REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA

Experiencias de incorporación de tecnología en cursos asociados a la comprensión de proyectos

Jaime Arriagada Araya
Ingeniero en Construcción. Arquitecto. Magister en Construcción.

Alejandro Sanhueza Olave
Ingeniero Civil Informático. Magister en Informática Educativa.

La presente propuesta presenta la implementación de una tecnología que se ha transformado en clave para el desarrollo de la Ingeniería moderna a nivel mundial - la Realidad Virtual Inmersiva - en base a un experiencia desarrollada durante el año 2018, con estudiantes de las carreras de Geología, Ingeniería Civil en Minas, Ingeniería en Construcción, Ingeniería Civil Industrial e Ingeniería Civil en Obras Civiles, actividad que era previamente definida por el equipo de Académicos y conocida por los estudiantes, donde se comparó un proyecto vía planimetrías impresas y en Realidad Virtual Inmersiva, para luego aplicar encuestas.

Se demostró que, en todos los casos, la Realidad Virtual entregó resultados más precisos en la comprensión de un modelo tridimensional, además del reconocimiento del potencial para otras experiencias educativas.

Introducción

El valor de la Realidad Virtual inmersiva tiene relación con situar al participante en escenarios complejos, estableciendo relaciones que no se ven fácilmente con otros métodos, a su vez estos entornos tridimensionales previamente realizados aumentan el compromiso y la motivación, generando un impacto que estimula la actividad cerebral y de recuperación cognitiva.

Esta tecnología se ha utilizado a nivel mundial en diversos campos educativos cuando el tiempo, la accesibilidad, la seguridad y otros aspectos se tornan complejos; es importante denotar que el nivel de interactividad, de inmersión, el dominio de la interfaz y las herramientas de interacción en el entorno deben ser controlados con el fin de mejorar el aprendizaje y disminuir potenciales efectos negativos asociados a desajustes sensoriales que causan sensación de malestar [1]; esta metodología es acorde al nivel tecnológico que los estudiantes de educación tienen y sus expectativas asociadas a la educación superior, la que les debe entregar herramientas alineadas a los requerimientos futuros de la industria; aplicar el conocimiento y la comprensión a un problema complejo, en un entorno tridimensional interactivo, proporciona una herramienta adecuada para dividir un problema principal en varios secundarios y establecer relaciones entre ellos para crear una solución única, realista y práctica [2]; por otra parte se ha demostrado que la habilidad de lectura espacial es posible de medir, a partir de la comparación de una forma geométrica tridimensional en 3 medios: imagen en pantalla, modelo tridimensional físico y visualización mediante Realidad Virtual, donde el uso de pantallas montadas en la cabeza (Head-Mounted Display –HDM) efectivamente influye en la capacidad de visualización espacial [3].

La presente experiencia se realizó en base al proyecto de Innovación educativa adjudicado el año 2018 llamado "Implementación de la Realidad Virtual inmersiva en las carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Chile" que incluyó la adquisición de 2 equipos "Oculus Rift Touch" que permitieron el recorrido de un proyecto habitacional de 119 m2 (Proyecto 1), 252 m2 (Proyecto 2) y 10.948,7 m2 (Proyecto 3), y su contraparte - en forma de planos impresos – en función de reconocer la percepción y comprensión comparativa de ellos.

La experiencia se realiza en cursos donde existen objetivos de aprendizaje relacionados con la comprensión geométrica de un proyecto; el universo de estudiantes inscritos en el curso "Dibujo gráfico computacional" fue de 95, con 68 participantes totales, de los cuales 32 utilizaron los lentes y mandos de Realidad Virtual para recorrer el proyecto; el universo de estudiantes inscritos en el curso "Edificación I" fue de 51, con 46 participantes totales, de los cuales 17 utilizaron los lentes y mandos de Realidad Virtual para recorrer el proyecto.

Desarrollo

El objetivo general de la presente propuesta se centró en determinar los beneficios que tiene la Realidad Virtual Inmersiva en las variables precisión y percepción en los estudiantes; la metodología se enfoca en que las actividades docentes - en cursos de dibujo gráfico en 2 y 3 dimensiones - que combinen gráficos tridimensionales en pantalla, modelo físico y Realidad Virtual, mejoran la habilidad espacial siempre y cuando el elemento a describir tenga un nivel importante de complejidad [3], por lo que el estudio busca también una correlación entre los distintos proyectos indicados previamente.

