

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAGÍSTER EN INFORMÁTICA EDUCATIVA Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO



***MUNDOS VIRTUALES INMERSIVOS COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA EL
FORTALECIMIENTO DE LA HABILIDAD ESPACIAL EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA***

POR: MARIO HERNÁN BRAVO MOLINA

**TESIS PRESENTADA A LA FACULTAD DE EDUCACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA
SANTÍSIMA CONCEPCIÓN PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN
INFORMÁTICA EDUCATIVA Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO**

DIRECTOR DE TESIS: PHD. MARÍA GRACIELA BADILLA QUINTANA

CONCEPCIÓN, OCTUBRE 2018

INDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	4
ÍNDICE DE GRÁFICOS	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTOS.....	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1 Problematización	11
1.2 Formulación del Problema	14
1.3 Objetivo General.....	14
1.4 Objetivos Específicos	15
1.5 Hipótesis	15
1.6 Variable Habilidad Espacial.....	15
1.6.2 Definición Operacional	16
1.7 Variable Mundo Virtual Inmersivo con <i>OpenSimulator</i>	17
1.7.2 Definición Operacional	17
1.8 Justificación	18
2 Marco Teórico.....	21
2.1 Formación profesional y enfoque curricular por competencias	21
2.2 Competencias y aprendizaje en el contexto universitario	23
2.3 TIC y procesos formativos en Ingeniería	25
2.4 La Habilidad Espacial y su evaluación.....	27
2.6. Antecedentes empíricos sobre el desarrollo de la habilidad espacial en educación superior.....	30
2.7 Mundos Virtuales Inmersivos.....	31
2.8 Evidencias empíricas del aporte de los MVI en Educación Superior.....	36
3 Marco Metodológico	37
3.1 Enfoque de la investigación.....	37
3.2 Diseño de la Investigación	38

3.3	Tipo estudio	38
3.4	Población y muestra	39
3.5	Recogida de los datos	40
4	Resultados	44
4.1	Descripción del desarrollo tecnológico de un MVI.....	44
4.1.1	Herramienta tecnológica <i>OpenSimulator</i>	45
4.1.2	Herramienta tecnológica de <i>Moodle</i>	47
4.1.3	Herramienta tecnológica <i>Sloodle</i>	48
4.2	Resultados de la validación tecnológica y pedagógica en un MVI	49
4.2.1	Dimensión teórica.....	50
4.2.2	Dimensión pedagógica	51
4.2.3	Dimensión Plataforma <i>OpenSimulator</i>	55
4.2.4	Otros resultados no paramétricos se refieren a la correlación de las dimensiones y las diferencias en la percepción de los estudiantes y profesores	59
4.3	Evaluación del desarrollo de la Habilidad Espacial a través del uso de MVI.....	60
5	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	65
6	PROYECCIONES	69
7	LIMITACIONES.....	70
8	REFERENCIAS	71
9	ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Percepción de profesores y estudiantes sobre la Dimensión Teórica.	50
Tabla 2: Resultados de la categoría de visualización de espacio.	52
Tabla 3: Resultados de la Categoría de Diseño Pedagógico.....	53
Tabla 4: Resultados de la categoría Usabilidad.	55
Tabla 5: Resultados de la Categoría Estabilidad	56
Tabla 6: Resultados de la Categoría Acceso.....	57
Tabla 7: Resultados de la Categoría de Funcionalidad.....	58
Tabla 8: Promedio, Media y Desviación Estándar de puntajes y notas obtenidos de cada estudiante para cada atributo evaluado en el Pre-Test y Pos-Test.....	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resumen de promedios por cada Dimensión.	59
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Modelo pedagógico de trabajo en mundos inmersivos. Fuente: Badilla y Meza (2015).....	34
Figura 2: Ejemplo Test de Rotación Mental. Modificado de Vanderberg and Kuse (1978).	42
Figura 3: Ejercicios de Alzado y Planta dispuestos en la Plataforma Moodle. Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 4: Modelo tecnológico basado en herramientas de código abierto. Fuente: Elaboración Propia	45
Figura 5: Objetos de aprendizaje presentes en la Sala de Perspectiva.	46
Figura 6: Objetos de aprendizaje presentes en la sala Normalizada.....	46
Figura 7: Objetos de aprendizaje presentes en la sala Normativa Chilena de Dibujo Técnico. Fuente: Elaboración propia.....	47
Figura 8: Objetos de aprendizaje presentes en la sala de taller.....	47
Figura 9: Plataforma tecnológica Moodle.	48
Figura 10: Creación de los objetos en el MVI a través de Sloodle Rezzer.	49
Figura 11: Visor Singularity (izquierda) y una captura de pantalla de la isla en OpenSimulator (derecha). Fuente: Elaboración propia.....	49

DEDICATORIA

A mi señora Carmen Gloria y mi hija Valentina por todo el apoyo y cariño que me brindaron en esta etapa de desarrollo académico.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi profesora guía Dra. Mariela Graciela Badilla por su profesionalismo y calidad de persona.

A todos los profesores del Magíster en Informática Educativa y Gestión del Conocimiento por su disposición.

RESUMEN

El presente estudio evidencia la implementación de una propuesta tecnológica a partir del uso de Mundos Virtuales Inmersivos (MVI) como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la habilidad espacial en estudiantes de educación superior, para lo cual se estipularon tres fases.

La primera fase contemplaba la implementación tecnológica de un MVI con el uso de herramientas gratuitas tales como: *OpenSimulator* para espacios Inmersivos 3D, Moodle para los recursos y actividades pedagógicas, y Sloodle, como complemento para la comunicación entre las plataformas. Esta etapa considera además la distribución de los objetos de aprendizaje requeridos en la isla denominada FARCODI.

La segunda fase contempló la verificación del uso práctico de la plataforma virtual con el fin de realizar ajustes para mejorar la propuesta, así como la evaluación de los criterios de calidad del software educativo, y el desarrollo pedagógico, que corresponde al diseño didáctico de la propuesta educativa.

La tercera y última fase considera la evaluación del impacto que produce en el fortalecimiento de la habilidad espacial el uso de MVI, a través de la aplicación de un instrumento de medición antes y después de la intervención.

Dentro de los principales resultados se destaca el hecho de que se pudo validar la propuesta tecnológica y pedagógica diseñada específicamente en *OpenSimulator* para el fortalecimiento de una habilidad profesional importante en estudiantes de Ingeniería en Construcción, permitiéndoles entrenar la habilidad espacial de manera adecuada. Lo anterior indica que se puede contar con un nuevo recurso tecnológico como estrategia de apoyo pedagógico para innovar en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las instituciones de educación superior.

Otro aspecto relevante del estudio fue verificar si el MVI proporcionaba a los estudiantes una mejor comprensión de los aspectos asociados a las Relaciones Espaciales. Los resultados de la medición muestran que hubo una diferencia significativa antes y después de la intervención, indicando que los estudiantes demuestran un fortalecimiento de la habilidad espacial.

ABSTRACT

This study proof the implementation of a technological proposal based on the use of Immerse Virtual Worlds (IVW) as a pedagogical strategy to enrich the of spatial ability in high education students, for this there are three stages.

The first stage took into account the implementation of IVW with the use of free tools such as: Opensimulator for Immerse 3D space, Moodle for the resources and pedagogical activities, and Sloodle, as a complement for the communication between platforms. Moreover, this stage considers the distribution of the necessary learning objectives in the island called FARCODI.

The second stage included the verification of the practical use of the virtual platform due to make adjustments and improvements in the proposal, as well as in the evaluation of the quality criteria of the educational software and the pedagogical development which corresponds to the didactic design of the pedagogical proposal.

The third and final stage considered the evaluation of the impact that produced in the enrichment of the spatial skill the use of the IVW, through the application of an instrument of measurement before and after the intervention.

The main results highlight the fact that it was possible to validate the technological and pedagogical proposal designed specifically in *OpenSimulator* for the enrichment

of an important professional skill in Construction Engineer students, allowing them to train the spatial skill properly. This indicates that it is possible to include a new technological resource as a pedagogical strategy support to innovate in the teaching and learning process in institutions of high education.

Another relevant aspect of the study was to verify if the IVW provided students with a better understanding of the aspects associated with Spatial Relations. The results of the measurement show that there was a significant difference before and after the intervention, indicating that students demonstrate a strengthening of spatial ability.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Problematización

Desde hace varios años la sociedad y el mercado laboral han impulsado nuevas exigencias en lo que respecta a los perfiles de los profesionales que se necesitan (De Miguel, 2005). Lo anterior, ha generado un gran desafío a la educación superior, a nivel mundial y latinoamericano, en el sentido de preguntarse si los perfiles de egreso de los respectivos planes curriculares responden a estas emergentes demandas. Por este motivo iniciativas como *Alfa Tunning* latinoamericano y el conglomerado de instituciones de Educación Superior suscritas a esta, propusieron definir los perfiles de egreso acordando como referente un conjunto de competencias que debieran desarrollar sus estudiantes, lo que significó el rediseño de los respectivos planes curriculares (Beneitone, González y Wagenaar, 2014).

A partir de los años 90' la comunidad europea crea el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) que persigue plantear una serie de reformas en la formación universitaria adecuadas a las exigencias del mercado laboral adaptando sus modelos educativos y adecuando los métodos de enseñanza a los procesos formativos asociados a los resultados de aprendizaje reflejados en las competencias declaradas (Rodríguez, 2012; Cano, 2008). Bajo este concepto, nace el proyecto *Tunning*, que busca unificar criterios para determinar los perfiles de los profesionales acordes a las necesidades del mercado. En relación a esto Jiménez (2009) plantea que “estas propuestas estructuran los nuevos planes de estudio con un enfoque de convergencia. Al tiempo, la consecución de las competencias descritas posibilitará una mayor vinculación entre la educación superior y el empleo, formando profesionales competentes y adaptables a nuevos retos” (p.7)

En el año 2004 el proyecto *Tunning* comienza a replicarse en Latinoamérica donde participan 182 carreras de un total de 18 países, contemplando las áreas de educación, historia, matemáticas y ciencias empresariales. Posteriormente, en

octubre de 2005 se incorporan ocho nuevas áreas: arquitectura, derecho, enfermería, física, geología, ingeniería civil, medicina y química. Dentro de las competencias declaradas en este proyecto se considera la Abstracción espacial y representación gráfica como una de las competencias que todo ingeniero debiera desarrollar, encontrándose presente en un gran número programas de estudios: Ingeniero Industrial en todas sus ramas (mecánica, electrónica, química., textil), Ingeniero en Telecomunicación, Ingeniero Aeronáutico, Ingeniero en Minas, Ingeniero de Obras Públicas, Ingeniero Agrícola, Ingeniero Forestal, Ingeniero Naval, Ingeniero en Topografía, entre otras (Saorín, Navarro, Martín y Contero, 2009).

Por otra parte, Argüello (2013) afirma que en el ámbito de la ingeniería es necesario que los estudiantes puedan imaginar y visualizar objetos en tres dimensiones, además de la orientación espacial para tomar decisiones. Por su parte, Martín (2009, p. 44) sostiene que “el pensamiento espacial es esencial para el pensamiento científico y se utiliza para representar y manipular información en el aprendizaje y en la resolución de problemas”. Agrega además que dicha competencia está muy relacionada con el desempeño de los estudiantes en variadas actividades y su dominio es un factor fundamental en el aprendizaje de las carreras como Arquitectura e Ingeniería, lo que facilita a los profesionales del área a conceptualizar las relaciones entre la realidad y el modelo abstracto. Esta habilidad considera la visualización, rotación mental y transformación de la información espacial (Linn y Petersen, 1985).

Varios estudios indican que los estudiantes que ingresan a la educación superior a las carreras de ingeniería presentan grandes falencias en esta habilidad, debido principalmente a su falta de entrenamiento (Saorín et. al, 2009; Sorby, 2009; Tristancho, Contreras y Vargas, 2014). Destacando que existe una diferencia de capacidad en esta habilidad entre hombres y mujeres que pudiera deberse a factores biológicos o ambientales.

Vázquez y Noriega (2011) destacan la importancia de trabajar esta habilidad especialmente en estudiantes universitarios de Ingeniería dado que encontraron que cuanto mayor nivel de capacidad espacial tiene un estudiante, mejor calificación obtiene.

Argüello (2013) encontró que los softwares CAD posibilitan una mejor interpretación espacial y bidimensional de los objetos, piezas, sistemas y máquinas presentes en su desarrollo instruccional; permiten, de forma dinámica e interactiva, la manipulación de los mismos para clarificar sus características espaciales y dimensionales.

Considerando el advenimiento de las Tecnológicas de la Información y Comunicación (TIC) y su creciente uso en los procesos educativos en los distintos niveles de la educación, y en especial en el ámbito universitario, se destaca el hecho que ofrecen grandes posibilidades de incorporarlas como un elemento diferenciador en el proceso de aprendizaje. Según Martín (2009) el campo de las habilidades espaciales se centra en la relación de éstas con las nuevas tecnologías, afirmando que “el rápido crecimiento de las tecnologías de la información y de la comunicación y el hábil manejo que de estas tecnologías que tienen los estudiantes de hoy día ha propiciado nuevas formas de educación”. (p. 24).

En reconocidas instituciones como la Universidad Argentina de la Empresa, la Universidad de Barcelona, la Universidad de Sevilla y la Universidad a Distancia de Madrid, la tendencia en incorporación de tecnología en los procesos educativos está relacionada con el uso de mundos virtuales, de dispositivos móviles y de realidad aumentada (Falcón, 2014).

Algunas aportaciones respecto del uso de MVI en el proceso de enseñanza-aprendizaje de habilidad espacial, destacan importantes resultados obtenidos a

partir de la incorporación de estas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Tüzün y Özdiñ (2016) encontraron que la orientación virtual tiene resultados similares o mejores que la orientación auténtica en términos de aprendizaje conceptual y espacial, destacando que los participantes perciben un alto nivel de presencia en la orientación virtual. Por su parte Alcántara (2014) llevó a cabo una investigación con estudiantes del primer ciclo de la carrera de odontología de la Facultad de Odontología de la USMP en Perú sobre el uso de metaversos como herramienta de enseñanza para mejorar la inteligencia espacial, encontrando que el grupo de estudiantes bajo esta innovación mejoraron el nivel del factor de rotación mental.

En Chile, a nivel de educación superior no se encuentran investigaciones sobre procesos pedagógicos referentes al desarrollo de la habilidad espacial. Por otra parte, y de acuerdo a lo planteado en párrafos anteriores existen algunas investigaciones, en Europa y Latinoamérica, asociadas al desarrollo de la habilidad espacial mediadas por TIC en carreras universitarias, pero no así en el ámbito de la Ingeniería en Construcción.

1.2 Formulación del Problema

Se plantea la pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto de la incorporación de MVI sobre el nivel de desarrollo de habilidades espaciales en los estudiantes que cursan el taller de Dibujo Técnico de primer año del plan curricular de la carrera de Ingeniería en Construcción en la Universidad del Bío-Bío?.

1.3 Objetivo General

Evaluar la implementación y el grado de impacto de un MVI sobre el fortalecimiento de la habilidad espacial en estudiantes de Ingeniería de primer año de la

Universidad del Bío-Bío.

1.4 Objetivos Específicos

- Describir el proceso de diseño de actividades didácticas en un MVI para estimular la habilidad espacial en estudiantes de educación superior.
- Validar el desarrollo e implementación tecnológica de un MVI con *OpenSimulator* para las actividades de aprendizaje.
- Evaluar la habilidad para descomponer objetos en tres dimensiones en el contexto de la asignatura de taller de dibujo utilizando un MVI como recurso tecnológico complementario a las clases tradicionales.

1.5 Hipótesis

H₁: La incorporación de Mundos Virtuales Inmersivos como recurso tecnológico-pedagógico promueve el fortalecimiento de la habilidad espacial en estudiantes de educación.

H₀: La incorporación de Mundos Virtuales Inmersivos como recurso tecnológico-pedagógico no promueve el fortalecimiento de la habilidad espacial en estudiantes de educación.

1.6 Variable Habilidad Espacial

1.6.1 Definición Conceptual

Tristancho, et al. (2014, p. 722), definen la habilidad espacial como “la capacidad de generar representaciones mentales tridimensionales desde representaciones icónicas, constituyendo una particularidad de la evolución del hombre”. Linn y Petersen (1985) agregan que esta habilidad se puede agrupar en tres categorías: *Percepción Espacial*, *Rotación Mental* y *Visualización Espacial*. Sin embargo, en los

últimos años ha habido un consenso en cuanto al número de categorías que definen esta habilidad y que se ha simplificado su clasificación en solo dos categorías (Saorín et. al, 2009):

- Relaciones Espaciales: Habilidad de realizar rotaciones y comparaciones en cubos bidimensionales y tridimensionales. Incluiría las rotaciones espaciales y la percepción espacial de la anterior clasificación.
- Visión Espacial: Habilidad de reconocer piezas tridimensionales mediante plegado y desplegado de sus caras.

Respecto del entrenamiento de la habilidad espacial Martín (2009) establece que “es posible contribuir a su desarrollo de diversas formas ya sea según el proceso de transmitir el conocimiento, según las técnicas para llevar a cabo el aprendizaje, según los recursos didácticos, etc.” (p. 51).

