.3. Modelación utilizada en la experiencia

3.3.1. Modelación en 2D

Para la modelación en 2D se escogieron planos de estructuras utilizados en semestres anteriores del curso de Representación Gráfica en Ingeniería Civil (RGC) correspondientes a las cimentaciones tal como se muestra en la Figura 8 y los aligerados como se muestra en la Figura 9 en AutoCAD. Los planos incluían cortes, detalles y especificaciones técnicas.

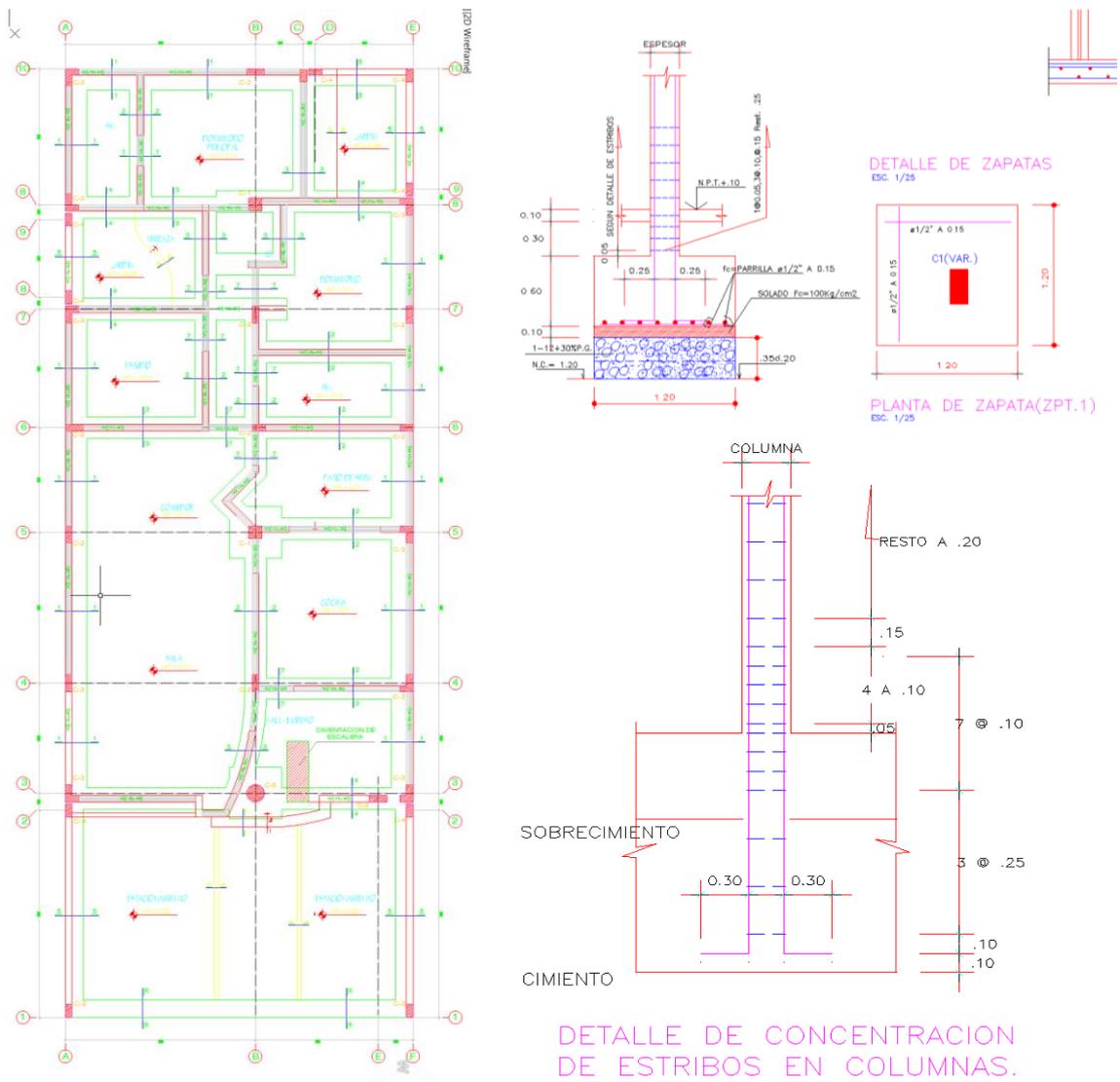


Figura 8. Plano de cimentación y detalles.

Fuente: Elaboración propia.



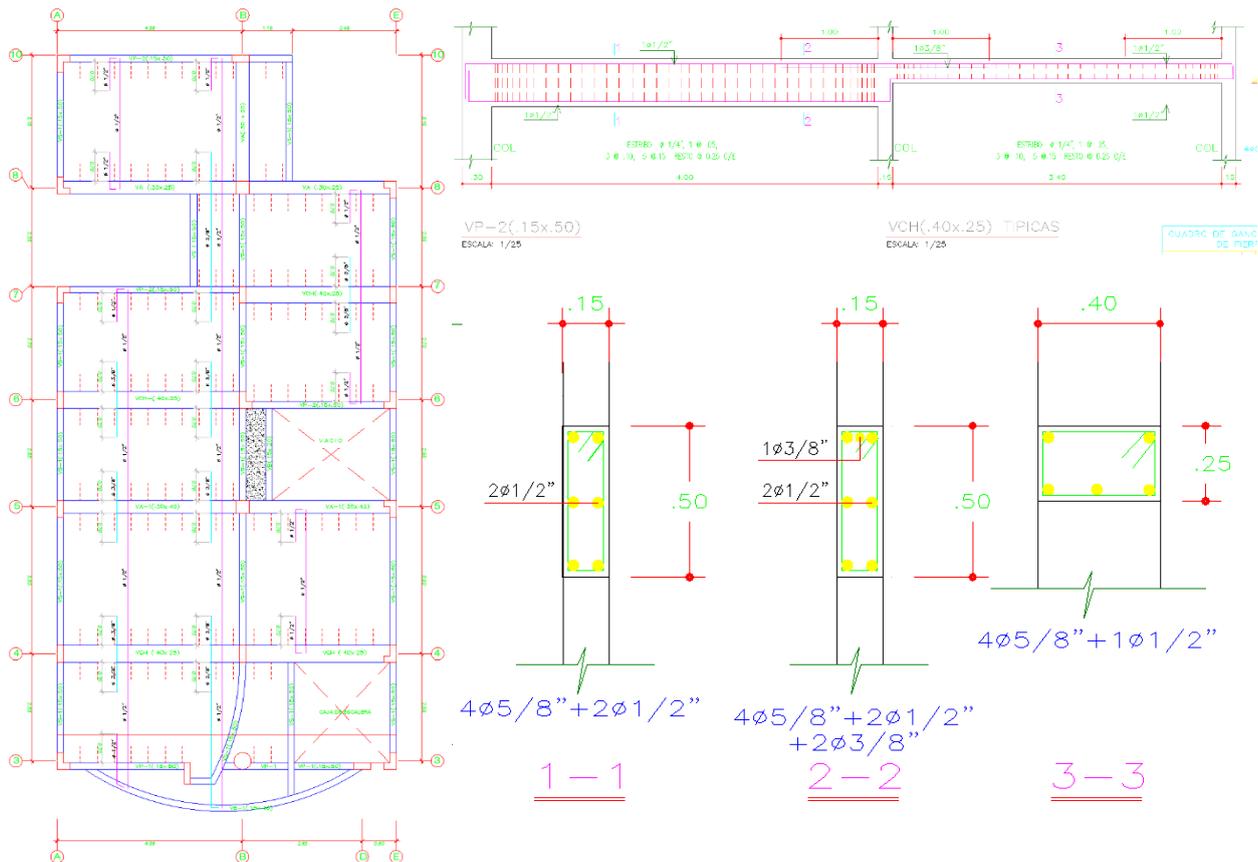


Figura 9. Plano de aligerado y detalles.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Modelación en 3D

Para la modelación en 3D se utilizaron los cortes y secciones de los planos de estructuras de cimentaciones y aligerados escogidos para la modelación en 2D. Estos detalles ayudaron a crear los modelos en 3D haciendo uso del programa SketchUp, como se muestra en la Figura 10 y la Figura 11, para recrear elementos estructurales como vigas de cimentación, zapatas, columnas, vigas de amarre, vigas soleras, aligerados, etc.