Esta experiencia se desarrolla, en el primer semestre – con los proyectos 1 y 2 - en las siguientes carreras de la Escuela de Ingeniería que cuentan, al principio de su malla curricular, con el curso "Dibujo gráfico computacional":

- Geología, Ingeniería Civil en Minas, Ingeniería en Construcción, Ingeniería Civil en Obras Civiles e Ingeniería Civil Industrial.

Por otra parte, la experiencia del segundo semestre se vinculó a las carreras:

- Ingeniería en Construcción e Ingeniería Civil en Obras Civiles.

El curso seleccionado, en el primer semestre, capacita al estudiante en la comprensión de geometría tridimensional asociada a su labor profesional futura; uno de los objetivos de aprendizaje, según su programa, corresponde a que "el estudiante integre la Geometría y el Dibujo, en el desarrollo de proyectos de Ingeniería, contribuyendo al logro de las competencias de egreso"; por tanto se aplicó la experiencia en Realidad Virtual en las unidades finales del programa del curso: Dibujo en 3D, elementos en el espacio y cuerpos geométricos.

En el segundo semestre, el curso "Edificación I" aborda la "interpretación, cuantificación y modelación de distintos procesos y técnicas de construcción de edificaciones en fases preliminares y obra gruesa" por lo que debe lograr comprender técnica y geométricamente un proyecto; en este segundo semestre se abordó exclusivamente el proyecto 3.
Finalmente, en ambos casos se definió la aplicación de la actividad durante el último mes de desarrollo del semestre, en función de que el contenido asociado a las unidades haya sido cursado por el estudiante.

Los instrumentos de obtención de información, previamente validados, se configuraron de la siguiente manera:

- Encuesta: 5 preguntas de comprensión del proyecto, donde responden los equipos a partir de la revisión en Realidad Virtual Inmersiva.
- Encuesta: 5 preguntas de comprensión del proyecto, donde responden los equipos a partir de la revisión en planos impresos.
- Entrevista semiestructurada grupal: Que cuenta con 10 preguntas (primer semestre) y 8 preguntas (segundo semestre) de respuestas abiertas a cada uno de los equipos participantes.

Con respecto a los proyectos abordados, el 1 fue desarrollado por integrantes del equipo de trabajo, el 2 viene de ejemplo en el programa "Revit" de la empresa "Audodesk" por tanto de uso público para quienes adquieren el programa y finalmente el 3 fue entregado para este ejercicio Académico por la empresa "Sacyr Chile S.A."; los 3 proyectos son de uso habitacional, los 2 primeros de 2 pisos y el tercero de 7 pisos.

Estos proyectos se exportaron al programa "Unity" de la empresa "Unity Technologies", motor gratuito de creación de juegos de video, en donde se configura la interacción con el sistema Oculus Rift Touch para, finalmente, generar un archivo que se ejecuta en los equipos computacionales con características técnicas acordes a los requerimientos de la Realidad Virtual; además se trabajó con una aplicación llamada "Revizto" de la desarrolladora "Vizerra" quienes donaron una licencia educativa por 180 días.

Es importante señalar que, si bien 2 integrantes del grupo tendrán interacción mediante el equipo de Realidad Virtual, todo el equipo puede ver y colaborar con el usuario del lente, esto con el fin de potenciar el trabajo en equipo en función del tiempo limitado para la actividad; si el usuario del lente sentía malestares o mareos, podía de forma inmediata terminar con el proceso y ceder dicha actividad a otro compañero. Debido a la diferencia en materialidad, sistemas constructivos, configuración y superficie de los proyectos abordados, cada equipo tiene experiencias cruzadas en su experiencia, donde el equipo que recorre el proyecto 1 en Realidad Virtual, deberá revisar el proyecto 2 en planimetrías de manera análoga.