En el caso de esta investigación en cuanto a fortalecer la habilidad espacial y en relación a los contenidos declarados en la asignatura de Taller de Dibujo Técnico, será la categoría Relaciones Espaciales la que se tratará de desarrollar.

1.6.2 Definición Operacional

De las dos categorías de la habilidad espacial, en esta investigación se abordará solo la referida a Relaciones Espaciales. Las relaciones espaciales tienen dos componentes:

- Rotación
- Comparación de elementos u objetos en dos y tres dimensiones.

La forma en que se medirán estos componentes será a través del test MRT (Mental Rotation Test) (Vandenberg y Kuse, 1978), estandarizado y validado.

En esta investigación se utiliza una versión adaptada del Test MRT que tiene la misma estructura y características, pero con distintos ejercicios, que consisten en las vistas de un objeto (alzado y perfil).

En concreto los dos componentes de las relaciones espaciales son medidos a través de 19 ejercicios con idéntica puntuación para cada uno, donde a partir de una imagen principal se deben comparar con otras cuatro a fin de identificar cuáles son las correctas (ver Figura 1).

Los ejercicios 1, 3, 10, 11 corresponden el ítem Planta; los ejercicios 2, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 corresponden el ítem Alzado; y finalmente, los ejercicios 12,13,14,15,16,17,18,19 son ejercicios que combinan ambos aspectos (ver Anexo 3).

1.7 Variable Mundo Virtual Inmersivo con *OpenSimulator*

1.7.1 Definición Conceptual

Los Mundos Virtuales Inmersivos son espacios tridimensionales (3D) ficticios y simulados a través de aplicaciones multiplataforma que permite a los usuarios ser representados como un personaje en 3D denominado "avatar". *OpenSimulator* se caracteriza por estar basado en software libre, poseer una estructura modular escrita en C# y soportar múltiples visores (clientes) o protocolos (software y web), es configurable para suplir múltiples necesidades y puede ser extendido usando módulos.

1.7.2 Definición Operacional

Infraestructura y recursos didácticos creados en la isla FARCODI -Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño-, coordenadas, 156,88,23; simulando salas de clase para efectuar actividades pedagógicas. Para esta investigación se crearon 3 salas de clases y una sala taller, implementadas con sillas, una palestra y pizarras digitales asociadas al componente de *Sloodle* denominado *Presenter*. A través de la isla y los elementos con que cuentan los estudiantes en ella, se realizan

actividades orientadas a la descomposición de objetos en tres dimensiones, perspectivas y normativas de dibujo técnico.

1.8 Justificación

Las TIC pueden contribuir de manera efectiva al proceso de enseñanza aprendizaje al ser un agente motivador para el perfil de los estudiantes del siglo XXI y apoyar significativamente al desarrollo de sistemas educativos más eficientes (Camacho, 2013).

Es importante que el sistema educativo universitario evidencie las competencias establecidas en los distintos planes curriculares, por lo que se hace necesario contar con herramientas que puedan facilitar y mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El modelo educativo de la Universidad del Bío-Bío posee un enfoque por competencias puesto en práctica a contar del 2008, que impulsó un cambio curricular profundo en esta institución. La carrera de Ingeniería en Construcción perteneciente a esta institución de Educación, en el marco de su renovación curricular establece dentro de las competencias específicas declaradas la interpretación de antecedentes técnicos para la ejecución de un proyecto constructivo, que a su vez contempla la habilidad espacial como uno de sus resultados de aprendizaje (Arroyo et al., 2008).

La habilidad espacial es una competencia esencial en el perfil de cualquier egresado de las carreras de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, es por este motivo que se hace perentorio que las instituciones de educación superior desarrollen actividades pedagógicas que permitan el desarrollo de esta competencia. Esta habilidad es considerada como factor de éxito en el plano profesional para los egresados de estas carreras (Maris, Noriega y Maris, 2013).

Respecto del fortalecimiento de la Habilidad espacial algunos estudios referidos al tema hacen alusión al uso de juegos como agente articulador entre el usuario y los contenidos asociados al desarrollo de la habilidad. Al respecto, Lin, Chen y Lou (2014) implementaron un juego por computador asociado a la búsqueda del tesoro encontrando que es una forma eficiente de mejorar la orientación espacial y la memoria espacial del alumno en un período muy corto. Cherney (2008) por su parte, destaca que los juegos de computador mejoran el rendimiento de la rotación mental; lo mismo que Vahid y Razeyah (2015) que en un estudio sobre la incidencia de los videojuegos encontraron una relación significativa entre su uso y el desempeño tanto de la capacidad de rotación mental, como de la visualización espacial. Por otro lado, Martin, Sánchez, Bravo, Saorin y Contero (2014) realizaron una investigación enfocada en el desarrollo de una aplicación móvil 3D, llamada Virtual Blocks, con la intención de que los estudiantes pudieran construir modelos con cubos que les pudieran ayudar a realizar tareas de visualización. Los resultados indican que los participantes percibieron que es una aplicación fácil de usar y estimulante.

Los ambientes 3D se consideraron inicialmente para el entretenimiento, sin embargo, a lo largo de los años estos entornos se han transformado en agentes de cambio en la educación. Nunes, Herpich, Do Amaral, Voss, Zunguze, Medina & Tarouco (2017) destacan que este tipo de ambiente “Fomentan la interacción y la comunicación entre estudiantes y profesores en un entorno de simulación de aulas tradicionales, facilitando el desarrollo de actividades y la comprensión de las materias por parte de los estudiantes”. (p 735)

En la actualidad se dispone de variados servidores que permiten desarrollar entornos virtuales tridimensionales, dentro de los cuales se pueden mencionar a Second Life que cuenta con una gran variedad de recursos educativos, culturales y sociales desarrollados por la comunidad de usuarios residentes, pero el diseño de un espacio específico para llevar a cabo una experiencia educativa requiere de un pago (García y González, 2011).

Otra de las plataformas disponibles para desarrollar mundos virtuales es Opensim, Se caracteriza por estar basado bajo la primicia de código abierto, facilitando de esta forma que los centros de educación puedan personalizar sus ambientes educativos de acuerdo a sus necesidades (Vallejo, Sierra, Hernández y Escobar, 2013). Nunes et al. (2017) destaca además que esta plataforma genera un alto nivel de inmersión e interactividad.

En Chile, a nivel de educación superior, se encuentran escasas investigaciones sobre procesos pedagógicos referentes al desarrollo de la habilidad espacial y de su impacto en la formación de Ingenieros.

De acuerdo a esto, la simulación de ambientes virtuales inmersivos de aprendizaje en el ámbito de la Ingeniería, en particular en el contexto específico de la Ingeniería en Construcción, es un área que hasta la fecha presenta escasos antecedentes empíricos, lo cual posibilita un ámbito nuevo e interesante campo para el investigador, así como también para las instituciones que apuestan por estrategias pedagógicas innovadoras para la formación de futuros profesionales del área y que pudiera contribuir a mejorar los procesos formativos de la universidad pública en Chile.

En este contexto, la relevancia de esta investigación radica en el desarrollo de un diseño tecnológico a través de la implementación de una plataforma de código abierto en *OpenSimulator*. Dada la especificidad del contexto de la investigación, se propone, además, la necesidad de contar con una propuesta didáctica y evaluativa asociada, para ser aplicada con estudiantes de ingeniería de primer año, sobre la base del conocimiento experto de docentes de la carrera de Ingeniería en Construcción de la Universidad del Bío-Bío, específicamente que incorporara elementos del curriculum de Dibujo Técnico. Finalmente, se releva la necesidad de evaluar el impacto en el desarrollo de una de las habilidades esenciales en la

formación de profesionales en el área de las ingenierías, que es la habilidad espacial.

Los antecedentes expuestos de manera preliminar en este apartado serán desarrollados en profundidad en el capítulo del Marco Teórico a través del planteamiento de los conceptos básicos, la normativa o contexto nacional, así como el marco empírico, que permiten sostener la relevancia de este experimento, que plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto de la incorporación de Mundos Virtuales Inmersivos sobre el desarrollo de la habilidad para descomponer objetos de tres dimensiones en el taller de Dibujo Técnico de primer año de la carrera de Ingeniería en Construcción de la Universidad del Bío-Bío?

2 Marco Teórico

2.1 Formación profesional y enfoque curricular por competencias

A partir de la Declaración de Bolonia (Ministros Europeos de Educación Superior, 1999) la educación superior en la Comunidad Europea llevó a cabo una serie de cambios importantes en cuanto a los diseños de los planes curriculares de las carreras en las universidades de ese conglomerado. Apuntando especialmente en lo referente a las competencias que debieran desarrollar los estudiantes en relación a los requerimientos del mercado laboral, junto a las estrategias de enseñanza para el logro de los resultados de los aprendizajes esperados (Ceballos, Cantarero y Pascual, 2004).

Por su parte, el proyecto *Alfa Tunnig* America Latina (2011-2013), continuación del trabajo llevado a cabo en una primera fase (2004-2007), pretendió replicar la experiencia europea y establecer un desarrollo de titulaciones fácilmente comparables y comprensibles articuladas para América Latina. Además, busca

establecer estructuras educativas en cuanto a la conformación de currículo para las instituciones de educación superior acordándose un conjunto de competencias para los egresados en las carreras de: Administración de Empresas, Educación, Historia y Matemáticas, Arquitectura, Derecho, Enfermería, Física, Geología, Ingeniería Civil, Medicina y Química (Beneitone et al., 2014).

En particular, el amplio espectro de áreas que implica la formación de un ingeniero, (proyectos y diseños muy variados, gestión, operaciones, desarrollo, ventas, entre otras), con la excepción del ingeniero civil, hace muy difícil generalizar las competencias necesarias vinculadas a un contexto laboral cambiante, entendiendo que éstas generan un adecuado vínculo entre la formación académica y el mundo laboral (Letelier, López, Carrasco y Pérez, 2005).

Consciente de la reformulación de los planes curriculares de la educación superior a nivel mundial, el Gobierno de Chile en el año 1998 impulsó reformas al respecto en educación superior, a nivel nacional, inspiradas en estos nuevos enfoques curriculares, a través de su programa MECESUP, Programa de Mejoramiento de la Calidad y Equidad de la Educación. En una primera etapa el programa se centró en el mejoramiento académico e infraestructura en las 25 universidades del Consejo de Rectores de Universidades chilenas (CRUCH). En una segunda etapa (MECESUP 2) se centró en la implementación de una nueva arquitectura curricular para la educación superior, basada en resultados de aprendizaje y demostración de competencias, siendo coherente con los acuerdos de Bolonia y Tuning (Reich et al., 2011).

Por otra parte, cabe destacar que Chile cuenta con un Sistema de Aseguramiento de la Calidad (Ley N° 20.129), que verifica y promueve la calidad de las Universidades, Institutos Profesionales, Centros de Formación Técnica, y los programas de formación que ofrecen las carreras a través de la CNA (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2016).

2.2 Competencias y aprendizaje en el contexto universitario

Los cambios de enfoque curricular descrito anteriormente tienen como eje central el reconocimiento de un cambio de paradigma en visión del aprendizaje en la educación superior. De ahí la importancia de revisar la educación terciaria que requiere de procesos de enseñanza aprendizaje que garanticen el logro de las competencias establecidas en el plan curricular de un programa de estudios. Principalmente establecer enfoques metodológicos que permitan desarrollar en los estudiantes las habilidades necesarias para un futuro laboral menos incierto.

Según Barderas y Galdeano (2014)

el concepto de competencia implica que los elementos del conocimiento tienen sentido sólo en función de conjunto y de la capacidad que tiene el ser humano de integrar y movilizar sistemas de conocimientos, habilidades, hábitos, actitudes y valores para la solución exitosa de aquellas actividades (p. 154).

Lo anterior implica que el aprendizaje debe estar en función de integrar los conocimientos por sobre una enseñanza netamente cognitiva basada en contenidos.

Por otro lado, la sociedad del siglo XXI, caracterizada por el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en todo tipo de actividades humanas enfrenta el desafío docente de una nueva forma de aprender por parte de los estudiantes, lo que conlleva una nueva cultura que exige el desarrollo de habilidades y competencias para desenvolverse de manera armónica en el mundo actual. El nuevo comportamiento social y la nueva forma de utilización del conocimiento, junto a las profundas transformaciones del mercado laboral, exigen una intensa búsqueda del desarrollo de competencias de los profesionales del futuro (Clares y Samanes, 2009).

En este escenario que demanda a los profesionales “saber”, “saber hacer”, y “saber

ser”, se presenta el desafío a las universidades chilenas para obtener resultados en el perfil de los egresados. De acuerdo a esto la generación de procesos cognitivos y saberes prácticos de un futuro ingeniero es de gran importancia, para enfrentar nuevos paradigmas y desafíos (Larraín y González, 2005).

La relación entre la teoría y la práctica, debe permitir a los estudiantes contextualizar los conocimientos adquiridos y vincularlos con las exigencias del mercado. Para su logro, se deben utilizar metodologías de enseñanza como experiencia práctica en terreno, resolución de problemas que implican toma de decisiones y elaboración de proyectos conformando equipos multidisciplinarios. Además, el autoaprendizaje y la participación activa del estudiante en su formación conllevan a un egresado con mejores condiciones de trabajo y las habilidades para la vinculación constante con el entorno socioeconómico.

De lo anterior se desprende que los tres factores que se debieran triangular en el proceso formativo de un estudiante de ingeniería en la educación superior son:

- el aspecto socio-cultural,
- el aspecto cognitivo,
- y el aprendizaje continuo.

Estos tres elementos tienen como base los siguientes fundamentos teóricos: la Teoría del modelo socio-cultural, la Teoría del aprendizaje significativo y la Teoría evolutiva.

La Teoría del modelo socio-cultural de Vygotsky, establece que el aprendizaje del individuo se condiciona por su entorno social con el cual interactúa y se desarrolla, transformándose en un componente importante para el aprendizaje durante toda la vida (Díaz y Hernández, 2015). La Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1983), establece que el conocimiento se forma a través de los aprendizajes previos, aludiendo también que en el aprendizaje es importante tener en consideración lo

que el alumno ya sabe, y desde esa base comenzar a trabajar. Finalmente, en la Teoría evolutiva Piaget (2003) describe que el aprendizaje es evolutivo con una reestructuración de estructuras cognitivas, es decir, que los nuevos conocimientos se enlazan con los ya obtenidos, ampliando el espectro de conocimientos.

Estas tres teorías apuntan en su conjunto a que el estudiante ya tiene información previa, la cual se acopla con el nuevo conocimiento, pero ésta a su vez es condicionada por el contexto en el que el sujeto se desarrolla. De esta manera, se establece que cada estudiante es único, tiene sus propias fortalezas y debilidades, por lo que la Educación Superior debe guiar estos aspectos para conseguir, al finalizar el periodo de estudios, un profesional que cumpla con los estándares establecidos.

2.3 TIC y procesos formativos en Ingeniería

Dada la importancia que tiene las TIC en la educación superior, Soto, Senra y Neira señalan que su incorporación en los procesos de enseñanza “ha permitido la creación de nuevos entornos comunicativos y expresivos que abren la posibilidad de desarrollar nuevas experiencias formativas, expresivas y educativas, posibilitando la realización de diferentes actividades no imaginables hasta hace poco tiempo” (2009, p. 3). De aquí la relevancia que ha tenido su uso en el ámbito de la educación y el cambio que han producido en las prácticas docentes que han vistos en estas tecnologías una gran oportunidad para incorporarlas en las actividades de enseñanza-aprendizaje.

Respecto a lo anterior, Martínez destaca que “se trata de integrar las TIC en el proceso metodológico y didáctico de la educación superior, convirtiéndolas en herramientas fundamentales para apoyar la docencia en nuevos entornos formativos, para facilitar el aprendizaje y el logro de competencias del estudiante universitario” (2014, p. 175).

Las TIC tienen múltiples aplicaciones en el ámbito de la educación ya que es posible crear entornos multimedia de comunicación, ambientes de comunicación sincrónicos y asincrónicos, favorecer que los estudiantes se conviertan en constructores de información, fomentar la interactividad entre los usuarios, desarrollar entornos colaborativos para el aprendizaje y actualizar de forma inmediata la información.

En el estudio realizado por *Horizon Project* (Durall, Gros, Maina, Johnson y Adams, 2012) se analizó la importancia de la incorporación de las TIC para el aprendizaje en las Instituciones de Educación Superior para Iberoamérica. Distinguen que los principales retos en materia de Tecnologías en el corto plazo son:

- 1) Transformar las estructuras institucionales atendiendo a modelos de la sociedad del conocimiento.
- 2) Incorporar de manera eficiente y eficaz las tecnologías para la docencia y la investigación.
- 3) Promover el desarrollo de competencias digitales para el desarrollo de la disciplina y de la profesión.
- 4) Flexibilizar el acceso y planificar experiencias de aprendizaje abiertas.
- 5) Ofrecer tecnologías e implementar prácticas acordes a una formación personalizada y personalizable.
- 6) Identificar mecanismos que estimulen y promuevan la innovación docente apoyada en las TIC.
- 7) Realizar investigación educativa en educación superior
- 8) Centrar la evaluación de la innovación educativa en una cultura que añada la tecnología al modelo educativo
- 9) Implementar mecanismos de apoyo a la actualización de conocimientos y competencias del mundo digital
- 10) Garantizar la competitividad y sustentabilidad de la institución educativa.