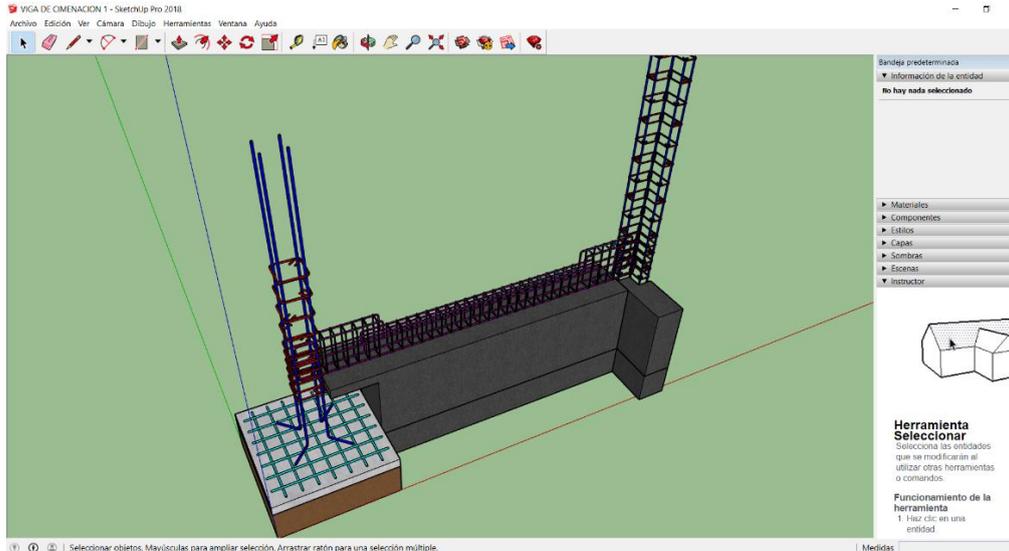


Figura 10. Modelo 3D de zapata.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 11. Modelo 3D de aligerado.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Modelación en realidad aumentada

Para la modelación en realidad aumentada se exportan los modelos en 3D creados en SketchUp a la aplicación Augment de los elementos estructurales de cimentaciones y aligerados. Para mejorar la visualización de los modelos en realidad aumentada se añade una superficie o tracker (marcador), tal como se muestra en la Figura 12 y la Figura 13.

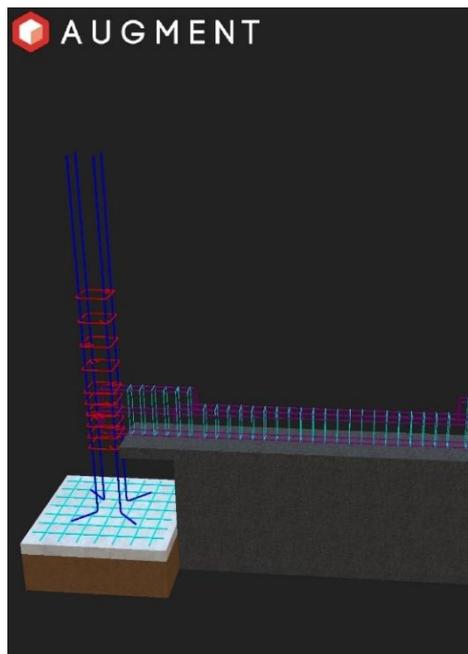


Figura 12. Modelo exportado a realidad aumentada de la distribución de aceros de zapata, columna con viga de cimentación.

Fuente: Elaboración propia

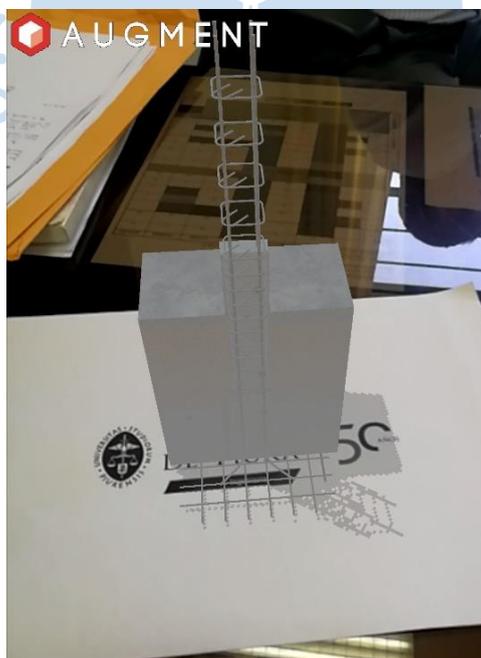


Figura 13. Modelo en realidad aumentada de zapata con columna, con tracker.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Diseños de controles y encuesta

3.4.1. Diseños de controles

Para el diseño de los controles se clasificaron las preguntas en 3 tipos:

Tipo I: Son preguntas donde se solicita a los alumnos la información de dimensionamiento; como anchos, largos, peraltes, longitudes, etc. de los diferentes elementos estructurales.

Tipo II: Son preguntas donde se solicita metrados básicos como la cantidad de acero de refuerzo (longitudinal y transversal), ladrillos de techo, etc. de diferentes elementos estructurales.

Tipo III: Son preguntas donde se solicita la representación gráfica de diferentes cortes y elevaciones para evaluar si el alumno está en la capacidad de interpretar y graficar la información dada en los planos.

3.4.1.1. Control 1

El Control 1 pretendía evaluar el aprendizaje sobre lectura e interpretación de los planos de cimentaciones; de elementos estructurales como vigas de cimentación, columnas y zapatas.

Para este control las preguntas 1, 2 y 3 son de Tipo I, ya que se pidió reconocer las dimensiones como ancho, largo, peralte y longitud de los diferentes elementos estructurales mencionados en el párrafo anterior.

Las preguntas de 4 y 5 son de Tipo II, porque se pidió calcular la cantidad de estribos y la cantidad en metros lineales de acero de refuerzo para la viga de cimentación.

Las preguntas 6 y 7 son de tipo III, porque se pidió graficar la distribución de acero de refuerzo de la zapata y la representación gráfica (dibujo a escala) del corte transversal de la viga de cimentación (Ver Apéndice B.1).

3.4.1.2. Control 2

El Control 2 se pretendía evaluar el aprendizaje sobre la lectura e interpretación de los planos de cimentaciones; de elementos estructurales como vigas de cimentación, columnas y zapatas.

Para este control las preguntas 1 y 2 son de Tipo I, porque se pidió reconocer las dimensiones de la viga de cimentación y columna tales como el ancho, peralte y longitud de los diferentes elementos estructurales mencionados en el párrafo anterior.

La pregunta 3 es de Tipo II porque se pidió calcular cuántos metros lineales de acero de refuerzo presenta la viga de cimentación.

Las preguntas 4 y 5 son de Tipo III porque se pidió graficar la distribución de acero de refuerzo de la zapata y la representación gráfica del corte transversal de la viga de cimentación (Ver Apéndice B.2).

3.4.1.3. Control 3

El Control 3 se pretendía evaluar el aprendizaje sobre la lectura e interpretación de planos de aligerados; de elementos estructurales como vigas de amarre y soleras, vigueta y ladrillos de techos.

Para este control, las preguntas 3 y 4 son de Tipo I, porque se pidió reconocer las dimensiones de vigas de amarre y de techo aligerado como espesor, ancho, peralte y luz libre.

Las preguntas 1, 2, 6 y 7 son de Tipo II porque se pidió calcular los metros lineales de acero de refuerzo de la vigueta, que la cantidad de ladrillo que se usará en el techo aligerado, la cantidad de estribos y metros lineales de acero de refuerzo de la viga solera.

La pregunta 8 es de Tipo III porque se pidió representar gráficamente dos cortes transversales de una viga solera (Ver Apéndice B.3).

3.4.2. Elaboración de encuestas

Las encuestas se utilizaron para recoger información sobre la percepción de los estudiantes referente al uso de la AR como herramienta didáctica en el curso de representación gráfica. La encuesta considera 7 preguntas.