En esta primera experiencia exploratoria, los estudiantes tenían conocimiento previo a partir de un documento llamado "Actividad del proyecto Implementación de la Realidad Virtual inmersiva en las carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Chile", disponible a través de la plataforma "Aula Virtual" y que contiene:

Figura 1

Casos de estudio abordados 1, 2 y 3 respectivamente

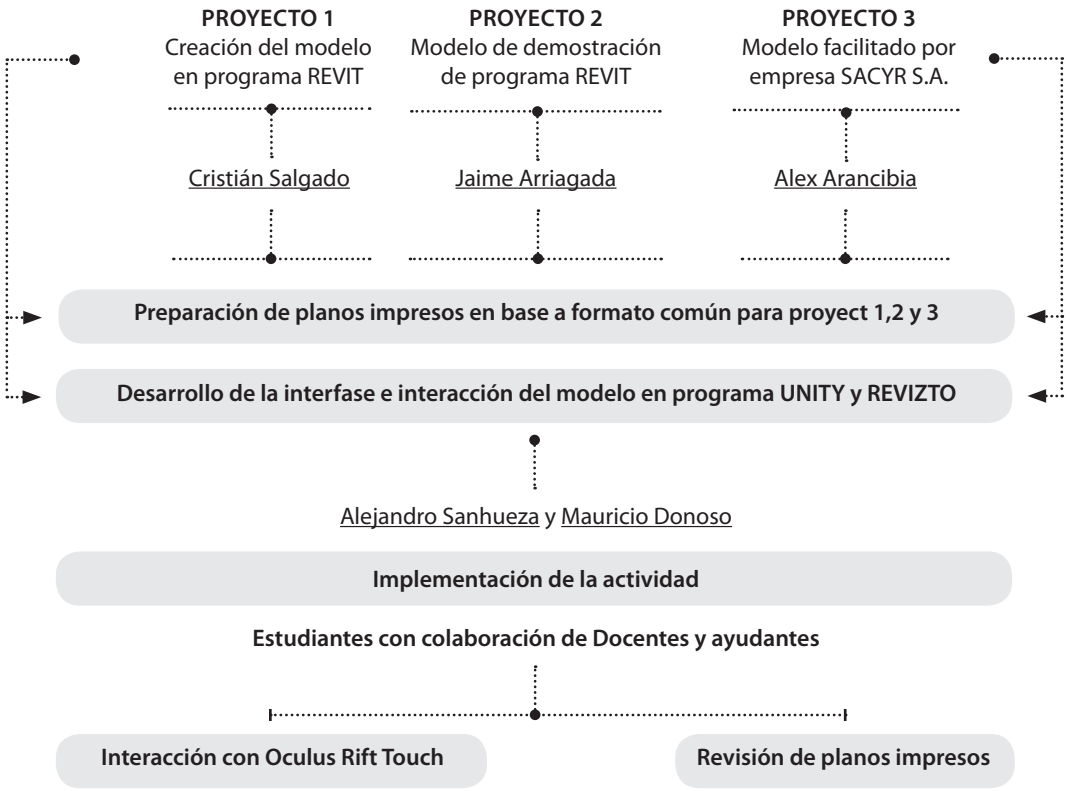

Figura 2

Procedimiento para la generación de los modelos análogos y digitales.

Figura 3

Registro de la actividad en Realidad Virtual

- Introducción y metodología del proyecto.
- Explicación general de la actividad.
- Ficha 1: Instrumento de reconocimiento del proyecto:
- Antecedentes generales de los integrantes.
- Encuesta sobre comprensión del proyecto.
- Ficha 2: Instrumento de percepción general:
- Entrevista semi estructurada grupal.

Esto se realizó en varias sesiones con fechas y horas conocidas por los estudiantes para los cursos participantes, utilizando los siguientes elementos:

- 2 lentes Oculus Rift Touch y sus sensores.

- 1 académico y 1 ayudante – de acuerdo a lo indicado en figura 2.

- 2 equipos computacionales para el manejo de la Realidad Virtual (VR Ready).

La duración total de la actividad se definió en 20 minutos, donde el académico y el ayudante respondían consultas y daban aviso del cumplimiento del tiempo de cada etapa de la actividad.

Las variables a considerar en el estudio tienen relación con la identificación de características del proyecto de manera comparativa entre su versión en papel y Realidad Virtual, por lo que se medirá la variación entre las respuestas certeras de la preguntas y las respuestas registradas por los estudiantes; la ficha 2 llamada "Instrumento de percepción general" abordó el conocimiento y la apreciación de los estudiantes en torno a esta tecnología, por lo que se determinará el porcentaje de aceptación a las preguntas indicadas.