El informe destaca además que las tecnologías que debieran ser consideradas, en

el corto plazo, en el contexto del aprendizaje de la Educación Superior son: Aplicaciones móviles, Aprendizaje basado en Juegos, Tabletas, Entornos personales de aprendizaje y la Geolocalización. Esto es consistente con lo planteado en el Informe Horizon del 2016 (Johnson, Adams, Cummins, Estrada, Freeman y Hall, 2016), en el cual se plantea que la realidad aumentada y la realidad virtual son directrices tecnológicas a desarrollar en los próximos dos a tres años.

2.4 La Habilidad Espacial y su evaluación

Desde una perspectiva general, cabe destacar la propuesta que establece que el ser humano por su naturaleza es capaz de desenvolverse en distintas áreas del saber. En referencia a esto Gardner (1987) plantea, a través de su Teoría de las Inteligencias Múltiples, que las personas poseen distintas habilidades que pueden ser desarrolladas o en algunos casos desarrolladas de forma innata. Esta teoría establece ocho tipos de inteligencias que coexisten en los individuos siendo una de ellas la inteligencia espacial (además de la inteligencia lingüística, lógico-matemática, musical, corporal y cinestésica, intrapersonal, interpersonal y naturalista).

Tristancho et al. definen la habilidad espacial como “la capacidad de generar representaciones mentales tridimensionales desde representaciones icónicas, constituyendo una particularidad de la evolución del hombre” (2014, p. 722). Los autores encontraron que en este concepto se distinguen tres componentes: la destreza y la aptitud, que son innatos en la persona (factor genético), y la habilidad espacial, que puede ser entrenada.

Complementando lo anterior, Saorín et al. (2009) agrega que el individuo que desarrolla esta habilidad es capaz de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional.

En la literatura se encuentran diferentes perspectivas en cuanto al número de

categorías que componen la habilidad espacial. Linn y Petersen (1985) establecen que esta habilidad se puede agrupar en tres categorías:

- Percepción espacial: entendida como la capacidad de ubicar, orientarse, hallar la referencia a la línea horizontal (por ejemplo, en las pruebas con recipientes que contienen líquido anticipar la línea de éste cuando se incline el recipiente). En general, las tareas de percepción espacial requieren usar el punto de gravedad, la vertical y, en este caso, las estrategias más exitosas son las que recurren a indicadores gravitacionales y cenestésicos, más que a índices simplemente visuales.
- Rotación mental: que es la capacidad de girar mentalmente objetos bidimensionales o tridimensionales en bloque.
- Visualización: orientada a generar la imagen mental de un objeto, efectuar transformaciones mentales y retener los cambios producidos. Las transformaciones son procesos complejos que pueden darse por síntesis, movimiento o desarrollo de superficies con plegamientos (Lohman, 1986), ya sea en dos o tres dimensiones, a partir de un estímulo visual o de reconocer si otros objetos estímulo corresponden al dado como referente. En este tipo de tareas, se requieren varios pasos de manipulación mental que pueden incluir la rotación de partes, pero también plegado, reconocimiento de figuras o partes ocultas, diseños de bloque, entre otros. Las estrategias de resolución son analíticas y el desempeño exitoso requiere flexibilidad mental para seleccionar la mejor estrategia.

Por su parte Maier (1998) distingue cinco elementos que a su juicio deben ser específicamente entrenados en los individuos: 1) Percepción Espacial, que requiere la localización de la posición horizontal o vertical a pesar de información que distraiga; 2) Visualización Espacial, que comprende la capacidad de visualizar una configuración en la cual haya movimiento o desplazamiento (interno) de sus partes; 3) Rotaciones Mentales, que implica la capacidad de rotar rápida y precisamente figuras de dos o tres dimensiones; 4) Relaciones Espaciales, que indica la

capacidad de entender la configuración espacial de objetos o partes de un objeto y su relación entre ellos; y 5) Orientación Espacial, que es la capacidad de orientarse uno mismo física o mentalmente en el espacio.

Sin embargo, en los últimos años ha habido un consenso en cuanto al número de categorías que definen esta habilidad y que ha simplificado su clasificación en solo dos categorías: Relaciones Espaciales y Visión Espacial (Saorín et. al, 2009).

- Relaciones espaciales: Habilidad de realizar rotaciones y comparaciones en cubos bidimensionales y tridimensionales. (Incluiría las rotaciones espaciales y la percepción espacial de la anterior clasificación)
- Visión Espacial: Habilidad de reconocer piezas tridimensionales mediante plegado y desplegado de sus caras.

Una de las cuestiones que actualmente interesa en el campo de la formación de los ingenieros es la medición del desarrollo de la habilidad espacial. Al respecto, existen diversos instrumentos para evaluar estas habilidades dependiendo de la profundidad o los objetivos planteados por el investigador. Friedman (1995), citado por Vázquez y Noriega (2010, p. 73) clasifica las pruebas existentes en:

- Pruebas de orientación: tareas de imaginar transformaciones simples y rígidas de los objetos tomados como un todo, ya sea en el plano, como por ejemplo los test de rotación de cartas y de banderas de Thurstone; o en el espacio, como la prueba MRT (*Mental Rotations Test*) para relaciones espaciales, donde cada ítem está formado por cinco figuras de bloques tridimensionales; la primera de ellas debe ser comparada con las otras cuatro a fin de decidir cuáles son la misma figura, es decir, versiones rotadas de la primera y cuáles no lo son.
- Pruebas de visualización bidimensional: son test en los que deben moverse piezas en un tablero para formar el objeto total (rompecabezas)

o bien, encontrar figuras ocultas.

- Pruebas de visualización tridimensional: son test de desarrollo de superficies, como en el caso del sub test de relaciones espaciales del DAT (Differential Aptitude Test), de plegado de papel en el cual el sujeto debe identificar la imagen desplegada.

En la presente investigación se asumirá como perspectiva de evaluación la basada en una prueba de orientación creada sobre la base del test MRT denominado Test de Relaciones Espaciales (de autoría propia) (ver anexo 3).

2.6. Antecedentes empíricos sobre el desarrollo de la habilidad espacial en educación superior

Investigaciones en el ámbito universitario sobre el desarrollo de la habilidad espacial concuerdan sobre la importancia que reviste el uso de las TIC como recurso didáctico.

Según Martín (2009), “la investigación más reciente en el campo de las habilidades espaciales se centra en la relación de éstas con las nuevas tecnologías, las que propician un fortalecimiento de las mismas a través de la utilización de nuevas interfaces de usuario”. (p. 24).

Tanto en el uso de dispositivos móviles, como en una aplicación web interactiva y en un curso a distancia, este autor encontró evidencias de la mejora de la habilidad espacial en estudiantes de primer año de ingeniería en una universidad española.

En otro estudio Tristancho et al. (2014) compararon el uso de técnicas tradicionales y mediadas por tecnología para desarrollar la habilidad espacial en estudiantes de primer año de un plan de estudio de ingeniería. Los resultados mostraron que los estudiantes consideraron más atractivo y efectivo los talleres que incluían el uso de TIC, es decir, impresoras 3D y realidad aumentada, cuando se trata de ejercitación

de la habilidad espacial.

La experiencia de Molina, Pertegal, Jimeno y Mora (2018) establece la existencia de diferencias significativas en cuanto a la capacidad espacial, a partir de actividades de aprendizaje en un entorno virtual, donde se muestran y manipulan algunas formas poliédricas simples al moverlas, rotarlas y escalarlas. En este experimento, se utilizaron dos instancias de visualización para dos grupos a comparar, uno que utilizaba un computador y otro que utilizaba gafas de realidad virtual, los resultados evidencian un mayor nivel de capacidad espacial para el segundo grupo.

Por otra parte, Alcántara (2014), quien evaluó el uso de metaversos como herramienta de enseñanza para mejorar la inteligencia espacial, encontró que el grupo de estudiantes bajo esta innovación mejoró el nivel del factor de rotación mental.

De la Torre, Martín, Pérez, Carrera y González (2015) llevaron a cabo un estudio con uso de TIC (realidad aumentada y tabletas) para estimular la comprensión del espacio tridimensional, encontrando que existe una alta valoración por parte de los estudiantes en cuanto al uso de estos recursos como estrategia de aprendizaje.

Las investigaciones expuestas anteriormente muestran una tendencia a utilizar recursos tecnológicos por sobre métodos tradicionales para el desarrollo de habilidad espacial en la formación en ingeniería a nivel universitario.

2.7 Mundos Virtuales Inmersivos

Las simulaciones y los ambientes virtuales como espacios de aprendizaje virtual tienen una larga historia de uso en la educación y la formación. Durante la última década, las simulaciones se han convertido cada vez más popular para la creación de entornos digitales reales que reproducen el mundo y el lugar de trabajo.

Al respecto Badilla y Meza (2015, p. 595) plantean que “un mundo virtual es conocido como un entorno en línea digital multimedia inspirado en la realidad, donde los usuarios pueden interactuar entre sí a través de avatares”. La recreación de los ambientes o escenarios virtuales son generados por un computador a través de servidores con aplicaciones en 3 dimensiones (3D) y que proporcionan una serie de posibilidades de comunicación, colaboración e interacción casi de cualquier tipo, tanto con el entorno virtual 3D como con el resto de usuarios que tienen presencia en dichas plataformas.

Para Aristeidou y Spyropoulou “el entorno virtual ofrece a los usuarios situaciones de experiencia que podrían no estar disponibles para ellos de otra forma” (2015, p. 260).

Por su parte, Casado y Romero (2011) destacan que como ventajas de los mundos virtuales: la experiencia que proporcionan y la creación de un sentido de «lugar», ya que estar e interactuar en un mundo virtual es lo más parecido a los que se puede sentir en el mundo real que simula.

En la actualidad se dispone de variados servidores que permiten desarrollar entornos virtuales tridimensionales, dentro de los cuales se pueden mencionar a *Second Life* desarrollado por la empresa Linden Lab (Linden Research Inc.) en el año 2003 que cuenta con una gran variedad de recursos educativos, culturales y sociales desarrollados por la comunidad de usuarios residentes (García y González, 2011). Si bien el acceso y la creación de usuarios en esta plataforma son gratis, el diseño de un espacio específico para llevar a cabo una experiencia educativa o particular requiere de un pago por este servicio.

Otra plataforma para montar mundos virtuales es *OpenSimulator*, el cual utiliza los mismos estándares de *Second Life* para comunicarse y cuyo código fue liberado a

partir del año 2007 por Linden Labs bajo licencia GPL. Se caracteriza por estar basado bajo la primicia de Software Libre, poseer una estructura modular escrita en C# y soportar múltiples visores (clientes) o protocolos (software y web), es configurable para suplir múltiples necesidades y puede ser extendido usando módulos.

Uno de las mayores fortalezas de *OpenSimulator* es la facilidad con la que los centros de educación pueden personalizar sus desarrollos, diseñar sistemas de administración e integrar usuarios de las bases (Vallejo, Sierra, Hernández y Escobar, 2013). Sin embargo, la investigación de Peña (2014) encontró algunos inconvenientes técnicos respecto al acceso a la plataforma debido principalmente a la poca experiencia en este tipo de tecnologías por parte del estudiante y en otras ocasiones a cortes del servicio de Internet.

En un contexto educativo, la sistematización de los beneficios de estos entornos virtuales ha sido descritos por Badilla y Meza (2015) a través de un Modelo Pedagógico. Éste se basa en el proceso de interacción que deben realizar los participantes con los objetos de aprendizaje dispuestos para el desarrollo de sus habilidades que les permitan construir experiencias de aprendizaje significativo (ver Figura 1).



Figura 1: Modelo pedagógico de trabajo en mundos inmersivos. Fuente: Badilla y Meza (2015)

Es así como estas autoras señalan que algunas de las principales características de los MVI respecto del aprendizaje son: Escalabilidad, Recreación, Evaluación, Versatilidad, Reducción de la incertidumbre y Personalización. Se propone, por tanto, un modelo para el trabajo en entornos inmersivos que se basa en el proceso de interacción que deben realizar los participantes con los elementos que se ponen a su disposición para el desarrollo de la experiencia educativa que plantean: un *Escenario* educativo, *Herramientas*, entendidas como fuentes de información o instrumentos que se le proporcionarán a los participantes para desenvolverse en el escenario; e *Interacciones*, ya que en el desarrollo de la actividad, los participantes deben realizar intercambios de información con otros agentes “avatares” que se encuentran tanto dentro como fuera del entorno.

Resulta relevante poner énfasis en el componente social presente en los Mundos Virtuales Inmersivos, lo que se identifica directamente con las teorías del Constructivismo Social, de Vigotsky, y el Conectivismo, de Siemens. Por un lado, en el Constructivismo social el aprendizaje se centra en el individuo, en cuanto a que el conocimiento se construye a partir de la ejecución del aprendizaje mismo y

de la interacción social con su entorno. Por su parte, el Conectivismo, sustentado en la teoría del constructivismo, destaca el uso de las tecnologías como un elemento diferenciador en la construcción del conocimiento, a partir de la interacción social entre los individuos conectados en la red (Zapata, 2015).

En el contexto educativo y a diferencia del salón de clases tradicional, en los MVI los estudiantes pueden desplazarse libremente por los espacios ofrecidos y comunicarse en tiempo real usando sistemas de voz y texto para realizar actividades de formación colaborativas, permitiendo un nivel de interacción muy alto con los objetos de aprendizaje del entorno (García, Sutz, Monti, Sattolo, Lipera, Romero y Benito, 2015; Griol, Callejas y López, 2011).

Por otro lado, es relevante mencionar el concepto de Gestores de Contenidos Educativos (*Learning Management Systems*) o Entornos Virtuales de Aprendizaje (*Virtual Learning Managements*), ya que acaparan actualmente la atención de los expertos en enseñanza asistida por computadoras por su amplia difusión en el contexto universitario (Casado y Romero, 2011). Uno de estos gestores, agregan los autores, es Moodle (*Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment*) que constituye desde finales de 2002 la aplicación de enseñanza a través de la Web más extendida (en julio de 2008 contaba con más de 21 millones de usuarios registrados). Lo anterior debido en gran medida a que se ofrece como *Software Libre* y a que ha demostrado mejores resultados pedagógicos que sus competidores como *WebCT*.

Otro componente considerado para la implementación de mundos virtuales en el ámbito pedagógico es *Sloodle* (*Simulation Linked Object Oriented Dynamic Learning Environment*), proyecto de código abierto que integra los mundos virtuales (*OpenSimulator* o *Second Life*) con el gestor de contenido *Moodle*. Vallejo et al. (2013) establecen que esta herramienta contempla una serie de objetos que se pueden utilizar para llevar a cabo actividades pedagógicas en los Mundos Virtuales

Inmersivos, dentro de las cuales se pueden mencionar: *Web Intercom* (Salas de Chat), *Presenter* (Presentaciones), *Reg-enrol booth* (validación del avatar en Moodle), *Quiz Chair* (para evaluar por medio de test).

2.8 Evidencias empíricas del aporte de los MVI en Educación Superior

Dado que los MVI son los recursos objeto de esta investigación desde la perspectiva del desarrollo de la habilidad espacial, a continuación, se describe en términos generales sus principales aportaciones a nivel de educación superior.

Respecto del uso de Mundos Virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se destacan importantes resultados obtenidos a partir de la incorporación de estas tecnologías. Tüzün y Özdiñç (2016) encontraron que la orientación virtual tiene resultados similares o mejores que la orientación auténtica en términos de aprendizaje conceptual y espacial, destacando que los participantes perciben un alto nivel de presencia en la orientación virtual.

En el área de la formación de profesores, Vera y Badilla (2015) realizaron un estudio referente a los aportes de *Second Life* en el desarrollo de prácticas pedagógicas en el ámbito de la Formación Inicial Docente en Chile. Los estudiantes destacan que esta experiencia les permitió mejorar la capacidad pedagógica, estableciendo que se presenta como un desafío intelectual y tecnológico muy motivador. Visualizando, además, que este tipo de herramientas les pudiera permitir trabajar a distancia.

Por su parte, Quinche y González (2011) en su investigación encontraron que los niveles de participación y generación de conocimiento eran superiores que con las clases tradicionales. Además, la curva de aprendizaje con el uso de la plataforma 3D es bastante corta y efectiva, y que el nivel motivacional que reviste el trabajo con esta metodología, permite mejorar la participación del estudiante.

En reconocidas instituciones como la Universidad Argentina de la Empresa, la

Universidad de Barcelona, la Universidad de Sevilla y la Universidad a Distancia de Madrid; la tendencia en incorporación de tecnología en los procesos educativos está relacionada con el uso de mundos virtuales, de dispositivos móviles y de realidad aumentada (Falcón, 2014).