Las preguntas 6 y 7 se formularon para tener más información de la aplicación de la Realidad Aumentada como herramienta didáctica para la enseñanza – aprendizaje en cursos posteriores de la carrera de Ingeniería Civil ya que estrictamente no forman parte del objetivo específico del presente estudio; asimismo, se dejó una pregunta abierta donde el alumno podía dejar algún comentario libre. La encuesta fue aplicada luego de ejecutar toda la experiencia.

Morales (2011), menciona diversos tipos de escalas o tests, donde menciona las denominadas escalas tipo-Likert para evaluar conformidades y satisfacciones de un usuario hacia un servicio o producto. Las escalas de Likert son las más conocidas y se denominan así por el autor que sistematizó el proceso de construcción (en 1932). Lo que hizo Likert fue extender a la medición de las actitudes lo que ya era común en la medición de los rasgos de personalidad: la suma de una serie de respuestas a ítems supuestamente homogéneos (que expresan el mismo rasgo) sitúa al sujeto en la variable medida. Es conveniente tener desde el principio una clara visión de conjunto de todos los pasos que integran el proceso de construcción de una escala de actitudes o, en general, de cualquier tipo de test. Para mayor claridad vamos a distinguir: 1) Las fases o pasos sucesivos en la construcción de una escala. 2) La estructura que debe tener el instrumento final o cuestionario completo que responderán los sujetos. Una escala de actitudes o un test (el conjunto de ítems con el que pretendemos medir una determinada actitud).

La estructura final del instrumento coincide en parte con las fases del proceso de construcción de la escala, aunque la coincidencia no es exacta; el instrumento es el cuestionario que responderán los sujetos, pero el proceso incluye una fase previa de preparación y continúa con los análisis que hay que ir haciendo después. (Morales Vallejo, 2011).

Se estableció la escala del 1 al 5, donde:

5. Muy Bueno.

4. Bueno.

3. Regular.

2. Malo.

1. Muy Malo.

3.5. Desarrollo de la experiencia

En el semestre 2018-II, en el capítulo de lectura de planos de estructuras del curso de Representación Gráfica en Ingeniería Civil se utilizó la realidad aumentada en el dictado de los contenidos del capítulo. Posteriormente, se evaluó el aprendizaje aplicando 3 controles calificados, los cuales tuvieron los mismos tipos de preguntas para hacer la comparación de resultados. Al finalizar la experiencia, se realizó una encuesta para conocer la percepción de los alumnos frente a la experiencia de utilizar la realidad aumentada para la enseñanza – aprendizaje del tema tratado en las sesiones de clase.

3.5.1. Sesión 1

En la primera sesión, que consta de dos horas pedagógicas (100 minutos) de clase, se desarrollaron los temas sobre la lectura de planos de elementos estructurales de cimentaciones haciendo uso solo de material didáctico como planos 2D y diapositivas (herramientas convencionales o tradicionales), como se puede apreciar en la Figura 14. Se dispuso de los 20 minutos previos a la finalización de la clase para realizar el primer control (ver Figura 15). Los alumnos resolvieron la evaluación con los conocimientos adquiridos en clase.

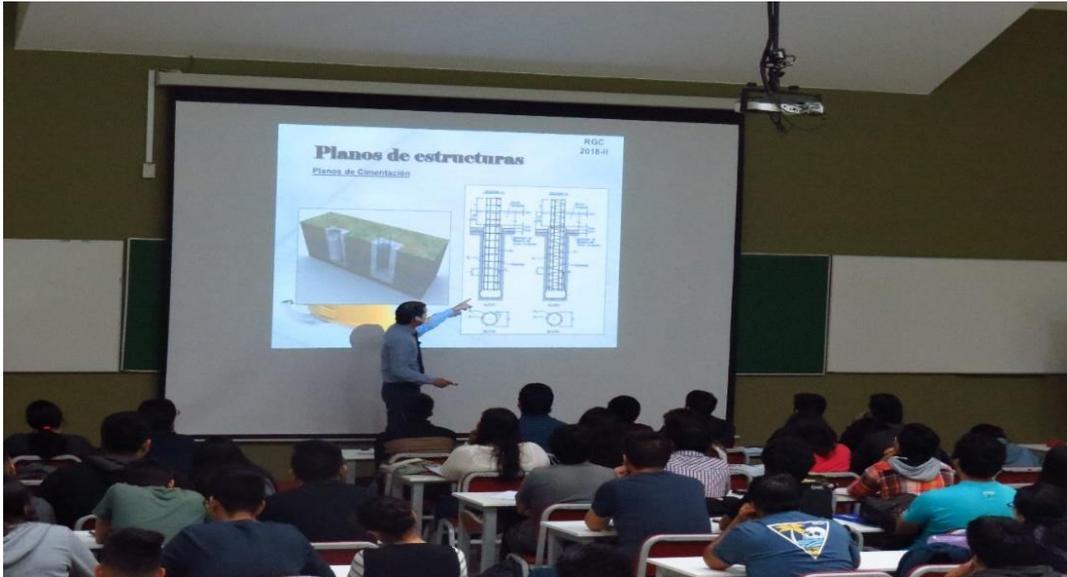


Figura 14. Sesión 1 de elementos estructurales de cimentaciones.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Evaluación de la sesión 1.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Sesión 2

En la segunda sesión se abordó el tema de lectura de planos de elementos estructurales en cimentaciones utilizando la realidad aumentada. La duración de la sesión fue de 2 horas pedagógicas (100 minutos), donde se reforzó lo tratado en la primera sesión, (Ver Figura 16). De igual manera, se dispuso de los 20 minutos antes de finalizar la clase para aplicar el segundo control, como se puede apreciar en la Figura 17.

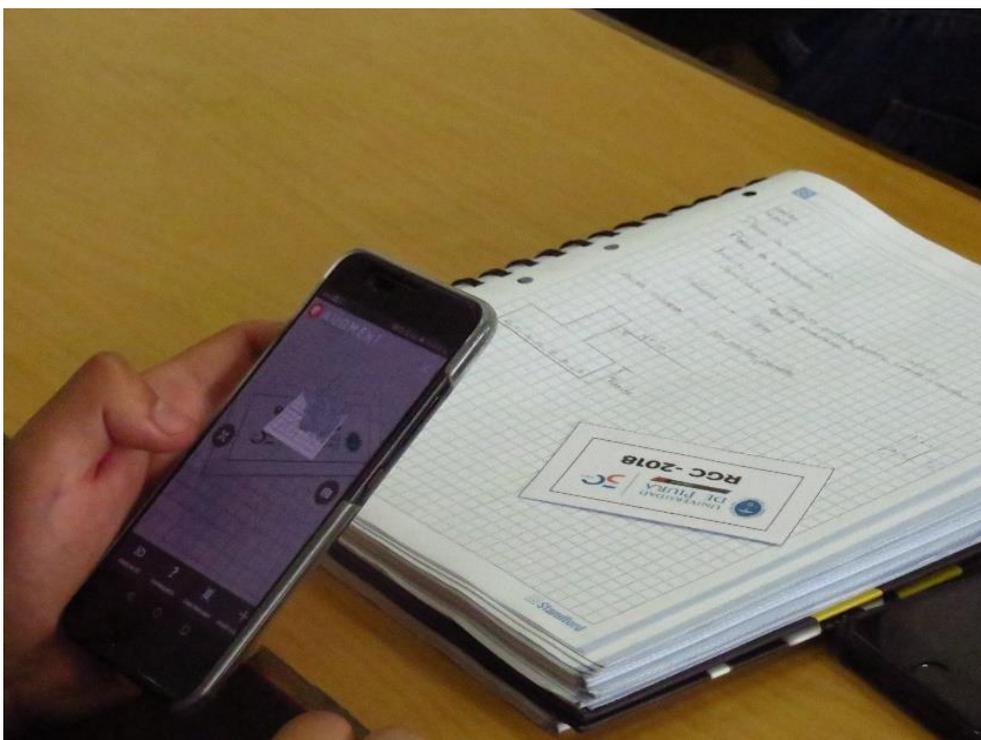


Figura 16. Sesión de clase 2 de elementos estructurales de cimentaciones mediante realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 17. Evaluación de la sesión 2.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. Sesión 3

En la tercera sesión se dictaron las clases de lectura de planos de aligerados, donde se explican los detalles de los elementos estructurales como vigas soleras y de amarre, columnas, aceros de refuerzo en aligerados, aceros de temperatura, etc.; haciendo uso de la realidad aumentada, esta sesión consta de 2 horas pedagógicas (100 minutos). Al igual que en las sesiones anteriores, en este caso se aplicó el tercer control 20 minutos antes finalizar la sesión (Ver Figura 18 y Figura 19).