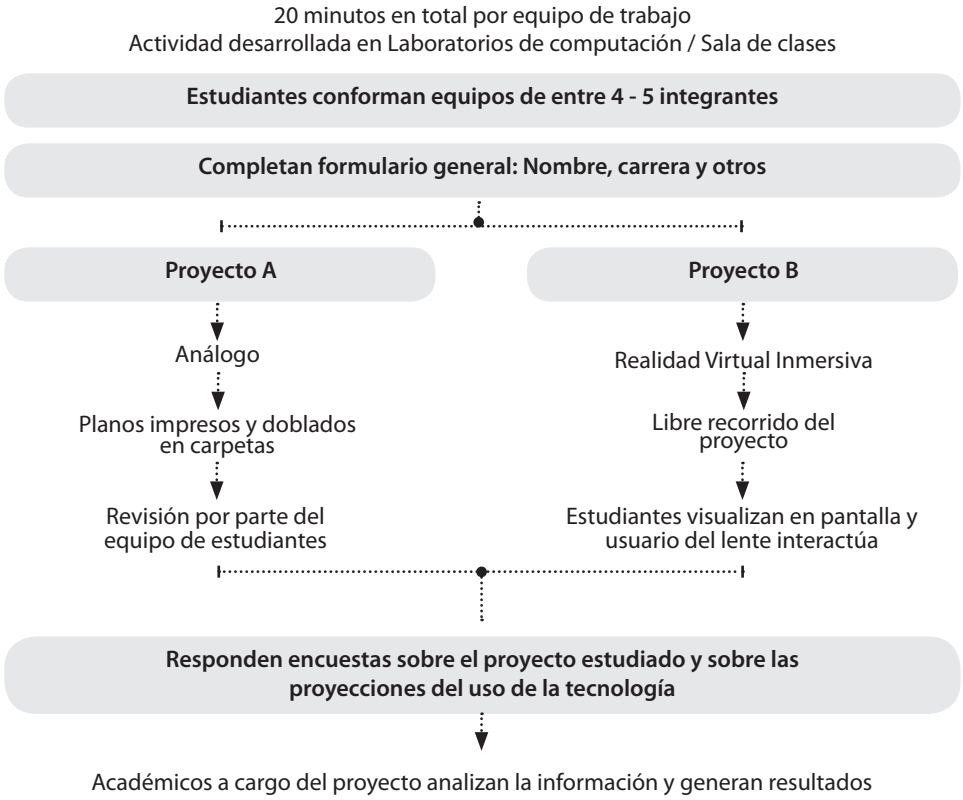

Figura 4

Flujograma de actividades desarrolladas.

Análisis

• Resultados y análisis actividades primer semestre:

Los resultados obtenidos a partir de la comparación de la descripción de los proyectos 1 y 2 en su forma análoga y en Realidad Virtual se presenta en la tabla 1:

ÍTEM	PRECISIÓN (%)		
Proyecto / Característica	**Respuesta correcta**	**Análogo**	**Realidad Virtual**
Número de puertas	100	108	121
Número de ventanas	100	102	115
Altura de recintos	100	102	103
Número de recintos	100	167	88
Materialidad	100	113	156
PRECISIÓN FINAL	100	1118,4	116,6

Tabla 1

Registro comparativo de la actividad con proyectos 1 y 2.

La tabla anterior se visualiza en función de que la valoración igual a 100% significa que la precisión es absoluta, por lo tanto, estos resultados globales se pueden interpretar de la siguiente manera:

• Número de elementos (puertas y ventanas): En el caso análogo se observa una desviación promedio del 10,5% y en el digital del 18%.
• Altura de los recintos: En el caso análogo se observa una desviación del 2% y en el digital del 3%.
• Número de recintos: En el caso análogo se observa una desviación del 2% más del número de recintos efectivos; en el digital del 12%, con menos recintos de los que realmente existen en el proyecto.

• Materialidad: En ambos casos se indica un número mayor de materiales con los que efectivamente se cuentan en el proyecto, 67% más en el análogo y 56% más en el digital.