Lo anteriormente expuesto destaca variadas ventajas respecto al uso de los MVI para llevar a cabo actividades de enseñanza, sin embargo, el nivel de logro de los aprendizajes está directamente relacionado con la cantidad de horas planificadas a las actividades dispuestas en la plataforma, al respecto Checa (2011) encontró que los objetivos de aprendizaje establecidos en su propuesta con Mundos Virtuales Inmersivos no se cumplieron en su totalidad debido a que el tiempo establecido para dicha labor fue insuficiente. Por el contrario, Badilla, Vera y Lytras (2017) concluyeron que uno de los factores que influyó en la mejora de las habilidades profesionales y tecnológicas de los estudiantes fue que se desarrollaron simulaciones por un período de 2 años.

El marco conceptual, teórico empírico expuesto permite comprender los beneficios de los MVI en los procesos de enseñanza aprendizaje, específicamente en el contexto de la educación superior, así como también sentar los elementos esenciales para la construcción del marco metodológico de esta investigación.

3 Marco Metodológico

3.1 Enfoque de la investigación

Esta investigación se desarrolla bajo un paradigma positivista, con una metodología cuantitativa de tipo exploratoria y descriptiva, dado que se intenta conocer un tema poco estudiado con el objetivo de familiarizarse con un fenómeno relativamente desconocido y porque se busca describir los diversos aspectos y dimensiones que lo componen (Cea, 2001). En el caso particular de esta investigación, se pretende evaluar el nivel de fortalecimiento de la habilidad espacial en la asignatura de Taller

de Dibujo Técnico en función de la incorporación del recurso Mundos Virtuales Inmersivos.

3.2 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es longitudinal, debido a que se recogieron datos en distintos momentos de acuerdo a tres fases: Fase 1, de Desarrollo; Fase 2, de Validación; y Fase 3 Empírica. La Fase 1 se refiere a la implementación tecnológica de los espacios inmersivos (asociada al Objetivo 1). La Fase 2, consiste en la verificación del uso práctico correcto de las plataformas virtuales para mejorar la propuesta, así como la evaluación de los criterios de calidad del software educativo, y el desarrollo pedagógico, que corresponde al diseño didáctico de la propuesta educativa (Objetivo 2). Finalmente, la Fase 3 considera (Objetivo 3).

De este modo, se configurarán variables dependientes e independiente, así el desarrollo de la habilidad espacial y el rendimiento académico corresponderán a las variables dependientes y la incorporación Mundos Virtuales Inmersivos será la variable independiente en el diseño de esta investigación.

3.3 Tipo estudio

La investigación es de carácter cuasi-experimental con pre-test y post-test con un solo grupo no aleatorio, debido a que se consideró solo a los estudiantes que inscribieron la asignatura de Taller de Dibujo Técnico de la Sección 1. Al respecto, Segura (2003) (citado por Manterola y Otzen, 2015) establece que se denomina estudio cuasi-experimental “cuando la Asignación Aleatoria no se realiza y es el equipo de investigación el que decide quienes recibirán la intervención en evaluación y quienes la estándar o el placebo”. (p. 383).

Considerando los objetivos planteados en esta investigación, se pretende explicar el fenómeno a partir de la identificación y análisis de las causales y sus resultados, los que se expresan en hechos verificables (Bisquerra, 2004).

3.4 Población y muestra

La población de estudio corresponde a estudiantes del grado de Ingeniería de la Construcción, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, de la Universidad del Bío-Bío, cuyo plan curricular contempla una duración de 5.5 años.

La muestra total de este estudio se constituyó por 38 individuos. Durante la Fase 2 participaron 17 individuos. La selección de la muestra se hizo intencionalmente, por invitación y está compuesta por dos grupos: profesores de la carrera y estudiantes. Participaron 4 profesores, quienes regularmente se encargan de dictar la asignatura, con un promedio de la práctica profesional de 8.5 años. Adicionalmente, participaron de la investigación 13 estudiantes ($n = 5$ mujeres, $n = 8$ hombres), con un promedio de edad de 23 años y que a lo largo de su plan de estudios han aprobado la materia de Dibujo Constructivo I y II, que se dictan en el semestre III y IV, respectivamente, del plan de estudios de carrera. Durante la Fase 3 participaron 21 estudiantes de primer año (4 mujeres y 17 hombres) pertenecientes a la misma universidad, que se encontraban cursando la asignatura de Taller de Dibujo Técnico, correspondiente al primer semestre del plan curricular de la carrera.

De acuerdo al tipo de diseño cuasi-experimental de esta investigación, corresponde optar por una técnica de muestreo no probalística (Vieytes, 2004), la que se caracteriza por fundamentarse en una selección de los sujetos que no se basa en la equi-probabilidad. En particular, se desarrollará un muestreo intencional caracterizado porque se eligen los sujetos conforme a ciertos criterios o condiciones de acceso a ello.

Es importante señalar que, dado que se trabajará con un muestreo no probabilístico, se asume que los resultados no son susceptibles de ser generalizados a la población, sino que solo se atribuyen al grupo estudiado. En este sentido, se está consciente de las limitaciones del diseño respecto de la validez externa del estudio,

es decir, tal como se planteó anteriormente, los resultados del estudio no son generalizables a la población (Salinas y Cárdenas, 2009).

3.5 Recogida de los datos

Los instrumentos de recolección de datos utilizados en las distintas fases de la investigación son 2: un Cuestionario tipo Likert y un Test para medir el nivel de logro de la habilidad espacial.

El primero corresponde a un cuestionario dirigido a estudiantes y profesores universitarios, en relación con la implementación de MVI para promover la capacidad espacial. El instrumento (de autoría propia) se denomina Cuestionario de Percepción de Uso de Mundos Virtuales Inmersivos para la promoción de Habilidades Espaciales, se creó basado en el Conjunto de Métricas para Evaluar el Software Educativo de Abud (2005). Está compuesto de tres dimensiones: Teórico; Pedagógico: visualización espacial y diseño pedagógico; y Tecnológico: usabilidad, estabilidad, acceso y funcionalidad; con un total de 30 ítems (Ver Anexo 02).

La Dimensión Teórica se refiere al enfoque de aprendizaje relacionado con la teoría constructivista y el desarrollo de competencias de acuerdo con el marco normativo de la Universidad del Bío-Bío y su Modelo Pedagógico. La Dimensión Pedagógica está relacionada con aspectos cognitivos, recursos disponibles y actividades para el refuerzo de la habilidad espacial. Finalmente, la Dimensión Tecnológica está orientada a los aspectos de soporte técnico, acceso y calidad de los objetos de aprendizaje en el mundo virtual. Además, las dimensiones se subdividen en 6 categorías según lo establecido por los criterios de calidad del software educativo.

El cuestionario incluye cinco opciones de respuesta formuladas en escala de tipo Likert, que van desde *Muy de Acuerdo* hasta *Muy en Desacuerdo*, a las que se les asigna un puntaje que va de 5 a 1 puntos, respectivamente. La consistencia interna del cuestionario se midió a través del coeficiente Alfa de Cronbach con un puntaje

de 0,953, lo que se considera confiable, y con un excelente coeficiente de acuerdo con George y Mallery (1995).

El procedimiento de aplicación del instrumento se llevó a cabo a distancia a través de un formulario de Google Drive, el que fue enviado a través de correo electrónico para ser respondido por estudiantes y profesores. Esta invitación se realizó después de completar las actividades pedagógicas propuestas en la Fase 1, que corresponden al II semestre del 2016.

El procedimiento de recopilación de datos se desarrolló descargando los resultados a través de un formato de hoja de cálculo electrónica en *Open Office Calc*, para ser analizados posteriormente a través del *software* SPSS v. 23.

Para analizar los resultados del cuestionario, se realizó un análisis estadístico descriptivo a través de la media aritmética y la desviación estándar en cada ítem de las dimensiones; y, por otro lado, se realizó un análisis inferencial no paramétrico a través del análisis de correlaciones y diferencias. El primero consistió en el coeficiente de correlación de Spearman, y con los valores promedio de cada dimensión, se analizó la asociación entre cada uno de ellos. Para esta investigación se considerarán los valores propuestos por Salkind (1998) que expresan que las correlaciones son muy fuertes (superiores a 0,8), fuertes (0,6-0,8), moderadas (0,4-0,6), débiles (0,2-0,4). El segundo es el análisis U de Mann-Whitney, que se usa para verificar la heterogeneidad de dos muestras ordinales cuando las muestras son de tamaño arbitrario y las observaciones de ambos grupos son independientes.

El segundo instrumento denominado Test de Relaciones Espaciales (Ver Anexo 03) se utiliza en esta investigación para medir el grado de desarrollo de las relaciones espaciales. Este test fue creado en base a la propuesta por Vanderberg y Kuse (1978) denominada MRT, *Mental Rotation Test* (Ver Figura 2). Se consideró como base este instrumento debido a que es reconocido internacionalmente y se orienta

a visualizar un objeto tridimensional y las rotaciones del objeto vistas desde otra perspectiva. Este cuenta con evaluación reiterada que se puede evidenciar en numerosos estudios internacionales (Carbonell, Cantero, Contero, Saorin y Castillo, 2012; Tristancho et al., 2014; Contreras, Tristancho y Vargas, 2016, entre otros).

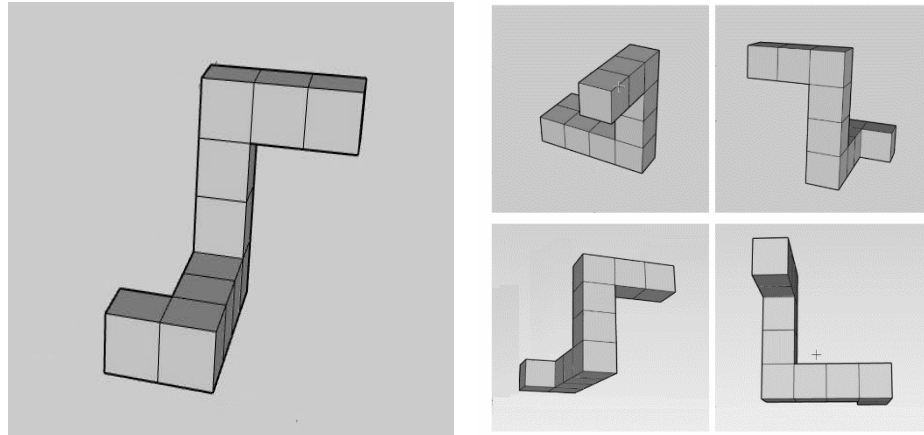


Figura 2: Ejemplo Test de Rotación Mental. Modificado de Vanderberg and Kuse (1978).

En esta investigación se decidió crear el Test de Relaciones Espaciales, basado en el MRT, porque se incluyeron componentes de la asignatura de Taller de Dibujo Técnico, tales como Alzado y Planta correspondientes a las vistas de un objeto (Ver Figura 3).

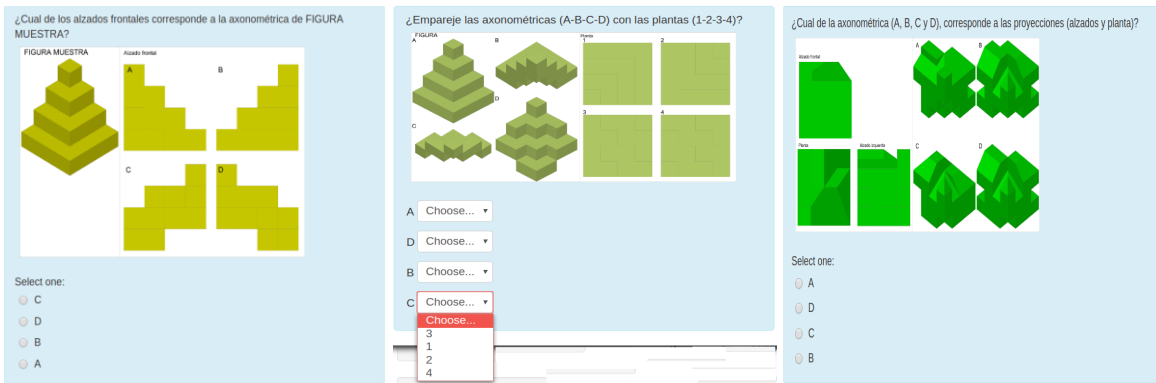


Figura 3: Ejercicios de Alzado y Planta dispuestos en la Plataforma Moodle. Fuente: Elaboración propia.

El test contempla dos subcategorías: la rotación y la ubicación de objetos en el espacio. Así, el instrumento presenta en cada ítem una imagen central y cuatro alternativas de respuestas, en que dos de ellas son distractores (Ver Anexo 03) y las otras dos son respuestas correctas, porque corresponden efectivamente a la figura rotada.

Los ejercicios asociados a cada uno de estos aspectos consideraban relaciones de correspondencia de objetos, en donde el estudiante debe identificar desde una vista 2D su equivalencia en 3D y viceversa.

Los ejercicios plantean la selección de una o varias vistas que corresponden al modelo tipo.

El estudiante obtiene 0,185 puntos por cada respuesta correcta, que corresponde a la imagen rotada. El puntaje total del instrumento corresponde 7,03 puntos. El puntaje otorgará una calificación que va en una escala de 1,0 a 7,0, siendo 1 la menor calificación y 7 la mayor calificación. El estudiante que hayan identificado correctamente hasta 5 imágenes, tendrán la nota mínima correspondiente a un 1,0;

mientras que el estudiante que haya identificado la totalidad de las imágenes, es decir 38, obtiene una nota igual a 7,0.

La consistencia interna del instrumento se calculó mediante el coeficiente de fiabilidad denominado Alpha de Cronbach, con un resultado de 0,8. Para la interpretación de este valor se consideraron los límites de confiabilidad de George y Mallery (1995), quienes establecen que un coeficiente comprendido entre 0,8 y 0,9 se considera *Bueno*. A partir de lo anterior, consideramos entonces que los ítems asociados a cada una de las categorías de las Relaciones Espaciales miden los aspectos establecidos en el instrumento.

Para obtener los resultados del test para medir el nivel de logro de la habilidad espacial, se realizó un análisis de tipo inferencial a través de la prueba t de muestras dependientes o apareadas, que consiste en un grupo de individuos que han sido evaluadas en dos ocasiones diferentes antes y después de la participación del experimento, que en este caso consiste en el trabajo en la plataforma del MVI.

4 Resultados

4.1 Descripción del desarrollo tecnológico de un MVI

En esta sección, se describirá el desarrollo tecnológico de un MVI orientado a la implementación de actividades pedagógicas para estudiantes de educación superior.

El soporte tecnológico elegido para la implementación de esta investigación corresponde a tres herramientas de código abierto: *OpenSimulator* (OS), *Moodle* y *Soodle* (Ver Figura 4). Cada uno de estos elementos se instaló y configuró de forma independiente en un servidor con un procesador Xeon de 4 núcleos con 12 GB de RAM, 1 TB de disco duro y conectividad a Internet.

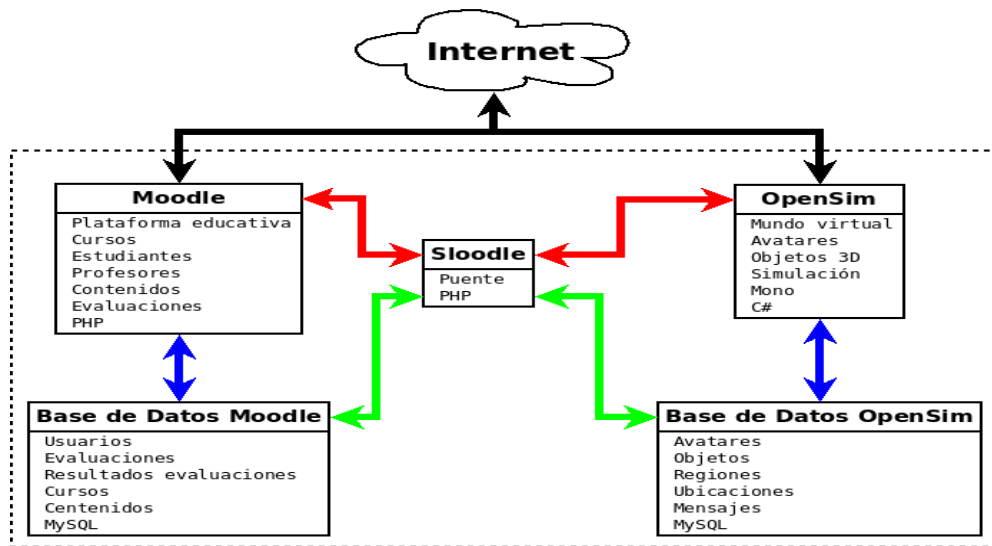


Figura 4: Modelo tecnológico basado en herramientas de código abierto. Fuente: Elaboración Propia

4.1.1 Herramienta tecnológica *OpenSimulator*

La primera herramienta corresponde al sistema operativo en su versión 0.8.5. De acuerdo con las necesidades de esta propuesta, se creó un mundo con una región, denominada Farcodi (Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño), cuyas coordenadas son 156,88,23. La isla contempla tres tipos de elementos: salas que contienen los contenidos de aprendizaje de la asignatura, un taller donde los alumnos pueden practicar contenidos, y diversos objetos como planos, nomenclatura técnica de dibujo, volúmenes tridimensionales, entre otros; para complementar el aprendizaje de los estudiantes.