Figura 18. Sesión de clase 3 de aligerados.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 19. Evaluación de la sesión 3.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4. Sesión 4

Para conocer la percepción de los alumnos sobre la utilización de la AR como herramienta didáctica se aplicó una encuesta al finalizar la cuarta sesión. En las preguntas de la encuesta se empleó la escala de Likert, donde 5 es muy bueno y 1 es muy malo (Ver Figura 20).



Figura 20. Aplicación de la encuesta para el uso de Realidad Aumentada.

Fuente: Elaboración propia.

Cuando se utilizó la AR como herramienta didáctica en el desarrollo de las clases, se suscitaron algunos inconvenientes, los cuales se lograron solucionar a la brevedad posible. Se puede mencionar que uno los inconvenientes fue la débil señal del WiFi, debido a que las

sesiones de clase son de un promedio de 90 alumnos y no todos contaban con datos móviles. Para solucionar esta dificultad se habilitó un módem para el aula.

Otra dificultad que se presentó fue que los alumnos no contaban con celulares (smartphones) o tablets que permitan visualizar los modelos en realidad aumentada. Por lo tanto, estos dispositivos no soportaban la aplicación apropiadamente. Para la solución de este inconveniente, los alumnos que no tenían un dispositivo apto se agrupaban con otros alumnos que contaban con un dispositivo apropiado.



Capítulo 4

Resultados de la experiencia

4.1. Resultados de controles y encuestas

4.1.1. Resultados de controles

Para clasificar los resultados de los controles se separó por los tipos de preguntas de cada control y un promedio general de cada control.

4.1.1.1. Resultados de las preguntas Tipo I

En las respuestas del control 1, como se aprecia en el Gráfico 1, el 44% de los alumnos respondieron de manera correcta a las preguntas de tipo I. Sin embargo, el porcentaje de alumnos que respondió correctamente las preguntas tipo I aumentó a 74% en el control 2, se puede apreciar que hubo una mejora de un 30% de alumnos que respondieron correctamente, debido al cambio de una sesión de clase convencional a una sesión de clase con realidad aumentada, en el resultado puede influir que sean los mismos temas tratados en las sesiones de clase, los cuales fueron la lectura de planos de cimentaciones. Se puede apreciar un 84% en el control 3, lo cual hay un 10% de mejora comparándolo con el control 2 y un 40% de mejora comparándolo con el control 1. Con este resultado se podría concluir que el uso de la realidad aumentada tuvo un impacto positivo en las preguntas de dimensionamiento, dado que no solo mantuvo un porcentaje favorable de alumnos que respondieron correctamente las preguntas tipo

I, sino que aumentó sustancialmente comparando el control 1 y control 3 que son temas diferentes, sin embargo, tienen elementos estructurales de interpretación similar, como son el caso de vigas; y herramientas de enseñanza diferente.

Por lo tanto, para las preguntas incorrectas de los controles 2 y 3 disminuyeron considerablemente a 25% y 16% respectivamente, siendo comparado con el control 1 que fue 54%.

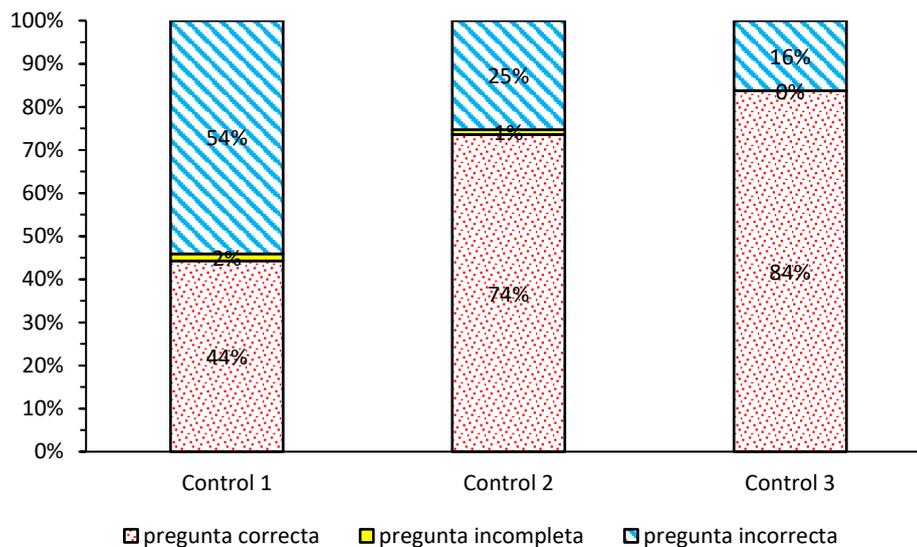


Figura 21: Evaluación de preguntas Tipo I

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.2. Resultados de las preguntas Tipo II

Para las preguntas tipo II, como se puede apreciar en el Gráfico 2, un 45,98% de los alumnos respondieron correctamente las preguntas de conteo de materiales y metrados básicos. Sin embargo, el porcentaje de alumnos que respondieron correctamente las preguntas tipo II disminuyó a un 27,27% en el control 2, pero en control 3 aumentó nuevamente a un 45,63%. El porcentaje de alumnos que contestaron incompleto en el control 1 fue un 4,02%, el cual aumentó considerablemente en el control 2 a un 40,91%, respecto al control 3 solo aumento a un 14,16%, Pese a que hay una disminución del porcentaje de preguntas contestadas correctamente, hay un aumento considerable de preguntas contestadas incompletamente de 36,89% comparando control 1 y 2, esto se debe a la dificultad que tiene el alumno en la interpretación de planos con el conteo de materiales y metrados básicos, sin embargo el uso de

la realidad aumentada en los resultados del control 2 influye en la disminución del porcentaje de las preguntas contestadas incorrectamente. Por lo tanto, para las preguntas incorrectas en los controles 2 y 3 disminuyeron al 31,28% y 40,21% respectivamente, siendo comparado con el control 1 que fue 50%.

Si se compara el control 1 con el control 3, donde los temas de sus sesiones de clase y las herramientas de enseñanza son diferentes, se puede apreciar que el porcentaje de preguntas contestadas correctamente se mantiene, sin embargo el porcentaje de preguntas contestadas incompletamente aumenta en un 10,14% reduciendo el porcentaje de preguntas contestadas incorrectamente a un 9.79%.

En las preguntas tipo II hay una mejora con el uso de la realidad aumentada como herramienta didáctica de enseñanza – aprendizaje, pese a eso, es una mejora mínima y no es tan considerable como los resultados de las preguntas tipo I, pese al uso de la nueva herramienta didáctica, se puede concluir que influyó en los resultados, que en las sesiones de clase hubo uso limitado del Wi-Fi, no todos los alumnos presentaban smartphones, tablets, laptops, etc. óptimos para la aplicación Augment, o posiblemente el detalle de conteo de materiales y las longitudes de hacer no se puedan apreciar correctamente en los modelos de realidad aumentada, debido a que los diseños en realidad aumentada en un Smartphone podrían ser reducidos, no siendo correctamente apreciados, debiendo diseñar modelos en realidad aumentada con mayor detalle para que se aprecie mejor los elementos como ladrillos de techo, elementos de acero (refuerzos, estribos, etc.).