El promedio final asociado a la desviación del total de características abordadas en el estudio, presentan una desviación del 17,5%, donde el estudio análogo es un 1,8% más preciso que el de Realidad Virtual. Es importante denotar que el reconocimiento del número correcto de ventanas o de la definición de materiales, pueden ser aspectos de mayor complejidad para el universo de carreras participantes en el estudio.

Con respecto "Encuesta a usuarios del lente" ubicada en la ficha 2 llamada "El instrumento de percepción general" muestra los siguientes resultados principales:

• Un 100% de los encuestados cree que esta tecnología se podría aplicar en otras actividades educativas.
• Un 97% cree que mediante esta tecnología se facilita comprender elementos tridimensionales complejos.

• A un 94% les gustó la experiencia.

• A un 90% le gustaría tener mayor información sobre dicha tecnología.

• Un 74% conoce el concepto de "Realidad Virtual inmersiva".

• Un 45% sintió algún malestar físico atribuible al uso de los lentes

La "Entrevista semi estructurada grupal" ubicada en la ficha 2 llamada "Instrumento de percepción general" muestra los siguientes resultados principales:

Ítem 1: Indicar posibles mejoras que se podrían incluir en la presente experiencia:

• Un 42% de los encuestados establece la necesidad de mejorar el movimiento de cámara.

• Un 26% aumentar la calidad de la simulación.

• Un 16% indica que todos los estudiantes del equipo deberían poder usar los lentes.

Ítem 2: ¿Qué beneficios proyectan, de esta tecnología, en el futuro de su profesión?:

• Un 56% de los encuestados establece beneficios asociables a la visualización del proyecto de manera realista antes de la ejecución.

• Un 38% indica que permite una mejor compresión del proyecto en comparación con los planos.

• El 6% indicó otro no clasificables ("es más divertido").

Ítem 3: ¿Qué ventajas aprecia en la revisión del proyecto en papel versus la revisión con lentes?

• Un 41% de los encuestados indica que la versión en papel tiene ventaja debido a que aparecen las cotas.
• A un 35% se le hizo más fácil la visualización del proyecto debido a que no se debe desplazar a un punto en función de reconocerlo.

• Un 18% indicó otros no clasificables ("asistir a una obra solo mediante papel", "desbloquear logros", "se aprecia de mejor manera en Realidad Virtual").

• Un 6% establece que mediante el papel se pueden detallar aspectos más técnicos de los materiales que componen el proyecto.

Resultados y análisis actividades segundo semestre:

Los resultados obtenidos a partir de la comparación de la descripción del proyecto 3 en su forma análoga y en Realidad Virtual se presenta en la tabla 2:

La tabla anterior se visualiza en función de que la valoración igual a 100% significa que la precisión es absoluta, por lo tanto, estos resultados globales se pueden interpretar de la siguiente manera:

• Número de elementos (puertas y ventanas): En el caso análogo se observa una desviación promedio del 26,5% y en el digital del 14%.

• Número de pisos: En el caso análogo se observa una desviación del 13% y en el digital del 8%.

• Número de departamentos: En el caso análogo se observa una desviación del 33% y en el digital del 11%.

• Materialidad: En el caso análogo se observa una desviación del 33% y en el digital del 0%.

El promedio final asociado a la desviación del total de características abordadas en el estudio, se tiene que en promedio presentan una desviación del 3,5%, donde el estudio digital es un 3,4% más preciso que el original.

Los resultados obtenidos a partir de la comparación de la descripción del proyecto 1 en su forma análoga y en Realidad Virtual se presenta en la tabla 3:

La tabla anterior se visualiza en función de que la valoración igual a 100% significa que la precisión es absoluta, por lo tanto, estos resultados globales se pueden interpretar de la siguiente manera:

• Número de elementos (puertas y ventanas): En el caso análogo se observa una desviación promedio del 150% y en el digital del 10%.

• Número de pisos: No se observa desviación en los 2 métodos.

• Número de habitaciones: En el caso análogo se observa una desviación del 11% y en el digital del 33%.

• Materialidad: No se observa desviación en los 2 métodos.

ÍTEM	PRECISIÓN (%)		
Proyecto / Característica	**Respuesta correcta**	**Análogo**	**Realidad Virtual**
Número de pisos	100	113	92
Número de puertas exteriores	100	67	117
Altura de departamentos	100	133	89
Ventanas por departamento	100	80	111
Materialidad	100	133|	100
PRECISIÓN FINAL	100	105,2	101,8

Tabla 2

Registro comparativo de la actividad para el Proyecto 3.