Se habilitaron cuatro salas distribuidas en la región para que el alumno interactuara con los diferentes objetos de aprendizaje sobre aspectos relacionados con la capacidad espacial, tales como: sala de Perspectivas, sala de vistas normalizadas (piso, elevación y perfil) y la sala referida a la Normativa Chilena de Dibujo Técnico (NCH1193 of. 93), además, una sala de taller. Cada uno de estos objetos se creó utilizando el objeto llamado *Presenter* en *Sloodle*.

La sala Perspectivas contempla diapositivas referidas para que el alumno interprete el espacio, a nivel de escala, dimensiones, proporción, así como el reconocimiento en sólidos identificando su característica en términos de la forma geométrica (Ver Figura 5).



Figura 5: Objetos de aprendizaje presentes en la Sala de Perspectiva.

Fuente: Elaboración propia.

La sala de Vistas Normalizadas permite al alumno visualizar y comprender desde una figura tridimensional hasta un plan bidimensional; reconocer vistas en planta y alzado (Ver Figura 6).



Figura 6: Objetos de aprendizaje presentes en la sala Vistas Normalizadas.

Fuente: Elaboración propia.

La sala de Normativa Chilena de Dibujo Técnico permite al alumno comprender una forma estandarizada de representación técnica de elementos constructivos y espacio. Se construyó para transmitir la normativa vigente en proyectos de construcción, respetando el contexto y la normativa chilena (Ver Figura 7).



Figura 7: Objetos de aprendizaje presentes en la sala Normativa Chilena de Dibujo Técnico. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la sala de Taller fue diseñada con la intención de que el alumno tenga un espacio donde pueda practicar los contenidos de las otras 3 salas a través de recursos como páginas web, vistas de objetos en 2D, en 3D y elementos que contemplen el uso de las normas de dibujo (Ver Figura 8).



Figura 8: Objetos de aprendizaje presentes en la sala de taller. Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Herramienta tecnológica de Moodle

La segunda herramienta se refiere a *Moodle*, en su versión 2.5.59. Esta es la plataforma elegida en esta investigación como un entorno de aprendizaje virtual y donde el curso se creó con todos los contenidos y actividades necesarios para la asignatura, además de crear cuentas de usuario para los participantes (ver Figura 9). Para esta asignatura los alumnos debían participar activamente en glosarios, foros, cuestionarios, encuestas y wiki.

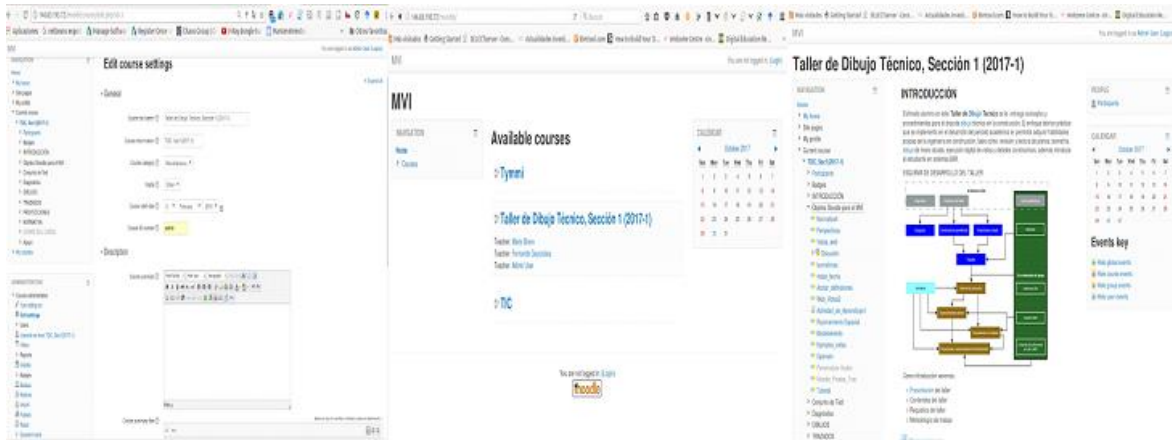


Figura 9: Plataforma tecnológica Moodle.

Fuente elaboración propia

4.1.3 Herramienta tecnológica *Sloodle*

La tercera herramienta tecnológica utilizada es *Sloodle*, es un complemento para establecer la comunicación entre los objetos de aprendizaje organizados en Moodle y el MVI implementado a través de *OpenSimulator*. La versión *Sloodle 2.1* se descargó (www.sloodle.org/download) y se instaló en el servidor *Moodle* y luego se creó el controlador que enlazará los objetos de aprendizaje de la plataforma con el mundo virtual.

Para llevar a cabo la tarea de comenzar a crear los objetos asociados con los contenidos y las actividades propuestas en Moodle y permitir la interacción de estos con los avatares de IVW, la herramienta *Sloodle_Rezzer* debe descargarse del sitio www.sloodle.org y luego cargarse desde la línea de comando del servidor OS. Es necesario cargarlo en el perfil de un avatar (Ver Figura 10).

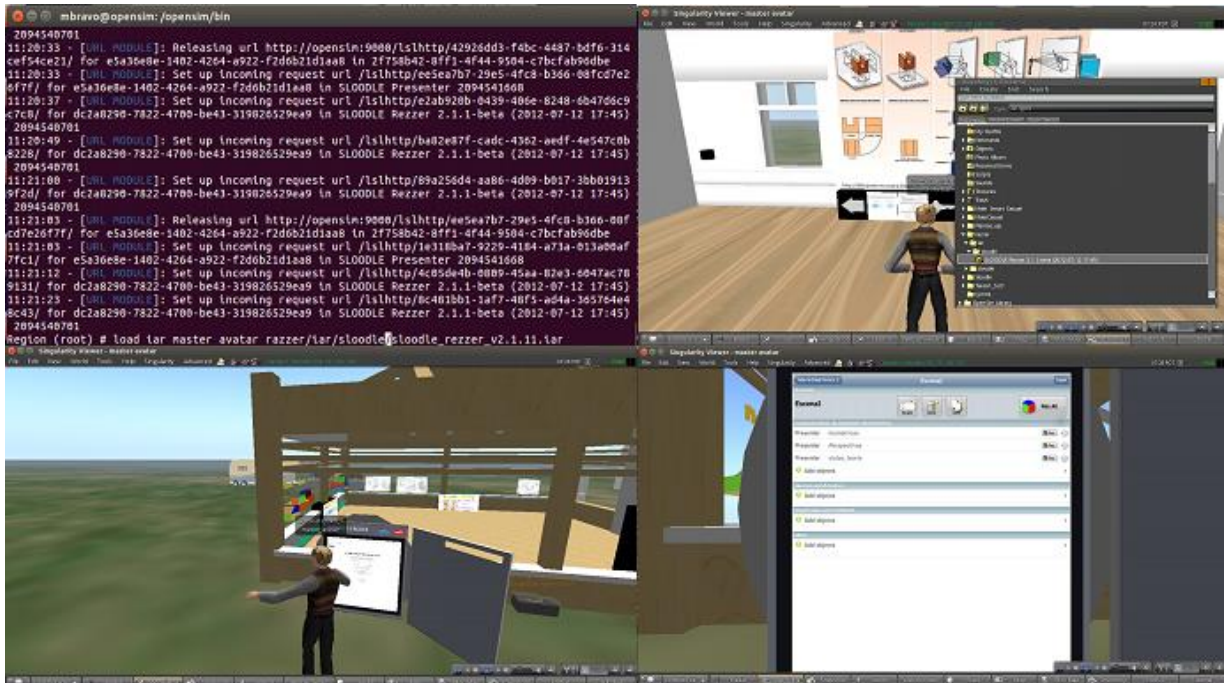


Figura 10: Creación de los objetos en el MVI a través de Slooodle Rezzor.
Fuente: Elaboración propia.

4.2 Resultados de la validación tecnológica y pedagógica en un MVI

La experiencia se desarrolló en tres sesiones de 40 minutos cada una. En la primera sesión, los estudiantes recibieron una inducción sobre cómo ingresar al mundo virtual a través del visor de *Singularity*, en la cual personalizar sus avatares y acciones básicas como volar, caminar y conversar entre otros (Ver Figura 11).

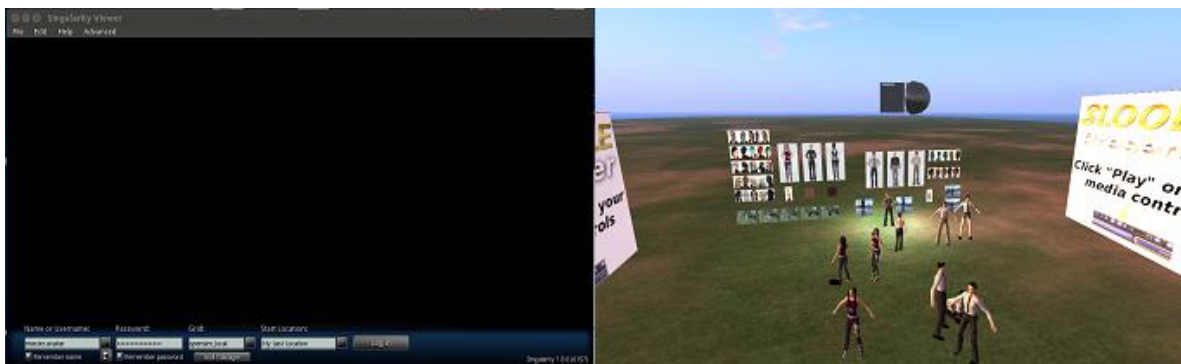


Figura 11: Visor Singularity (izquierda) y una captura de pantalla de la isla en OpenSimulator (derecha). Fuente: Elaboración propia

En las siguientes sesiones, los estudiantes comenzaron a explorar los contenidos dispuestos en cada una de las salas, interactuando con los objetos de aprendizaje y los otros avatares. El investigador y un maestro estuvieron con los estudiantes durante las sesiones para guiar los contenidos y determinar posibles fallas técnicas. Una vez que se completaron las tres sesiones, se aplicó el cuestionario para evaluar la percepción de los participantes de esta investigación. Los resultados obtenidos de cada dimensión se detallan a continuación.

4.2.1 Dimensión teórica

Con respecto a la Dimensión Teórica, en la Tabla 1 se puede ver que tanto los docentes ($M = 4.25$) como los estudiantes ($M = 4.38$) muestran una tendencia a estar *De Acuerdo* o *Muy de Acuerdo* sobre si las actividades propuestas incorporan un enfoque basado en competencias y promueven regulación del aprendizaje. De ello se desprende que la propuesta de evaluación considera estos aspectos de manera adecuada y que se alinean con los lineamientos establecidos internamente en la Universidad del Bío-Bío respecto al modelo educativo y que se relacionan con una capacitación con un enfoque basado en competencias. Al mismo tiempo, debe señalarse que la categoría que tuvo el puntaje de aceptación más alto para ambos grupos, tanto profesores ($M = 4.50$, $SD = 0.58$) como estudiantes ($M = 4.69$, $SD = 0.48$) fue la referida a si las actividades propuestas en el MVI presentan nociones del Enfoque Constructivista como eje orientador.

Tabla 1: Percepción de profesores y estudiantes sobre la Dimensión Teórica.

Ítem	Profesores		Estudiantes	
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>
Las actividades propuestas en el MVI presentan nociones del Enfoque del Aprendizaje Basado en Competencias	4.25	0.96	4.38	0.65
Las actividades propuestas en el MVI presentan nociones del Enfoque Constructivista como eje orientador.	4.50	0.58	4.69	0.48
Total	4.35		4.53	

De acuerdo con el coeficiente de variación ($CV = 12.42\%$) para la Dimensión Teórica, se observa que tanto los estudiantes como los profesores tienden a tener una opinión similar con respecto a esta dimensión. Es decir, alrededor del 88% de los participantes tiene una opinión positiva con respecto a los componentes de esta dimensión que muestran la existencia de elementos constitutivos del Enfoque Constructivista, donde el conocimiento debe vincularse con los arreglos que tienen los aprendices, destacando las tareas auténticas de una manera significativa.

4.2.2 Dimensión pedagógica

En cuanto a la dimensión pedagógica establecida en el Mundo Virtual Inmersivo, la propuesta considera como elementos fundamentales para el desarrollo de la capacidad espacial las actividades de aprendizaje, el recurso didáctico asociado, el contenido de los conceptos y su relevancia, las instancias o tipos de evaluación y la duración de las actividades. Además, teniendo en cuenta la particularidad de los entornos virtuales inmersivos en términos de ofrecer a los estudiantes un ambiente lúdico, es pertinente establecer si el grado de motivación para su uso mejora la disposición hacia el aprendizaje y por lo tanto contribuyen de una mejor manera a los resultados de aprendizaje establecidos en el plan de estudios del tema.

En esta sección, se presentan los resultados para cada uno de los elementos establecidos de la dimensión pedagógica, que se subdivide en las categorías: Visualización espacial y Diseño pedagógico.

De acuerdo a la percepción de los validadores respecto a las actividades organizadas para el aprendizaje de la capacidad espacial, se puede observar en base a los resultados que se muestran en la Tabla 2, que los estudiantes ($M = 4.92$, $DS = 0.28$) y profesores ($M = 4.50$, $DS = 0.58$) muestran una tendencia a la opción *Muy de acuerdo* en cuanto a que el MVI permite la ejercitación de las vistas de un objeto. Percepción muy similar se aprecia en cuanto a que el ambiente facilita la visualización de objetos en tres dimensiones. Sin embargo y a pesar de tener una

alta valoración por ambos evaluadores, estudiantes ($M = 4.62$, $DS = 0.51$) y docentes ($M = 4.25$, $DS = 0.50$), se aprecia una diferencia de percepción en el ítem referido a la ejercitación de acotamiento de piezas.

Tabla 2: Resultados de la categoría de visualización espacial.

Item	Profesores		Estudiantes	
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>
Las actividades propuestas en el MVI permiten al estudiante reforzar la ejercitación de las vistas de un objeto.	4.50	0.58	4.92	0.28
Las actividades propuestas en el MVI permiten al estudiante reforzar la ejercitación del acotamiento de piezas.	4.25	0.50	4.62	0.51
Las actividades propuestas en el MVI facilitan la visualización de objetos en tres dimensiones.	4.50	0.58	4.85	0.38
Total	4.41		4.80	

En general para esta categoría se puede inferir que las actividades y los recursos didácticos disponibles vinculados al concepto de habilidad espacial (visualización de objetos, dimensionamiento de partes y vistas en tres dimensiones) tienen una alta valoración por parte de ambos jueces con un promedio de 4.41 por profesores, y 4.80 por estudiantes.

La Tabla 3 muestra que tanto los estudiantes ($M = 4.50$, $DS = 1$) como los profesores ($M = 4.77$, $SD = 0.48$) manifiestan una tendencia a estar *Muy de Acuerdo* o *De Acuerdo* en que el recurso didáctico asociado con la visualización de objetos en tres dimensiones es comprensible. Además, ambos evaluadores manifiestan una alta valoración en cuanto a que las actividades propuestas facilitan la visualización de los objetos en tres dimensiones y presentan una secuencia lógica para el aprendizaje de la visualización espacial.

Tabla 3: Resultados de la Categoría de Diseño Pedagógico.

Ítem	Profesores		Estudiantes	
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>
El recurso didáctico asociado a la visualización de un objeto en el MVI es comprensible.	4.50	1.00	4.69	0.48
El recurso didáctico asociado a la visualización de objetos en tres dimensiones en el MVI es comprensible.	4.50	0.60	4.77	0.44
Las actividades propuestas en el MVI facilitan la visualización de objetos en tres dimensiones.	4.25	0.50	4.92	0.28
Las actividades propuestas en el MVI tienen una secuencia lógica para el aprendizaje de la visualización espacial.	4.00	0.82	4.69	0.48
Las actividades propuestas en el MVI son comprensibles.	4.50	0.60	4.62	0.65
Las instrucciones para el desarrollo de las actividades en el MVI son comprensibles.	4.00	1.15	4.69	0.48
El contenido desarrollado en el MVI es confiable.	4.50	0.58	4.46	0.52
El contenido desarrollado en el MVI se apega al programa de estudios.	4.50	0.58	4.62	0.51
El contenido desarrollado en el MVI toma en cuenta el nivel inicial de conocimientos del estudiante.	3.75	1.26	4.46	0.78
La evaluación de las actividades propuestas en el MVI es adecuada.	3.75	1.96	4.77	0.44
Los tiempos de desarrollo de las actividades propuestas en el MVI es adecuada en relación a los objetivos propuestos (o resultados de aprendizaje).	4.00	1.15	4.69	0.48
Las actividades propuestas en el MVI son motivadoras	4.25	0.50	4.46	0.67
Las actividades propuestas en el MVI son pertinentes para su desarrollo en forma individual o grupal (según sea el caso).	4.25	0.96	4.77	0.60
Total	4.21		4.66	

En cuanto al contenido desarrollado, los profesores ($M = 4.50$, $DS = 0.58$) y los estudiantes ($M = 4.46$, $DS = 0.52$) perciben un alto grado de fiabilidad. Esto está

asociado a que, si los contenidos disponibles en la plataforma están adjuntos al currículo, los profesores ($M = 4.50$, $DS = 0.58$) y los estudiantes ($M = 4.62$, $DS = 4.51$) muestran una tendencia a estar de acuerdo con este criterio.