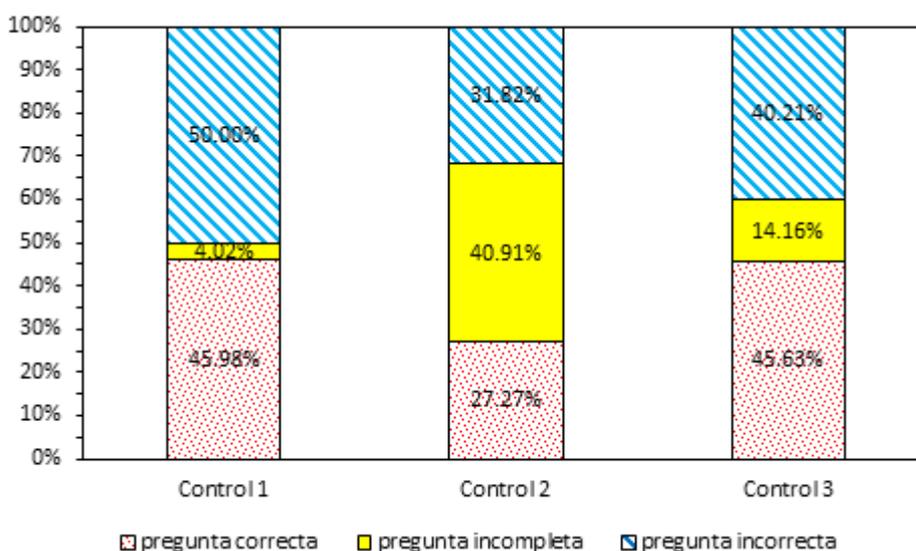


Figura 22. Evaluación de preguntas Tipo II.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.3. Resultados de las preguntas Tipo III

Para las preguntas tipo III, se puede apreciar en el Gráfico 3, un 17.82% de los alumnos respondieron correctamente las preguntas de tipo III. Sin embargo, el porcentaje de los alumnos que respondieron correctamente aumentó considerablemente a un 52,27% y más aún en el control 3 con un 79.52%. El porcentaje de alumnos que respondieron preguntas incompletas fue un 5.75% en el control 1, el cual aumentó a un 27,84% en el control 2 y aumentó a un 13,25% en el control 3 respecto del control 1. Por lo tanto, para las preguntas incorrectas de los controles 2 y 3 disminuyeron considerablemente a un 19,89% y 7.27% respectivamente, siendo comparados con el control 1 que fue 76,44%.

En las preguntas tipo 3, donde se evaluó al alumno graficar cortes y secciones de acuerdo a la interpretación de planos se puede apreciar una mejora de 34.45% de preguntas contestadas correctamente comparando control 1 con el control 2, siendo considerable, en este resultado pudo influenciar que en las dos sesiones de clase de cada control respectivamente, se trató del mismo tema, sin embargo, para la sesión de clase del control 1 se usó planos y diapositivas, mientras para la sesión de clase del control 2 se usó realidad aumentada siendo una herramienta didáctica favorable para la mejora de la capacidad espacial del alumno y pueda interpretar los planos para poder graficar los cortes o detalles que se solicitaron.

Inclusive si se compara el control 1 con el control 3 hay una mejora muy considerable de 67.7% del porcentaje de preguntas contestadas correctamente, donde en las sesiones de clase de cada control se dictaron temas diferentes como son cimentaciones y aligerados, al igual que las herramientas didácticas de enseñanza – aprendizaje, las cuales fueron para la sesión de clase del control 1 el uso de diapositivas y planos, mientras que para la sesión de clase del control 2 fue el uso de modelos en realidad aumentada, se deduce de los resultados que el uso de realidad aumentada es favorable para mejorar la capacidad de los alumnos e interpretación de planos.

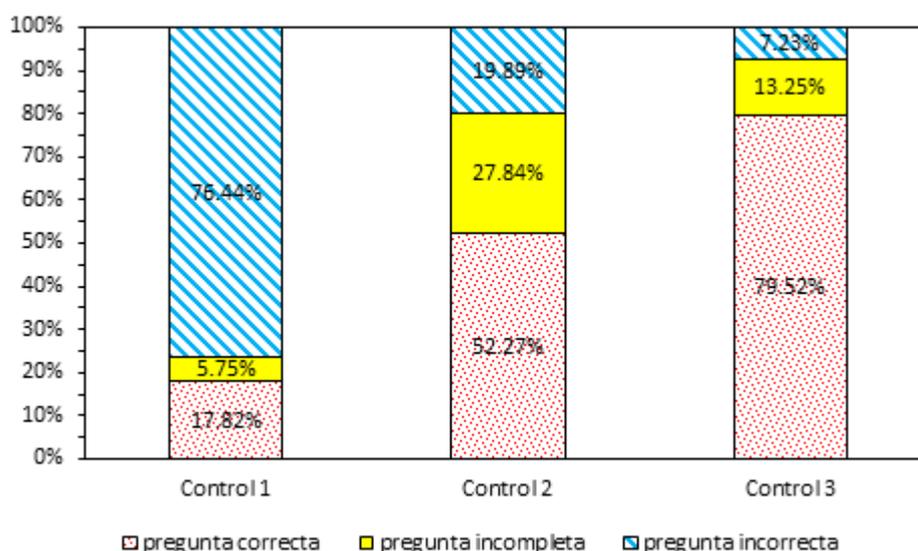


Figura 23. Evaluación de preguntas Tipo III.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Resultados de encuestas

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la encuesta de la experiencia después de haber utilizado los modelos en realidad aumentada, tanto en datos numéricos como en porcentajes. Se comentarán los resultados por preguntas. En la sesión de clase donde se aplicó la encuesta, asistieron 87 de 93 alumnos a la sesión de clase final.

Pregunta 1: ¿Cree que el uso de modelos de realidad aumentada es interactivo, fácil de usar y aplicar?

Se puede apreciar en el Gráfico 4, que al 83% de alumnos les pareció “muy bueno” y al 14% de los alumnos les pareció “bueno” los modelos de realidad aumentada siendo estos: atractivos, fácil de usar y aplicar; teniendo a un 97% de alumnos conforme y atraídos por el uso de modelos realidad aumentada. Estos resultados se vieron reflejados en las sesiones de clase con realidad aumentada, los alumnos mostraron interés por usar Augment, la aplicación donde visualizaban los modelos de realidad aumentada. Al ser una app para Smartphone o Tablet, los alumnos tenían la facilidad de maniobrar y de configurar la aplicación.

Pregunta 2: ¿Qué tan atento estuviste en clase usando modelos 2D para el tema de cimentaciones (planos físicos y AutoCAD)?

Se puede observar en el Gráfico 4, que al 30% de los alumnos les pareció “muy bueno” y al 45% de los alumnos les pareció “bueno” las sesiones de clase usando los modelos 2D, con estos resultados y con la pregunta 8 donde el alumno expresa un comentario libre, se concluye que los alumnos estuvieron atentos en clase porque el docente mantiene el interés y atención del alumno en los temas a tratar.

Sin embargo, a un 18% de los alumnos aún les parece “regular” el uso de modelos 2D, al igual que a un 6% y 1% de los alumnos les parece “malo” y “muy malo”, respectivamente.

Pregunta 3: ¿Qué tan atento estuviste en clase usando modelos en realidad aumentada en los temas de cimentaciones y aligerados?

Como se observa en la Gráfico 4, a un 64% de alumnos les pareció “muy bueno” las sesiones de clase usando modelos en realidad aumentada, además a un 32% de los alumnos les pareció “bueno” el uso de la realidad aumentada como herramienta didáctica de enseñanza – aprendizaje captando la atención de los alumnos de inicio a fin.

También influye que los modelos en realidad aumentada se utilizaron luego de la segunda sesión de clase donde el alumno tenía conocimiento que luego de cada sesión de clase se evaluaría con un control, los alumnos prestaban toda la atención posible porque ya hay una evaluación de por medio.

Los resultados positivos de la encuesta se ven reflejados en algunos comentarios donde el alumno sugiere que se implemente este método en otros cursos; por ser interactivo e innovador y porque captó la atención de los alumnos, prestando interés en las clases.

Comparando los resultados obtenidos de la encuesta para la pregunta 2 y pregunta 3, se observa que los alumnos indican que el uso de modelos de realidad aumentada mejora su atención a la clase en comparación con la utilización de planos en 2D como herramientas didácticas para la enseñanza – aprendizaje de las sesiones de clase.

Pregunta 4: ¿Qué tanto entendiste los temas de cimentaciones con el uso de modelos en 2D (planos en físico y en AutoCAD)?

Según el Gráfico 4, se puede observar que 32% de los alumnos les parecieron “muy bueno” y a un 44% alumnos les parecieron “bueno” el uso de modelos en 2D, este resultado se puede interpretar con la ayuda de los comentarios que los alumnos tuvieron una preferencia a la forma de enseñanza del docente. También puede influenciar que el tema de cimentaciones se dictó en dos sesiones de clase; la primera con planos en 2D y la segunda con realidad aumentada, por eso el alumno tuvo más tiempo de comprender el tema y eso se vio reflejado en los controles 1 y 2 donde hubo una mejora en las calificaciones.