ÍTEM	PRECISIÓN (%)		
Proyecto / Característica	**Respuesta correcta**	**Análogo**	**Realidad Virtual**
Número de pisos	100	100	100
Número de puertas exteriores	100	250	100
Número de habitaciones	100	111	133
Ventanas por casa	100	100	120
Materialidad	100	100	120
PRECISIÓN FINAL	100	132,2	110,6

Tabla 3

Registro comparativo de la actividad para el Proyecto 1.

Finalmente, la "Entrevista semi estructurada grupal" ubicada en la ficha 2 llamada "Instrumento de percepción general" muestra los siguientes resultados principales:

Ítem 1: ¿Conoce usted el concepto de "Realidad virtual inmersiva"?:

- Un 58% de los encuestados conoce el concepto.

Ítem 2: ¿Le gustaría tener mayor información sobre dicha tecnología?:

- Un 92% de los encuestados les gustaría tener mayor información sobre dicha tecnología.

Ítem 3: ¿Usted cree que esta tecnología se podría aplicar en otras actividades educativas?:

- Un 100% de los encuestados cree que esta tecnología se podría aplicar en otras actividades educativas.

Ítem 4: ¿Ustedes creen que en su futuro profesional utilizará tecnología de realidad virtual?:

- Un 92% de los encuestados creen que en su futuro profesional utilizará tecnología de realidad virtual.

Ítem 5: ¿Ustedes creen que es importante incorporar tecnología en la enseñanza de la Ingeniería?:

- Un 100% de los encuestados creen que es importante incorporar tecnología en la enseñanza de la Ingeniería.

Ítem 6: Indiquen posibles mejoras que se podrían incluir en la presente experiencia.

- Un 42% de los encuestados indica que se debe extender el tiempo, permitiendo profundizar en la actividad desarrollada.
- Un 33% de los encuestados indica que se debe mejorar las gráficas y la movilidad de la cámara.
- Un 8% de los encuestados indica que se debe mejorar la ventilación de la sala donde se desarrolló la actividad.
- Un 17% de los encuestados indica otros aspectos no clasificables a mejorar.

Ítem 7: ¿Qué ventajas aprecia en la revisión del proyecto en papel versus la revisión con lentes?

- Un 42% de los encuestados indica que la versión en papel tiene ventaja debido a se tiene una visión global del proyecto.
- Un 8% de los encuestados indica que la versión en papel tiene ventaja debido a se visualizan mejor los detalles.
- Un 50% de los encuestados indica que la versión en Realidad Virtual es más ventajosa.

Conclusiones

La implementación de la Realidad Virtual en los cursos indicados fue posible a partir de la realización de actividades prediseñadas. La bibliografía y la opinión de los estudiantes demuestra que la Realidad Virtual es una tecnología conocida en las nuevas generaciones con gran potencial de incorporación en la Academia; los resultados finales de la experiencia tuvieron relación con que el reconocimiento del nivel de precisión es acorde a la bibliografía (mientras más grande es el proyecto, mayor incidencia en el reconocimiento de sus características geométricas tendrá la Realidad Virtual Inmersiva, con una precisión del 1,8% (proyectos 3) versus 16,6% (proyecto 1 y 2)), además la precisión promedio entre el modelo digital y análogo tiene una precisión comparativa de 9,2% y 11,8% respectivamente.

Bibliografía

[1] J. Lucas, "Immersive VR in the construction classroom to increase student understanding of sequence, assembly, and space of wood frame construction," J. Inf. Technol. Constr., vol. 23, no. November 2017, pp. 179–194, 2018.

[2] A.-H. G. Abulrub, A. N. Attridge, and M. A. Williams, "Virtual reality in engineering education: The future of creative learning BT - 2011 IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2011, April 4, 2011 - April 6, 2011," pp. 751–757, 2011.

[3] P. Katsioloudis, M. Jones, and V. Jovanovic, "Use of virtual reality head-mounted displays for engineering technology students and implications on spatial visualization," Eng. Des. Graph. J., vol. 81, no. 1, pp. 11–24, 2017.