También se puede ver en la Tabla 3 que hay una diferencia importante en la percepción entre los estudiantes ($M = 4.46$, $SD = 0.78$) y profesores ($M = 3.75$, $SD = 1.26$) en relación a si el contenido propuesto en el MVI tiene en cuenta el nivel de conocimiento inicial de los estudiantes. Del mismo modo, con respecto a si la evaluación de las actividades propuestas en el MVI es adecuada o no, los hallazgos sugieren que existe una diferencia de percepción entre ambos participantes. Los estudiantes ($M = 4.77$, $SD = 0.44$) muestran una tendencia a estar *Muy de Acuerdo* en que se evalúa adecuadamente en contraste con la opinión de los profesores ($M = 3.75$, $SD = 1.96$).

Con respecto a la motivación asociada con la plataforma y sus actividades, ambos evaluadores tienden a estar *De acuerdo* o *Muy de Acuerdo* con este ítem. Se aprecia una percepción similar con respecto al desarrollo individual o colectivo para las actividades propuestas.

En general, a partir de los resultados que se visualizan en las tablas 2 y 3, se observa que los estudiantes presentan una tendencia a estar de acuerdo sobre los elementos asociados a la dimensión pedagógica. Los profesores, por otro lado, también expresan una evaluación positiva cuando se presentan a sí mismos de acuerdo con esta dimensión.

Además, de acuerdo con el coeficiente de variación de la Dimensión Pedagógica ($CV = 9.02\%$), está claro que alrededor del 91% de los jueces manifiesta una tendencia a estar *De Acuerdo* y con una evaluación muy positiva respecto del conjunto de ítems que forman parte de ella, percibiendo que la presencia de estos elementos en la propuesta ayudan a fomentar la habilidad espacial, con la presencia

de estrategias pedagógicas apropiadas y motivadoras que facilitan el desarrollo del aprendizaje por parte de los estudiantes.

4.2.3 Dimensión Plataforma *OpenSimulator*

La tercera dimensión a evaluar es la que corresponde al componente tecnológico de la propuesta. Como se mencionó antes, la plataforma que admite el mundo virtual creado para esta investigación es la versión *OpenSimulator* 0.8.2.1. Para evaluar su relevancia, se establecen cuatro categorías: Usabilidad, Estabilidad, Acceso y Funcionalidad.

Con respecto a la categoría de Usabilidad (Ver Tabla 4), se observa que para la preparación tecnológica tanto los estudiantes ($M = 4.46$, $DS = 0.52$) como los profesores ($M = 4.25$, $DS = 0.50$) muestran una tendencia a estar *Muy de Acuerdo* y *De Acuerdo* respectivamente. Esto muestra que la inducción con respecto al uso de la plataforma fue adecuada. Además, ambos evaluadores muestran prácticamente una tendencia similar entendiendo que el uso de plataformas virtuales es un ambiente bastante fácil de operar dada la experiencia tecnológica que poseen los estudiantes y también para el caso de los docentes dado su grado de conocimiento en herramientas tecnológicas 3D. Respecto a la disponibilidad de la plataforma, durante las sesiones o fuera de ella, profesores ($M=3.25$, $DS=1.26$) manifiestan diferencias de percepción respecto a los estudiantes ($M=4.38$, $DS=0.65$). A su vez, el ítem con la valoración más baja se relacionó con la disponibilidad de la plataforma, principalmente debido a que hubo un día durante el desarrollo de las actividades en las que hubo un apagón eléctrico.

Tabla 4: Resultados de la categoría Usabilidad.

	Profesores	Estudiantes
--	------------	-------------

Ítem	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>
La plataforma es fácil de operar.	4.00	0.82	4.46	0.66
El apresto tecnológico fue suficiente para iniciar el uso del MVI	4.25	0.50	4.46	0.52
La plataforma está siempre disponible.	3.25	1.26	4.38	0.65
Total	3.83		4.43	

En la subcategoría Estabilidad (Ver Tabla 5), el elemento con la calificación más alta se refiere a la conectividad. Tanto estudiantes ($M= 4.69$, $DS=0.48$) como profesores ($M=4.25$, $SD=0.58$) concuerdan con la importancia de este factor para llevar a cabo las actividades, lo que está asociado con la banda ancha y estabilidad del servicio disponible para que el usuario acceda al servicio de la plataforma. Por otra parte, respecto a la utilización del visualizador para el MVI se evidencia una diferencia de percepción entre los estudiantes ($M= 4.69$, $DS=0.48$) y profesores ($M= 3.75$, $DS=0.96$). Al respecto los estudiantes manifiestan una tendencia a estar muy de acuerdo respecto a su facilidad de uso, por su parte los profesores manifiestan una tendencia a estar de acuerdo. Opinión similar a lo expresado anteriormente se aprecia en cuanto al ingreso a la plataforma, donde se destaca que los estudiantes opinan que el ingreso no presenta inconveniente.

Tabla 5: Resultados de la Categoría Estabilidad

	Profesores		Estudiantes	
Ítem	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>

La conectividad es un factor que permite el funcionamiento adecuado de los recursos del MVI	4.25	0.58	4.69	0.48
La instalación y ejecución del visualizador para MVI se efectúa de fácil manera.	3.75	0.96	4.69	0.48
El ingreso a la plataforma a través del nombre de usuario y contraseña se lleva a cabo sin inconvenientes.	3.50	1.29	4.69	0.48
Total	3.83		4.69	

La Tabla 6 muestra los resultados de la categoría Acceso donde se destaca que el elemento de material audiovisual disponible en la plataforma es de fácil acceso y fue el más valorado por los estudiantes ($M = 4.77$, $DS = 0.44$). Se observa a partir de los resultados que tanto profesores y estudiantes tiende a estar muy de acuerdo con todos los elementos constituyentes de esta categoría.

Tabla 6: Resultados de la Categoría Acceso.

Ítem	Profesores		Estudiantes	
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>
Las funciones de cada herramienta en la plataforma se ejecutan fácilmente (volar, vestirse, chatear, etc).	4.50	1.00	4.54	0.66
El material audiovisual dispuesto en la plataforma es de fácil acceso.	4.25	0.50	4.77	0.44
Las imágenes dispuestas en la plataforma son claras	4.25	0.50	4.69	0.48
Total	4.33		4.67	

Finalmente, con respecto a la Funcionalidad de la Plataforma (Ver Tabla 7), se observa una alta valoración en dos de los tres elementos asociados con esta subcategoría, específicamente en relación con el hecho de que las disposiciones de las imágenes son comprensibles y los espacios son adecuados para realizar las

actividades. Sin embargo, existe una clara diferencia de opinión en cuanto a la organización de las actividades en los espacios y su acceso, ya que los alumnos muestran una alta valoración de la misma ($M = 4.85$, $DS = 0.38$) en relación a la opinión de los profesores ($M = 3.50$, $DS = 1.00$).

Tabla 7: Resultados de la Categoría de Funcionalidad

Ítem	Profesores		Estudiantes	
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>
Los espacios son adecuados para realizar las actividades	4.50	0.58	4.77	0.44
La organización de las actividades en los espacios permite un acceso adecuado a las mismas	3.50	1.00	4.85	0.38
Las imágenes dispuestas en la plataforma son comprensibles	4.50	0.58	4.77	0.44
Total	4.17		4.80	

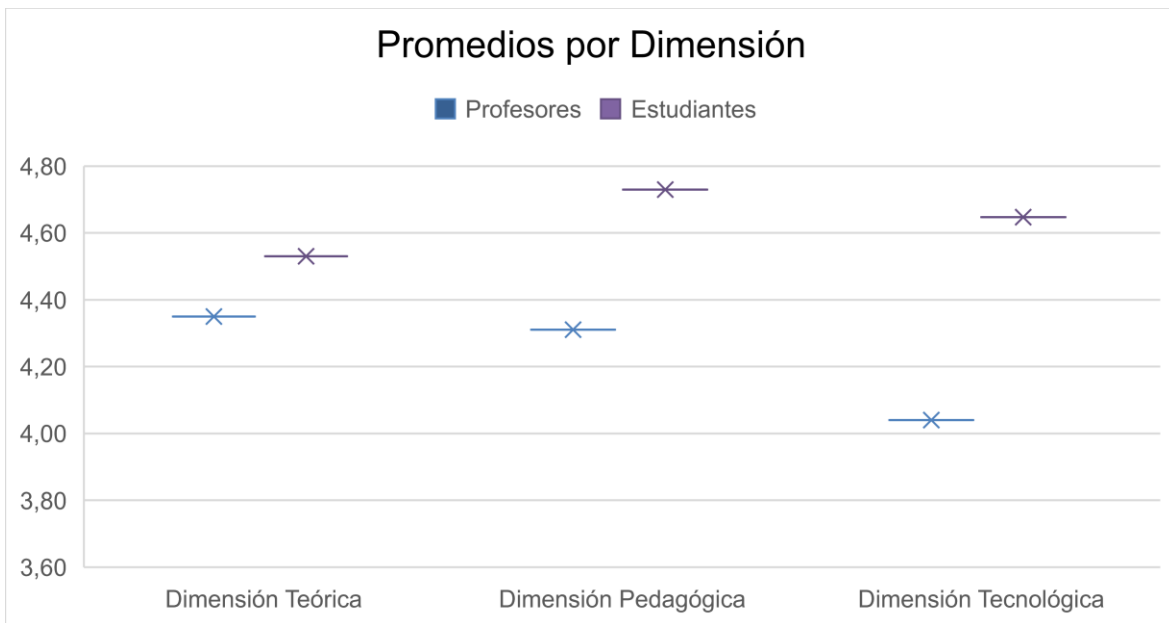
En relación a los resultados de la dimensión Plataforma OpenSimulator, se aprecia que los estudiantes ($M = 4,65$) tienden a estar *Muy de acuerdo* en cada uno de los aspectos considerados para esta dimensión. Por su parte los profesores ($M = 4,04$) manifiestan una tendencia a estar *De acuerdo*.

En general, la opinión de estudiantes y profesores relacionada con la dimensión tecnológica y asociada con el coeficiente de variación ($CV = 10.03\%$), se puede deducir que el 90% de las opiniones son similares en ambos grupos de participantes, esto es, ambos estudiantes y los profesores valoran los componentes tecnológicos de la propuesta que acuerdan positivamente que el acceso, la usabilidad, la estabilidad y la funcionalidad de la plataforma son apropiados.

4.2.4 Otros resultados no paramétricos se refieren a la correlación de las dimensiones y las diferencias en la percepción de los estudiantes y profesores

A partir de los valores promedio obtenidos para cada dimensión (ver Gráfico 1), la asociación entre cada uno de ellos se analizó a través del coeficiente de correlación de Spearman.

Gráfico 1: Resumen de promedios por cada Dimensión.



Por un lado, se obtuvo que para los estudiantes existe una correlación positiva en dos dimensiones, al respecto, se obtuvo una fuerte correlación entre las dimensiones Teórica y Pedagógica ($r_s = 0.610$, $p = 0.03$), y una correlación moderada entre las dimensiones Pedagógica y Tecnológica ($r_s = 0.566$, $p = 0.04$). Por otro lado, para los profesores se evidencia una correlación muy fuerte entre las dimensiones Teórica y Tecnológica ($r_s = 0.949$, $p = 0.05$).

Del análisis de la correlación presentada entre las dimensiones, se observa que tanto docentes como estudiantes perciben una correspondencia positiva entre algunas de las dimensiones, y que, desde un punto de vista sistémico o integral, la

propuesta tecnológica responde a los criterios establecidos para el software educativo.

Teniendo en cuenta que la muestra es pequeña ($N < 20$) y los histogramas muestran que los datos no se distribuyen normalmente, se realizó un análisis no paramétrico. Se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para el análisis estadístico.

En primer lugar, se puede observar que no existen diferencias significativas en la percepción de estudiantes y profesores con respecto a la dimensión teórica ($U = 23.0$; $p > .05$). Ambos evaluadores valoran la importancia de incluir en la propuesta educativa aspectos teóricos relacionados con el enfoque basado en competencias y la teoría del constructivismo como un eje guía hacia la metacognición en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En segundo lugar, no se observan diferencias en cuanto a la percepción de estudiantes y profesores en el análisis de los ítems que conforman la Dimensión Pedagógica ($U = 12.50$; $p > .05$). Esto indica que existe un acuerdo acerca de que las actividades promueven el ejercicio del elemento constitutivo de visualización de la habilidad espacial, así como el diseño de la propuesta pedagógica en áreas tales como recursos didácticos, instrucciones, contenido, evaluación, motivación, comprensión, tiempos de desarrollo y relevancia de las actividades. Finalmente, no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medianas sobre la percepción que tienen los estudiantes y profesores sobre la Dimensión Tecnológica ($U = 11.00$; $p > .05$).

4.3 Evaluación del desarrollo de la Habilidad Espacial a través del uso de MVI

En esta investigación se efectuaron un conjunto de actividades asociadas para tributar al desarrollo de la habilidad espacial en un lapso de 4 sesiones. Cada sesión tuvo una duración de dos horas, en las que se trabajó accediendo al Mundo Virtual Inmersivo desde el laboratorio de computación aplicada de la Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño.

En la primera sesión se les aplicó el test de entrada (Pre-test) que buscaba evaluar el nivel inicial de relaciones espaciales en lo concerniente a los conceptos de Planta y Alzado de un objeto. Esta actividad tuvo una duración de 40 minutos.

La segunda instancia de esta investigación consideró el uso por parte de los estudiantes de la plataforma de Mundos Virtuales Inmersivos denominada FARCODI, durante las siguientes tres sesiones de 80 minutos cada una.

Así la segunda sesión contempló el ingreso a la plataforma de Mundos Virtuales Inmersivos, que implicó el apresto tecnológico de los estudiantes participantes de esta investigación respecto del uso y acceso a la plataforma durante un período de 2 horas. Con esta actividad se buscó que los usuarios se familiarizaran con la plataforma, reconocieran los espacios dentro de la isla, personalizaran sus avatares e interactuaran con los otros avatares.

Luego en la tercera sesión, con una duración de 2 horas, los estudiantes procedieron a una exploración por las salas N°1 y N°2 correspondientes a los objetos de aprendizajes dispuestos orientados a conceptos de Perspectivas y Normativa Chilena de Dibujo Técnico respectivamente. En esta actividad los estudiantes fueron acompañados por el profesor, quien respondía vía chat las dudas o comentarios respecto del material dispuesto.

La cuarta sesión dice relación con el acceso a la Sala N°3 correspondiente a un taller de actividades, cuya finalidad fue que los estudiantes pudieran aplicar los contenidos relacionados con vistas de un objeto y normativas de dibujo técnico para la interpretación de objetos en 2 dimensiones sobre los objetos dispuestos en la sala. Esta actividad tuvo una duración de 2 horas.

Una vez finalizado la última sesión, se llevó a cabo el cierre de las actividades donde los estudiantes contestaron el test de salida (Pos-test), con la intención de evaluar

el grado de desarrollo de la habilidad espacial una vez cumplidas las sesiones consideradas en la intervención.

A continuación, se muestra el análisis de los resultados a partir de la aplicación de los instrumentos asociados al Pre-Test y Pos-Test para dar respuesta al objetivo específico 3: Evaluar la habilidad para descomponer objetos en tres dimensiones en el contexto de la asignatura de taller de dibujo utilizando MVI como recurso tecnológico complementario a las clases tradicionales.

A partir de los puntajes obtenidos en el Pre-Test y Pos-Test se verifica el supuesto de distribución normal con un nivel de significancia menor al 5% ($P_{\text{valor}}=0,000223$). La prueba T-Student para muestras pareadas es la técnica de análisis utilizada dado que los participantes en las dos instancias de medición son los mismos sujetos.

Tabla 8: Media y Desviación Estándar de puntajes y notas obtenidos de cada estudiante para cada atributo evaluado en el Pre-Test y Pos-Test.