Sin embargo, a un 21% de los alumnos les pareció “regular” y a un 3% de los alumnos “malo” el uso de modelos en 2D como herramienta didáctica.

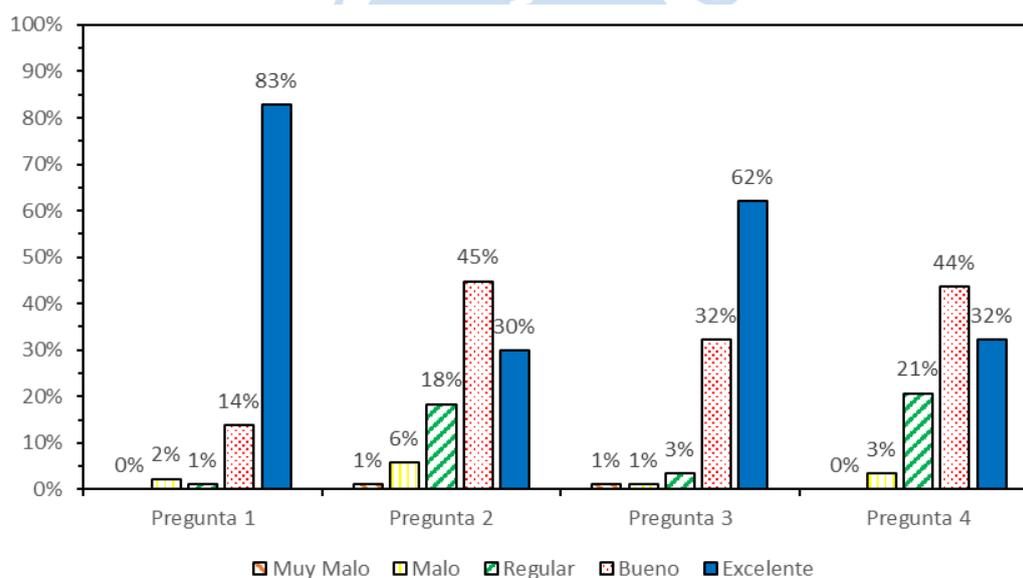


Figura 24. Resultados de las preguntas 1, 2, 3 y 4.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 5: ¿Qué tanto entendiste los temas de cimentaciones y aligerados con el uso de la herramienta de realidad aumentada?

Como se muestra en el Gráfico 5, con el uso de la realidad aumentada los alumnos comprendieron los temas de lectura de planos de cimentaciones y aligerados. El 53% dio la calificación de “muy bueno”, el 36% de los alumnos les pareció “bueno” el uso de realidad aumentada para entender las sesiones de clase. Con estos resultados se pueden interpretar que

el uso de realidad aumentada es una herramienta didáctica que complementa la enseñanza – aprendizaje que ayuda a los alumnos a entender mejor la lectura de planos, en este caso, de cimentaciones y aligerados.

Comparando los resultados de la encuesta de esta pregunta con la anterior se observa que hay una mejora en comprensión de la lectura de planos por parte de los alumnos, lo que se ve reflejado en los resultados de los controles.

Pregunta 6: ¿Qué tan innovador le pareció el uso de realidad aumentada como material didáctico en clase?

Según el Gráfico 5, el 79% de los alumnos calificaron como “muy bueno” y 16% de alumnos como “bueno” el uso de modelos en realidad aumentada como material didáctico innovador en las sesiones de clase; haciendo un total de 95% de alumnos que están de acuerdo con el uso de realidad aumentada. Estos resultados dan fe a que no ha habido antecedentes en la facultad de ingeniería civil donde se utilice la realidad aumentada como material didáctico para la enseñanza – aprendizaje en la lectura de planos, siendo este método innovador y pionero en la facultad de ingeniería civil.

Pregunta 7: ¿Qué tan de acuerdo estaría con usar la realidad aumentada en cursos posteriores?

Según el Gráfico 5, el 87% de los alumnos estuvieron “totalmente de acuerdo” con el uso de modelos en realidad aumentada en cursos posteriores como un 9% de los alumnos estuvieron “de acuerdo” respectivamente, siendo este un 96% de aceptación, que recomendarían el uso de modelos en realidad aumentada en cursos posteriores de la carrera de ingeniería civil donde es necesaria la interpretación de planos y el uso de la capacidad espacial de los alumnos.

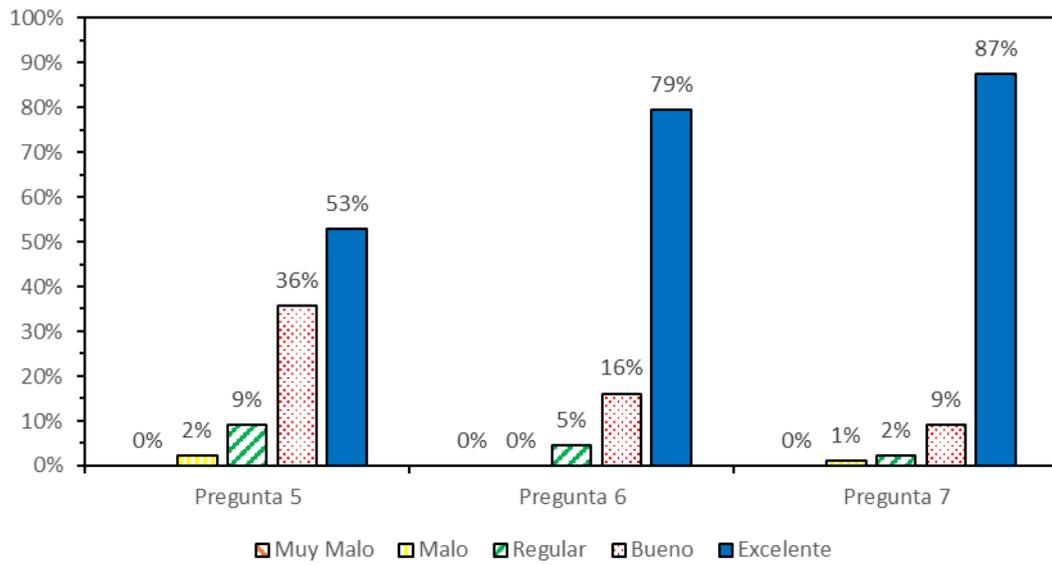


Figura 25. Resultados de las preguntas 5, 6 y 7.

Fuente: Elaboración propia.





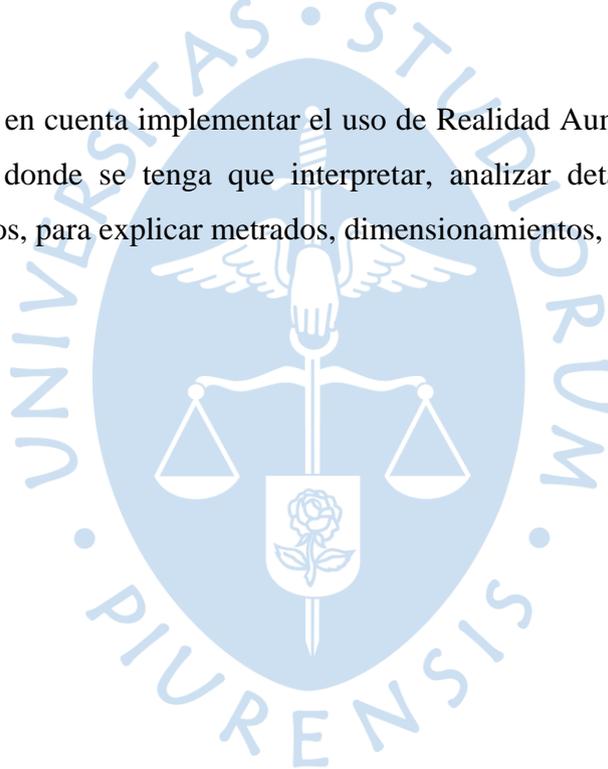
Conclusiones

- Los modelos de AR que se diseñaron para las sesiones de clase han estimulado el interés en los estudiantes del Ingeniería Civil, por su facilidad de utilización e innovación en la asignatura de Representación Gráfica para Ingeniería Civil.
- Los resultados de los controles nos dan a conocer que hubo una mejora en las calificaciones comparando los controles evaluados luego de cada sesión de clase, donde se usaron planos 2D y diapositivas como los modelos de realidad aumentada; por lo tanto, los alumnos tuvieron mayor comprensión de los temas del curso de Representación Gráfica para Ingeniería Civil, al igual que la interpretación de los planos de estructuras, en las sesiones donde se usaron modelos de realidad aumentada.
- Los resultados de la encuesta demuestran que los alumnos son capaces de interactuar de forma directa y natural mediante el manejo de objetos reales y sin la necesidad de dispositivos complementarios de alto costo.
- La enseñanza solamente con planos en físico y en AutoCAD es limitada, se hace complicado el aprendizaje por parte del alumno, prefiriendo el uso de modelos que complementen la enseñanza de la lectura de planos, como es en este caso el uso de modelos en realidad aumentada de elementos estructurales donde se pueda mostrar a los alumnos los detalles y especificaciones técnicas mostradas en los planos.