	Pre-Test			Pos-Test	
Planta	Alzado	Planta y Alzado	Planta	Alzado	Planta y Alzado

	Máx=1.48	Máx=2.59	Máx=2.96	Nota	Máx=1.48	Máx=2.59	Máx=2.96	Nota
	1.15	1.94	1.48	4.6	1.48	2.21	2.96	6.6
	1.48	0.68	2.96	5.1	1.48	2.40	2.96	6.8
	1.48	2.12	2.96	6.5	1.48	2.40	2.96	6.8
	1.48	2.21	2.96	6.6	1.48	2.40	2.96	6.8
	0.74	1.61	2.26	4.6	1.01	2.21	2.59	5.8
	1.15	1.56	2.26	5.0	1.48	2.03	2.26	5.8
	0.92	2.40	1.89	5.2	1.48	2.40	2.96	6.8
	0.50	1.00	0.74	2.2	0.59	0.92	0.78	2.3
	0.96	1.61	2.59	5.1	0.78	0.68	1.89	3.3
	1.48	0.86	2.30	4.6	0.96	1.94	2.96	5.8
	0.77	1.70	1.56	4.0	1.15	1.38	2.59	5.1
	1.15	1.52	1.85	4.5	1.29	1.66	2.63	5.5
	1.48	1.47	2.63	5.6	1.48	2.12	2.96	6.5
	0.37	0.55	1.52	2.4	1.48	1.05	2.96	5.5
	1.11	1.84	2.30	5.2	1.48	2.40	2.96	6.8
	0.41	1.37	2.59	4.4	1.48	2.21	2.96	6.6
	1.29	1.66	1.85	4.8	1.29	1.84	2.22	5.3
	0.77	1.94	2.96	5.7	1.11	2.21	2.96	6.3
	1.29	1.84	2.96	6.1	1.11	2.40	2.96	6.5
	0.92	0.94	0.49	2.3	0.68	1.60	1.11	3.4
	0.68	1.14	0.49	2.3	1.48	1.98	2.63	6.1
M	1.03	1.52	2.08	4.61	1.25	1.93	2.58	5.73
DS	0.37	0.50	0.80	1.32	0.30	0.53	0.63	1.28

De la tabla 8 se puede evidenciar que en el ítem Planta los puntajes obtenidos en el Pre-Test ($M=1.03$, $DS=0.37$) respecto del Pos-Test ($M=1.25$, $DS=0.30$) los estudiantes muestran una mejora positiva en el rendimiento general. Desde esta perspectiva, se aprecia a partir de los resultados, que 11 de los 21 estudiantes lograron el puntaje ideal (más del 51% de los participantes). Por otra parte, en cuanto al nivel de la variabilidad relativa los indicadores muestran que en el Pos-Test (24%), los estudiantes muestran un rendimiento más homogéneo.

Bajo la condición experimental se aprecia, a partir de la comparación de los puntajes obtenidos entre Pre-test y Pos-test, que existen diferencias estadísticamente significativas ($t=-2.408$, $p=0.026$), con lo que se puede señalar que hubo una mejor asimilación de los contenidos asociados a la interpretación de Plantas de un objeto

después de haber interactuado con la plataforma de MVI. Así los estudiantes mejoraron la capacidad de representación de la planta de un objeto que permite una mejor distribución y dimensionamiento del espacio.

Respecto del ítem Alzado se observa que hubo una diferencia del rendimiento promedio entre el Pre-Test ($M=1.52$) y el Pos-Test ($M=1.93$), reflejando una diferencia del 27% entre ambas evaluaciones. Además, y a pesar de que ningún estudiante obtuvo el puntaje ideal (2.59 puntos) se aprecia a partir de los datos que 17 de los 21 estudiantes subieron su puntaje, y 10 de los 17 obtuvieron un puntaje superior a 2.

Por otra parte, se observa una diferencia en la variabilidad relativa entre los resultados del Pre-Test (33%) respecto al Pos-test (27%), mostrando un mayor grado de homogeneidad en el Pos-Test. Además, se aprecia a partir de la comparación de los puntajes obtenidos que existen diferencias estadísticamente significativas ($t=-3.462$, $p=0.002$) en esta última instancia, indicando un impacto favorable en los aprendizajes de los contenidos asociados a la interpretación de Alzadas de un objeto después de haber llevado a cabo las actividades propuestas en el MVI. Este nivel de logro indica que el estudiante mejoró la capacidad de interpretación tridimensional de un objeto o elemento constructivo.

Por último, en el ítem Planta y Alzado se aprecia una mayor diferencia de puntaje promedio obtenido entre el Pre-Test ($M=2.08$) y el Pos-Test ($M=2.58$) en comparación a los ítems anteriores. Se destaca el hecho que 9 de 21 estudiantes obtuvieron puntaje ideal en Pos-Test, y que 15 de ellos superaron la media en esta instancia de evaluación.

Por otra parte, se observa una diferencia significativa en la variabilidad relativa entre los resultados del Pre-Test (38%) respecto al Pos-test (24%), evidenciando de esta forma una mayor homogeneidad en los puntajes del Pos-test. Se observan

diferencias estadísticamente significativas ($t=-3.549$, $p=0.002$) entre ambas instancias de evaluación, indicando a partir de estos valores que el uso de la plataforma MVI y sus actividades didácticas tuvieron un impacto favorable en los aprendizajes de los estudiantes en cuanto al ítem Alzado-Planta en su conjunto, mejorando la capacidad de interpretación del dibujo e imaginar en consecuencia su cuerpo a partir de imágenes bidimensionales.

A la luz de los resultados obtenidos de los puntajes en cada uno de los elementos evaluados (alzado y planta), se evidencia un mayor fortalecimiento de las relaciones espaciales, es decir que los estudiantes son capaces de diferenciar una figura determinada dentro de un espacio. Además, comprender la información y transcribirlas a las distintas caras de un objeto.

Por otra parte, a partir de la interpretación de la planta, pueden llevar a cabo un levantamiento de las componentes de un objeto, así como también interpretar la distribución, organización y dimensionamiento de los espacios, logrando de esta forma el levantamiento de las caras y llegar a la composición bidimensional y la consecución de tridimensionalidad de la isometría de un elemento.

5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La incorporación de los Mundos Virtuales Inmersivos responde a los nuevos paradigmas de la enseñanza en la educación superior, lo que permite ofrecer espacios flexibles con contenidos y actividades que motiven e incrementen la

participación del alumno. Además, la interacción entre pares en espacios virtuales promueve la socialización del conocimiento, promoviendo el aprendizaje colaborativo y su autorregulación (Griol et al., 2011; Vera y Badilla, 2015).

Basado en los resultados expuestos a través de los dos principales objetivos de investigación, se pudo describir el desarrollo tecnológico de un MVI orientado a la implementación de actividades pedagógicas en estudiantes de educación superior y, en consecuencia, validar la propuesta tecnológica y pedagógica diseñada específicamente en OS para el fortaleciendo de una habilidad profesional importante en estudiantes de Ingeniería de la Construcción. La principal conclusión basada en los usuarios es que los entornos virtuales podrían convertirse en una gran oportunidad para fortalecer el desempeño profesional. Los usuarios mencionaron que tener la oportunidad de practicar en este MVI podría permitirles a los estudiantes adquirir habilidades espaciales de manera adecuada presentando actividades que promuevan la capacidad de imaginar, visualizar y distinguir entre diferentes objetos en dos o tres dimensiones; así como abarca la capacidad de comprender, manipular y modificar datos complejos y transformar esos conceptos en ideas concretas. En la misma línea, Molina et al. (2018) encontraron resultados positivos mejorando la capacidad espacial en estudiantes de ingeniería utilizando actividades de aprendizaje de realidad virtual en *Sketchfab*, una aplicación web para publicar y compartir contenido en 3D.

En este sentido, es importante considerar en futuras repeticiones el tiempo que le dedican los usuarios a la práctica, la interacción y la inmersión en el MVI para mejorar las habilidades de los estudiantes. En la experiencia de Checa (2011), el haber desarrollado prácticas durante dos semanas en el mundo Inmersivo de *Second Life* con estudiantes universitarios en España fue insuficiente para llevar a cabo un trabajo que combina las habilidades laborales con los objetivos de aprendizaje. Por el contrario, Badilla et al. (2017) encontraron una mejora de las habilidades pedagógicas y tecnológicas en los estudiantes en formación inicial en una comunidad de práctica en *Mundos Virtuales Inmersivos* que desarrollaron

simulaciones docentes durante casi dos años, también en *Second Life* y *OpenSimulator*.

En la producción de escenarios y objetos de aprendizaje involucrados en el entorno de los Mundos Virtuales, es importante que la infraestructura tecnológica tanto del servidor como de las estaciones de trabajo como memoria, procesamiento, accesibilidad, características de la tarjeta gráfica, entre otros; debe responder a los requisitos necesarios para un espacio óptimo y fluidez en el desarrollo de las actividades pedagógicas propuestas. En el caso de la plataforma tecnológica OS, sus principales ventajas radican en que es un software libre y de código abierto que permite una alta escalabilidad para desarrollos futuros. Por otro lado, ofrece a las instituciones educativas la capacidad de crear entornos de aprendizaje virtuales flexibles basados en su necesidad. Sus principales desventajas son principalmente desde la perspectiva del soporte tecnológico dado que específicamente la herramienta *Sloodle* (que vincula las actividades de *Moodle* y OS) está disponible solo hasta la versión 2.7 de *Moodle*, ya que esta última está en la versión 3.3.5 +. Dada la experiencia desarrollada, es que se propone como ideal para futuras investigaciones en esta área una actualización del software para que estudios similares sean compatibles con las nuevas versiones de Moodle. En este sentido se está de acuerdo con Badilla, et al. (2017) y Peña (2014) quienes también encontraron algunas dificultades técnicas relacionadas con el acceso a la plataforma *OpenSimulator*.

Con base en lo mencionado anteriormente, es posible concluir que las tecnologías de mundos virtuales tridimensionales permiten la simulación del mundo real, promoviendo así la motivación y la inmersión de los participantes. De acuerdo con esto, un nuevo recurso tecnológico podría estar disponible como una estrategia de apoyo pedagógico para innovar en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las instituciones de educación superior.

En relación al diseño y validación tecnológica, los resultados generales reflejan una evaluación positiva de los participantes sobre la propuesta tecnológico-pedagógica de esta investigación, y de acuerdo con los promedios totales obtenidos en cada dimensión a través del análisis estadístico realizado. Esto permite establecer una correspondencia entre los ítems propuestos para cada una de las dimensiones que componen el diseño de esta innovación. En base a esto, se establece que una propuesta educativa con uso de tecnología debe considerar no solo el aspecto contenido, sino que un factor importante es incorporar componentes metodológicos, pedagógicos y tecnológicos de diseño, como menciona Abud (2005), asociado a las pautas establecidas para la implementación y/o desarrollo de propuestas educativas mediadas por las TIC.

Es así como, esta propuesta pedagógica favorece el desarrollo de la categoría de relaciones espaciales que tributa a la habilidad espacial (Saorín et. al, 2009), a partir de la sistematización de actividades de aprendizaje cuya estructura se basa en premisas teóricas, específicamente, a la propuesta metodológica del Modelo TIMMY (Badilla y Meza, 2015). De esta forma, es importante destacar que la implementación del MVI, debe considerar un análisis de los antecedentes empíricos y modelos pedagógicos propuestos, de modo de realizar ajustes si se requiere, para asegurar el logro de los aprendizajes. Lo anterior queda evidenciado a partir de los resultados obtenidos en esta investigación, específicamente, del análisis de la evaluación del Pre-test y Pos-test.

Tomando en cuenta los antecedentes expuestos, y considerando la evaluación positiva de esta propuesta tecnológico-pedagógica, es posible concluir que el diseño es válido como una herramienta didáctica para complementar el fortalecimiento de la capacidad espacial en estudiantes de educación superior como apoyo de las tradicionales actividades presenciales. De esta manera se acepta la hipótesis de investigación que plantea que “La incorporación de Mundos Virtuales

Inmersivos como recurso tecnológico-pedagógico promueve el fortalecimiento de la habilidad espacial en estudiantes de educación” y se rechaza la hipótesis nula.

Uno de los alcances del estudio fue verificar si el Mundo Virtual Inmersivo proporcionaba a los estudiantes una mejor comprensión de los aspectos asociados a las Relaciones Espaciales. Los resultados de la medición indican que hubo una diferencia significativa antes y después de la intervención, indicando que los estudiantes demuestran la extrapolación de figuras de 2D a 3D y viceversa.

A partir de los resultados obtenidos de la evaluación en cuanto al desarrollo de la habilidad espacial a través de los MVI, concordamos que la experiencia pudo tener una incidencia significativa en cuanto al rendimiento individual y colectivo de los estudiantes. La cercanía del investigador con la muestra, al ser académico de la misma universidad, permite señalar que este efecto podría atribuirse al aumento del grado de motivación que tuvieron los participantes de esta experiencia, al verse enfrentados a la utilización de una herramienta tecnológica innovadora, atractiva y lúdica que permite al estudiante aprender.

6 PROYECCIONES

La presente investigación abre la posibilidad para desarrollar otros estudios similares que permitan comparar con otras instituciones de educación superior a nivel nacional, la incidencia que tienen la incorporación de ambientes 3D como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la habilidad espacial.

Considerando que para el caso de esta investigación la habilidad espacial puede entrenarse y en consecuencia fortalecerse, es importante que en futuras propuestas se estipulen más repeticiones en el tiempo en cuanto a la práctica, interacción y uso de los MVI para mejorar las habilidades de los estudiantes.

Los resultados de esta investigación podrán servir de insumo para orientar iniciativas que busquen a través de Mundos Virtuales Inmersivos la implementación de contenidos pedagógicos en contextos de Ingeniería o áreas a fin.

7 LIMITACIONES

Desde el punto de vista tecnológico, se destaca el hecho de haber podido montar un Mundo Virtual Inmersivo a partir de tecnologías gratuitas del tipo *Open Source* tales como: *OpenSimulator*, *Moodle* y *Sloodle*. Sin embargo, se hace necesario proponer para futuras implementaciones con este tipo de tecnologías, el desarrollo de nuevas actualizaciones de *Sloodle*, dado que la última versión (2.1) es compatible hasta la versión 2.5 de Moodle (lanzada el año 2014) siendo que su última versión es la 3.5.2+ del año 2018.

En cuanto a la muestra seleccionada para esta investigación se aprecia reducida y en un contexto específico. A pesar que las conclusiones derivadas de los resultados de la intervención son positivas e indican un grado de impacto en el desarrollo de la habilidad espacial a partir del uso de los MVI, no es posible generalizar sus resultados. Sugiriendo para futuras investigaciones contar con una muestra mayor.

8 REFERENCIAS

- Abud, M. (2005). MECSE: Conjunto de Métricas para Evaluar Software Educativo. UPIICSA Tecnología Ciencia Cultura, 39.
- Alcántara D., (2014). Impacto del metaverso como herramienta de enseñanza para mejorar el factor de rotación mental de la inteligencia espacial de los estudiantes del primer ciclo de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín de Porres. (Tesis de Doctorado). Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Argüello, M. (2013). Desarrollo de la inteligencia espacial a partir de la utilización de software CAD en la enseñanza de la Geometría Descriptiva. *Revista Educación en Ingeniería*, 8(15), 38-47.
- Aristeidou, M., y Spyropoulou, N. (2015). Building Technology and Science Experiences in 3D Virtual World. *Procedia Computer Science*, 65, 259-268.
- Arroyo, A., Rubilar, F., Higuera, W., Hurtado, J., Botello, M., Zavala, G., y Sanz, P. (2008). Propuesta de redefinición modelo educativo Universidad del Bío-Bío.
- Ausubel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Fascículos de CEIF, 1.
- Badilla, M., y Meza, S. (2015). A pedagogical model to develop teaching skills. The collaborative learning experience in the Immersive Virtual World TYMMI. *Computers in Human Behavior*, 51, 594-603.
- Badilla, M., Vera, S. y Lytras, M. (2017). Pre-service teachers' skills and perceptions about the use of virtual learning environments to improve teaching and learning. *Journal Behaviour & Information Technology*, 36(6).
- Barderas, A., y Galdeano, B. (2014). Habilidades espaciales y competencias en Ingeniería Química. *Educación Química*, 25(2), 154-158.

- Beneitone, P., González, J. y Wagenaar, R. (2014). *Meta-perfiles y perfiles: una nueva aproximación para las titulaciones en América Latina*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2016). *Ley 20129*. Recuperado de https://www.cnachile.cl/SiteAssets/Paginas/Ley%2020129/LEY-20129_17-NOV-2006.pdf
- Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa* (Vol. 1). Madrid: Editorial La Muralla.
- Camacho, K. (2013). Análisis de la integración de la perspectiva de género en las agendas y políticas digitales de Latinoamérica y el Caribe.
- Cano, E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 11.
- Carbonell, C., Cantero, T., Contero, M., Saorin, J., y Castillo, M. (2012). Modelado 3D como herramienta educativa para el desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas Artes. *Arte, Individuo y Sociedad*, 24(2), 179-193.
- Casado, E., y Romero, R. (2011). Educación inmersiva: Enseñanza práctica del Derecho en 3D. *Revista ICONO14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, 9(2), 84-100.
- Ceballos, D., Cantarero, D., y Pascual, M. (2004). *El Tratado de Bolonia y la enseñanza superior: una experiencia comparada de introducción de las TICs en Ciencias Económicas*. Barcelona: EDUTEC.
- Cea, M. (2001). *Estrategias y técnicas de investigación social*.