Recomendaciones

- Se debería tener en cuenta implementar el uso de Realidad Aumentada en los cursos de ingeniería civil donde se tenga que interpretar, analizar detalles y especificaciones técnicas en planos, para explicar metrados, dimensionamientos, etc.





Referencias bibliográficas

Abril Redondo, D. (2012). *Realidad aumentada*. España.

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2016). *Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature*. Turquía: ELSEVIER.

Álvarez Marín, A., Castillo Vergara, M., Pizarro Guerrero, J., & Espinoza Vera, E. (2017). *Realidad Aumentada como Apoyo a la Formación de Ingenieros Industriales*. La Serena - Chile: Universidad de La Serena.

Alvites Huamani, J. (2016). *Realidad Aumentada: Recurso digital entre lo real y lo virtual*. Lima-Perú: Universidad Norbert Wiener.

Batie, D. (2006). *Employing 3-D Sketchup Graphic Models For Teaching Construction*. EEUU: American Society for Engineering Education.

Cabero Almenara, J., & Barroso Osuna, J. (2016). *Ecosistema de aprendizaje con realidad aumentada; posibilidades educativas*. España: TCyE.

Carazo Lefort, E. (2011). *Maqueta o Modelo Digital. La Pervivencia de un Sistema*. Valencia.

- Chen, Y.-C., Lin Chi, H., Han Hung, W., & Chung Kang, S. (2014). *Use of Tangible and Augmented Reality Models in Engineering Graphics Courses*. Taiwán: ResearchGate.
- División de Tecnologías Multimedia del Instituto Tecnológico de Aragón. (2014). *Anàlisis: realidad aumentada aplicada a entornos industriales*. España: ITAINNOVA.
- Dünser, A., Steinbügl, K., Kaufmann, H., & Glück, J. (2010). *Virtual and Augmented Reality as Spatial Ability Training Tools*.
- Hurtado Bravo, N. A., & Ruiz Torres, A. L. (2019). *La realidad aumentada en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias Sociales*. Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación.
- Kauffmann, H. (2003). *Collaborative Augmented Reality in Education*. Austria : Vienna University of Technology .
- Meža, S., Turk, Ž., & Dolenc, M. (2015). *Measuring the potential of augmented reality in civil engineering*. Eslovenia: ELSEVIER.
- Montecé Mosquera, F., Verdesoto Arguello, A., Montecé Mosquera, C., & Caicedo Camposano, C. (2017). *Impacto De La Realidad Aumentada En La Educación del Siglo XXI*. Ecuador: European Scientific Journal.
- Morales Vallejo, P. (2011). *Guía para construir cuestionarios y escalas de actitudes*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Pérez Bautista, A., Vélez Díaz, D., Domínguez Ramírez, O., & Moreno Gutiérrez, S. (2018). *Realidad Aumentada. Construyendo el Software del Futuro*. Hidalgo - México: Escuela Superior de Tlahuelilpan.

Pérez Carrión , T., Ferreiro Prieto, I., Pigem Boza, R., Tomás Jover, R., Serrano Cardona , M., & Díaz Ivorra, C. (2009). *Las maquetas como material didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la lectura e interpretación de planos en la ingeniería*. España.

Sampaio, A., Ferreira, M., Rosario, D., & Martins , O. (2010). *3D and VR models in Civil Engineering education: Construction, rehabilitation and maintenance*. Portugal: ELSEVIER.

Tamami Dávila, C. A. (2017). *La realidad aumentada y el proceso de enseñanza-aprendizaje de Anatomía en los estudiantes de la carrera de Enfermería de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Ambato*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

Torres, J. (2006). *Diseño asistido por ordenador*. Granada.

Varhen, C., & Chang, G. (2015). *Experiencia en la enseñanza y aprendizaje de la representación gráfica en la ingeniería civil utilizando modelos a escala (maquetas)*. Piura.

Yabiku, O. (2017). *Realidad Aumentada en la Educación*. VEXSOLUCIONES.



Apéndices





Apéndice A. Resultados complementarios

A1. Tabla de preguntas Tipo I

Aspectos	Control 1	Control 2	Control 3
pregunta correcta	44%	74%	84%
pregunta incompleta	2%	1%	0%
pregunta incorrecta	54%	25%	16%

Fuente: Evaluación aplicado a los alumnos de Representación Gráfica para la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de Piura.

A2. Tabla de preguntas Tipo II

Aspectos	Control 1	Control 2	Control 3
pregunta correcta	45.98%	27.27%	45.63%
pregunta incompleta	4.02%	40.91%	14.16%
pregunta incorrecta	50.00%	31.82%	40.21%

Fuente: Evaluación aplicado a los alumnos de Representación Gráfica para la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de Piura.

A3. Tabla de preguntas Tipo III

Aspectos	Control 1	Control 2	Control 3
pregunta correcta	17.24%	52.27%	79.52%
pregunta incompleta	5.75%	27.84%	13.25%
pregunta incorrecta	76.44%	19.89%	7.23%

Fuente: Evaluación aplicado a los alumnos de Representación Gráfica para la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de Piura.

A4. Tabla de Consolidado de resultados

Aspectos	Control 1	Control 2	Control 3
pregunta correcta	45.52%	59.85%	60.24%
pregunta incompleta	2.53%	16.67%	11.94%
pregunta incorrecta	51.84%	23.48%	27.82%

Fuente: Evaluación aplicado a los alumnos de Representación Gráfica para la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de Piura.

Apéndice B. Controles

B.1. Control 1.

Control N°1

Fecha: 16/10/18

Curso: Representación Gráfica en Ingeniería Civil

Nombre: _____

Completar la siguiente información

1. Dimensiones de zapata:
 - a) Ancho: _____ m.
 - b) Largo: _____ m.
 - c) Peralte: _____ m.

2. Dimensiones de viga de cimentación:
 - a) Ancho: _____ m.
 - b) Peralte: _____ m.

3. Longitud de pata de columna: _____ m.

4. ¿Cuántos estribos se utilizan en la construcción de la viga de cimentación?: _____

5. ¿Cuántos metros lineales de acero de refuerzo superior se utiliza en la construcción de la viga de cimentación?: _____ m.

6. Colocar sobre el plano mostrado la distribución de refuerzo de la zapata, considerando que el diámetro del acero de refuerzo es de $\frac{1}{2}$ " y que tiene la misma distribución en ambos sentidos.

7. Elaborar un esquema del Corte 2-2.



B.2. Control 2.**Control Nº 2****Fecha: 18/10/18****Curso: Representación Gráfica en Ingeniería Civil****Nombre:** _____

Completar la siguiente información

1. Dimensiones de viga de cimentación:
 - a) Ancho: _____ m.
 - b) Peralte: _____ m.

2. Longitud de pata de columna: _____ m.

3. ¿Cuántos metros lineales de acero de refuerzo inferior se utiliza en la construcción de la viga de cimentación?: _____ m.

4. Colocar sobre el plano mostrado la distribución de refuerzo de la zapata, considerando que el diámetro del acero de refuerzo es de $\frac{1}{2}$ " y que tiene la misma distribución en ambos sentidos.

5. Elaborar un esquema del Corte 2-2.



B.3 Control 3

Control N° 3

Fecha: 23/10/18

Curso: Representación Gráfica en Ingeniería Civil

Nombre: _____

Completar la siguiente información

1. Considerando que se utilizará el ladrillo mostrado en la *Figura N°1*. ¿Cuántos ladrillos se necesitan para la construcción del aligerado comprendido entre los ejes 1 y 2?: _____



2. Para la construcción de una vigueta entre el eje 1 y 3 ¿Cuántos metros de refuerzo superior se utilizarán?:
 $\phi 1/2''$ _____ m.
 $\phi 3/8''$ _____ m.
3. ¿Cuál es el espesor del techo aligerado mostrado en el plano?: _____ m.
4. Dimensiones de Viga VA:
 - a) Ancho: _____ m.
 - b) Peralte: _____ m.
 - c) Luz libre: _____ m.
5. Marcar el tipo de viga que corresponda.
 VB : Chata – Peralzada
 VC : Chata – Peralzada
6. ¿Cuántos estribos se utilizan en la construcción de la viga de VS-1?: _____
7. ¿Cuántos metros lineales de acero de refuerzo inferior se utiliza en la construcción de la viga VS-1?: _____ m.
8. Elaborar un esquema de los cortes 1-1 y 2-2 de la viga VS-1 mostrada en el plano.

Apéndice C. Encuesta

C1. Encuesta de evaluación del uso de realidad aumentada en la enseñanza – aprendizaje en el curso de Representación Gráfica para Ingeniería Civil

13/5/2019

ENCUESTA

ENCUESTA

La siguiente encuesta se responderá en una escala de conformidad del 1 al 5, donde:

- 5. Muy bueno.
- 4. Bueno.
- 3. Regular.
- 2. Malo.
- 1. Muy malo.

Deberá responderse todas las preguntas sin excepción alguna.

Dejar un comentario y/o recomendación es opcional.

*Obligatorio

1. ¿Cree que el uso de modelos en Realidad Aumentada es interactivo, fácil de usar y aplicar? *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

2. ¿Que tan atento estuviste en clase usando modelos en 2D para el tema de Cimentaciones (planos en físico y en AutoCAD)? *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

3. ¿Qué tan atento estuviste en clase usando modelos en Realidad Aumentada en los temas de Cimentaciones y Aligerados? *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

4. ¿Qué tanto entendiste los temas de Cimentaciones con el uso de modelos en 2D (planos en físico y en AutoCAD)? *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

5. ¿Qué tanto entendiste los temas de Cimentaciones y Aligerados con el uso de la herramienta de Realidad Aumentada? *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

13/5/2019

ENCUESTA

6. ¿Qué tan innovador le pareció el uso de Realidad Aumentada como material didáctico en clase? *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

7. ¿Que tan de acuerdo estaría con usar la Realidad Aumentada en cursos posteriores? *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

8. DEJAR UN COMENTARIO Y/O RECOMENDACIÓN

Con la tecnología de
 Google Forms

Apéndice D. Evidencia fotográfica



Descripción: Capacitación de la sesión 1.



Descripción: Capacitación de la sesión 1.



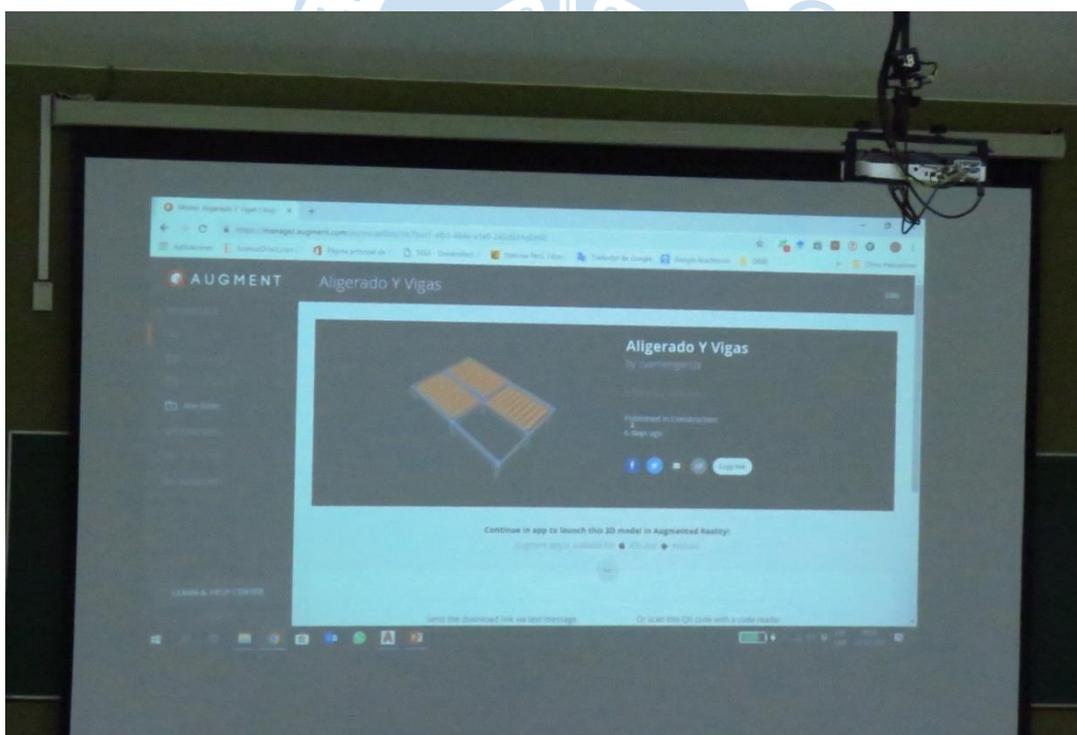
Descripción: Capacitación y evaluación de la sesión 1.



Descripción: Capacitación de la sesión 2.



Descripción: Capacitación de la sesión 2



Descripción: Capacitación de la sesión 3



Descripción: Capacitación de la sesión 3



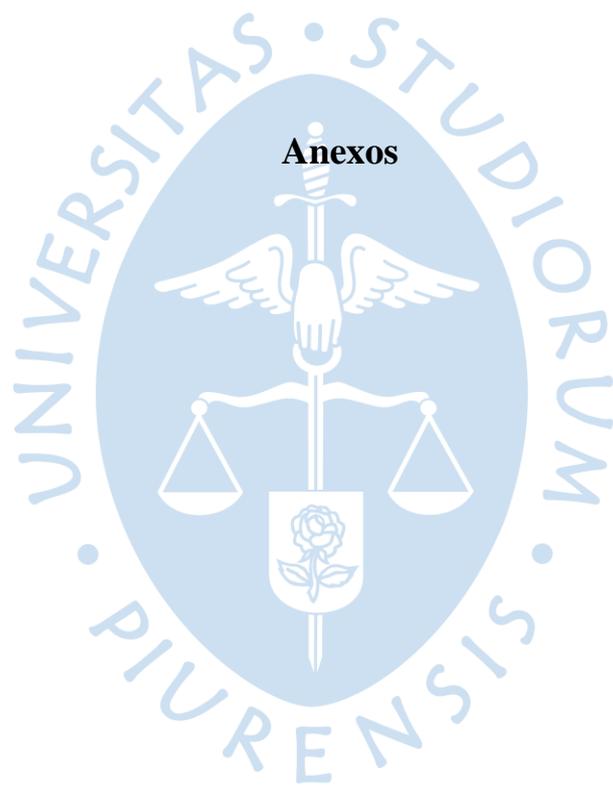
Descripción: Capacitación de la sesión 3



Descripción: Aplicación y resultados de encuesta.







Anexos



Anexo A. Manuales

A.1. Página oficial de Autodesk – AutoCAD.

<http://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview>

A.2. Manual de Sketchup:

Se adjunta el link del tutorial de Scketchup para crear modelos 3D.

<http://www.tallertecno.com/sketchup/Tutorial-Sketchup-8.pdf>

Fuente: Colección de aplicaciones gratuitas para contextos educativos del Ministerio de Educación de la ciudad de Buenos Aires – Argentina.

A.3. Manual de la aplicación Augment:

Se adjuntan los links de la aplicación Augment y el video – tutorial del uso de la aplicación respectivamente.

<https://www.augment.com/>

Fuente: Página oficial de la aplicación Augment.

<https://www.youtube.com/watch?v=fGMK-napa4A>

Fuente: Video – tutorial del canal de la aplicación Augment.