- Checa, F. (2011). El uso de metaversos en el mundo educativo: Gestionando conocimiento en second life. *Revista de docencia universitaria*, 8(2), pp.147-159.
- Cherney, I. (2008). Mom, let me play more computer games: They improve my mental rotation skills. *Sex Roles*, 59(11), 776–786.
- Clares, P. y Samanes, B. (2009). Formación basada e-n competencias. *Revista de investigación educativa*, 27(1), 125-147.
- Contreras, L., Tristancho, J. y Vargas L. (2016). Assessment of Environmental Factors affecting Spatial Skills Development of 1st semester Industrial Engineering students. *Academia y Virtualidad*, 6(1), p. 17-32, Recuperado de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ravi/article/view/1921>
- De la Torre, J., Martín, N., Pérez, J., Carrera, C., y González, M. (2015). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *Revista de Educación a Distancia*, 37, 1-17.
- De Miguel, M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior. España: Ediciones Universidad de Oviedo.*
- Díaz, A., y Hernández, R. (2015). *Constructivismo y aprendizaje significativo.* México: Mc Graw Hill.
- Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L. y Adams, S. (2012). *NMC Horizon Report: Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017.*

- Falcón, G. (2014). Producción del curso virtual sobre el uso del software “OpenSim” como herramienta de apoyo didáctico. *Revista de Lenguas Modernas*, 21, 347- 365.
- García, T. y González, M. (2011). E-learning en mundos virtuales 3D. Una experiencia educativa en Second Life. *Revista ICONO14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, 9(2), 39-58.
- García, J., Sutz, G., Monti, H., Sattolo, I., Lipera, L., Romero, J. y Benito, P. (2015). Propuesta de comunicación entre un ambiente inmersivo y el mundo real. En *XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Salta, Argentina.
- Gardner, H. (1987). The theory of multiple intelligences. *Annals of Dyslexia*. 37(1), 19-35.
- George, D. y Mallery, P. (1995). *SPSS/PC + Step by: A Simple Guide and Reference*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- Griol, D., Callejas, Z., y López-Cózar, R. (2011). Utilización de los mundos virtuales para el desarrollo de aplicaciones educativas. *RELADA-Revista Electrónica de ADA-Madrid*, 5(1).
- Jiménez, A. (2009). *Reflexiones sobre la necesidad de acercamiento entre universidad y mercado laboral*. Universidad Pontificia de Salamanca, España.
- Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. y Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

- Larraín, A., y González, L. (2005). *Formación universitaria por competencias*. Seminario internacional CINDA. Currículo universitario basado en competencias, 44.
- Letelier, S., López, F., Carrasco, B., y Pérez, M. (2005). Sistema de competencias sustentables para el desempeño profesional en ingeniería. *Revista Facultad de Ingeniería-Universidad de Tarapacá*, 13(2), 91-96.
- Linn, M., y Petersen, A., (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*, 1479-1498.
- Lin, C., Chen, C., y Lou, Y. (2014). Developing Spatial Orientation and Spatial Memory with a Treasure Hunting Game. *Educational Technology & Society*, 17(3), 79-92.
- Lohman, D., (1986). The effect of speed-accuracy tradeoff on sex differences in mental rotation. *Perception and Psychophysics*, 39(6), páginas 427-436.
- Manterola, C., y Otzen, T. (2015). Estudios Experimentales 2 Parte: Estudios Cuasi-Experimentales. *International Journal of Morphology*, 33(1), 382-387. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v33n1/art60.pdf>
- Maier, P. (1998). *Spatial Geometry and Spatial Ability: How to Make Solid Geometry Solid?* En E. Cohors-Fresenborg, K. Reiss, G. Toener, y H. Weigand (Edits.), *Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics* (págs. 63-75). Osnabrück.
- Maris, S., Noriega, M., y Maris, S. (2013). Relaciones entre rendimiento académico, competencia espacial, estilos de aprendizaje y deserción. *Revista electrónica de investigación educativa*, 15(1), 29-44.

- Martín, N. (2009). *Análisis del uso de dispositivos móviles en el desarrollo de estrategias de mejora de las habilidades espaciales*. Universitat Politècnica de València. doi:10.4995/Thesis/10251/11796.
- Martin, N., Sánchez, I., Bravo, M., Hernández, J., Saorin, J., y Contero, M. (2014). Virtual Blocks: a serious game for spatial ability improvement on mobile devices. *Multimedia tools and applications*, 73(3), 1575-1595.
- Martínez, R. (2014). El papel de las Tic en el aula universitaria para formación de competencias del alumnado. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, 45, 173-188.
- Ministros Europeos de Educación Superior, (1999). Declaración de Bolonia, Madrid.
- Molina, R., Pertegal, M., Jimeno, A., y Mora, H. (2018). Virtual Reality Learning Activities for Multimedia Students to Enhance Spatial Ability. *Sustainability*, 10(4), 1074.
- Nunes, F., Herpich, F., Do Amaral, É., Voss, G., Zunguze, M., Medina, R. y Tarouco, L. (2017). A dynamic approach for teaching algorithms: Integrating immersive environments and virtual learning environments. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(5), 732-751.
- Piaget, J. (2003). *Aprendizaje y desarrollo*. México: Ediciones UNAM Facultad de Psicología.
- Peña, J. (2014). Metaverso para el Máster Iberoamericano en Educación en entornos virtuales. *Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del conocimiento*, 2(14). Recuperado de <http://eticanet.org/revista/index.php/eticanet/article/view/55/50>.

- Quinche, J., y González, F. (2011). Entornos virtuales 3D, alternativa pedagógica para el fomento del aprendizaje colaborativo y gestión del conocimiento en Uniminuto. *Formación universitaria*, 4(2), 45-54.
- Reich, R., Machuca, F., López, D., Prieto, J., Music, J., Rodríguez, E., y Yutronic, J. (2011). Bases y desafíos de la aplicación de convenios de desempeño en la educación superior de Chile. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 19(1), 08-18.
- Rodríguez, A. (2012). *Las competencias en el Espacio Europeo de Educación Superior*. tipologías.
- Salinas, P. y Cárdenas, M. (2009). *Métodos de investigación social*. Quito: Intiyan.
- Salkind, N. (1998). *Métodos de Investigación*. México. Prentice Hall
- Saorín, J., Navarro, R., Martín, N., Martín, J., y Contero, M. (2009). La capacidad espacial y su relación con la ingeniería. (cover story). *DYNA - Ingeniería E Industria*, 84(9), 721-732.
- Sorby, S., (2009). Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students. *International Journal of Science Education*, 31(3), 459-480.
- Soto, C., Senra, A., y Neira, M. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EDUTEC. Revista electrónica de Tecnología educativa*, 29, 1-12.,
- Tristancho, J., Contreras, L., y Vargas, L. (2014). Evaluación de técnicas tradicionales y TIC para el desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de primer semestre de ingeniería industrial. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* 43, 34-50.

- Tüzün, H., y Özdiñç, F. (2016). The effects of 3D multi-user virtual environments on freshmen university students' conceptual and spatial learning and presence in departmental orientation. *Computers y Education*, 94, 228-240.
- Vallejo, N., Sierra, E., Hernández, A. y Escobar, R. (2013). Creación de un metaverso en Opensim para la Universidad Distrital dentro de la red Rita-UD. *Redes de Ingeniería*, 3(2), 51-60.
- Vázquez, S., y Noriega, M. (2010). La competencia espacial: Evaluación en alumnos de nuevo ingreso a la universidad. *Educación matemática*, 22(2), 65-91. Recuperado de <https://goo.gl/7tYdPg>
- Vázquez, S., y Noriega, M. (2011). Razonamiento espacial y rendimiento académico. *Interdisciplinaria: Revista De Psicología y Ciencias Afines*, 28(1), 145-158.
- Vahid, M., y Razeyah M. (2015). The Relationship Between Utilization of Computer Games and Spatial Abilities Among High School Students. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 3(3), 46-51.
- Vandenberg, S. y Kuse, A. (1978) Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Percept Mot Skills* 47(2):599–604.
- Vera, A., y Badilla, M. (2015). Aportes de Second Life en el desarrollo de prácticas pedagógicas en Formación Inicial Docente: Una nueva mirada para la educación del siglo XXI. Seminario "Desarrollo tecnológico para la innovación educativa". Ciudad de México, México.
- Vieytes, R. (2004). Metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad: epistemología y técnicas. Buenos Aires: Editorial de las Ciencias.

Zapata, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos: Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del "conectivismo". *Teoría de la Educación; Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 16(1), 69.

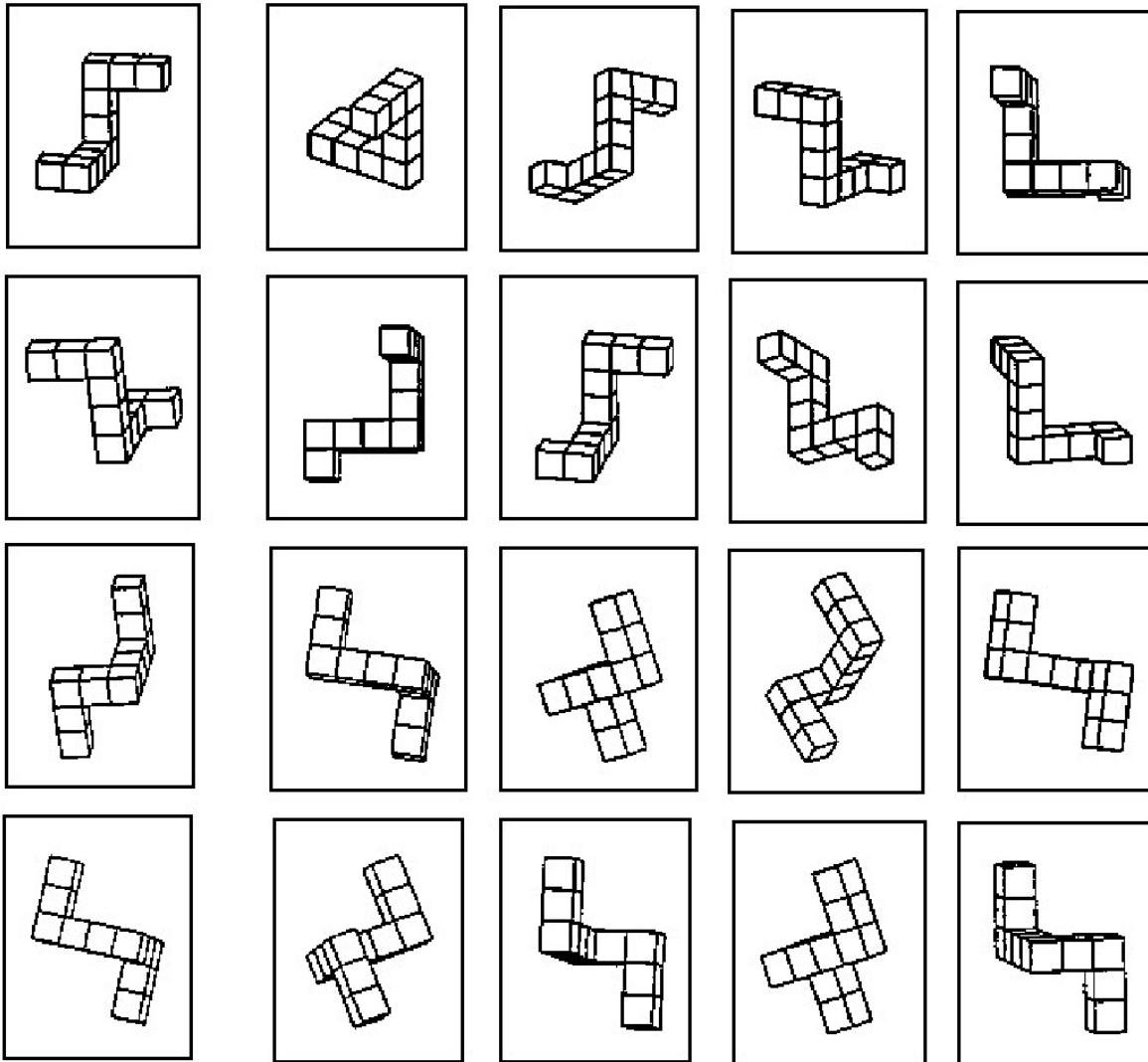
9 ANEXOS

ANEXO 01: Modelo de Test MRT

ANEXO 02: Cuestionario de Percepción de Uso de Mundos Virtuales Inmersivos para la promoción de Habilidades Espaciales.

ANEXO 03: Test de Vistas de un Objeto

ANEXO 01
Modelo de ejercicios para conformar un test tipo MRT



Fuente: Caissie, Vigneau y Bors (2009).

ANEXO 02

A continuación, se muestra las dimensiones e ítems que componen el Cuestionario de Percepción de Uso de Mundos Virtuales Inmersivos para la promoción de Habilidades Espaciales.

Dimensión	Ítem
Teórica	Las actividades propuestas en el MVI presentan nociones del Enfoque del Aprendizaje Basado en Competencias
	Las actividades propuestas en el MVI presentan nociones del Enfoque Constructivista como eje orientador.

Dimensión	Sub-categoría	Ítem
Pedagógica	Visualización Espacial	Las actividades propuestas en el MVI permiten al estudiante reforzar la ejercitación de las vistas de un objeto.
		Las actividades propuestas en el MVI permiten al estudiante reforzar la ejercitación del acotamiento de piezas.
		Las actividades propuestas en el MVI facilitan la visualización de objetos en tres dimensiones.
	Diseño Pedagógico	El recurso didáctico asociado a la visualización de un objeto en el MVI es comprensible
		El recurso didáctico asociado a la visualización de objetos en tres dimensiones en el MVI es comprensible
		Las actividades propuestas en el MVI facilitan la visualización de objetos en tres dimensiones.
		Las actividades propuestas en el MVI tienen una secuencia lógica para el aprendizaje de la visualización espacial
		Las actividades propuestas en el MVI son comprensibles
		Las instrucciones para el desarrollo de las actividades en el MVI son comprensibles
		El contenido desarrollado en el MVI es confiable
		El contenido desarrollado en el MVI se apega al programa de estudios

		El contenido desarrollado en el MVI toma en cuenta el nivel inicial de conocimientos del estudiante
		La evaluación de las actividades propuestas en el MVI es adecuada.
		Los tiempos de desarrollo de las actividades propuestas en el MVI es adecuada en relación a los objetivos propuestos (o resultados de aprendizaje)
		Las actividades propuestas en el MVI son motivadoras
		Las actividades propuestas en el MVI son pertinentes para su desarrollo en forma individual o grupal (según sea el caso)



Dimensión	Sub-categoría	Ítem
Tecnológica: Plataforma OpenSimulator	Usabilidad	La plataforma es fácil de operar.
		El apresto tecnológico fue suficiente para iniciar el uso del MVI
		La plataforma está siempre disponible.
	Estabilidad	La conectividad es un factor que permite el funcionamiento adecuado de los recursos del MVI
		La instalación y ejecución del visualizador para MVI efectúa de fácil manera.
		El ingreso a la plataforma a través del nombre de usuario y contraseña se lleva a cabo sin inconvenientes.
	Acceso	Las funciones de cada herramienta en la plataforma se ejecutan fácilmente (volar, vestirse, chatear, etc).
		El material audiovisual dispuesto en la plataforma es de fácil acceso.
		Las imágenes dispuestas en la plataforma son claras
	Funcionalidad	Las imágenes dispuestas en la plataforma son comprensibles
		Los espacios son adecuados para realizar las actividades
		La organización de las actividades en los espacios permite un acceso adecuado a las mismas



ANEXO 03

A continuación, se muestra un extracto del instrumento denominado Test de Relaciones Espaciales que determina el grado de fortalecimiento de la habilidad espacial de los estudiantes.



¿Empareje las axonométricas (A-B-C-D) con las plantas (1-2-3-4)?



FIGURA

A  B 

C  D 

Planta

1  2 

3  4 

A

D

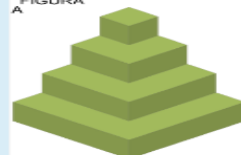
B



C

- Choose...
- 3
- 1
- 2
- 4



¿Empareje las axonométricas (A-B-C-D) con las plantas (1-2-3-4)?



FIGURA

A  B 

C  D 

Planta

1  2 

3  4 

A

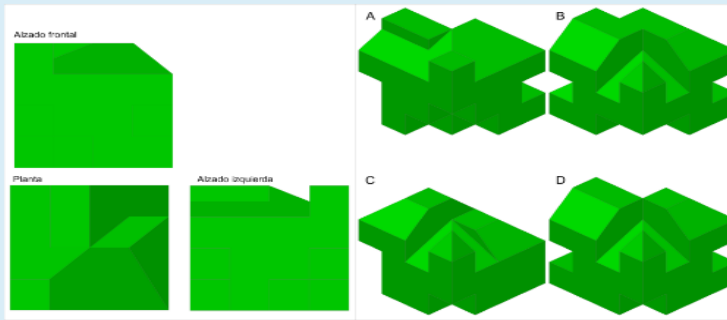
D

B

C

- Choose...
- 3
- 1
- 2
- 4

¿Cual de la axonométrica (A, B, C y D), corresponde a las proyecciones (alzados y planta)?



Select one:

- A
- D
- C
- B



**MAGISTER EN INFORMÁTICA EDUCATIVA Y GESTIÓN DEL
CONOCIMIENTO**



PAUTA EVALUACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

NOMBRE DEL EVALUADOR	Pedro Pinacho Davidson
TÍTULO DEL SEMINARIO EVALUADO	Mundos virtuales inmersivos como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la habilidad especial en estudiantes de Ingeniería
ESTUDIANTE AUTOR DE TESIS	Mario Bravo Molina
CARRERA	MAGÍSTER EN INFORMÁTICA EDUCATIVA Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO
PROFESOR GUÍA	Dra. María Graciela Badilla

Nota: Evalúe de 1.0 a 7.0 cada uno de los indicadores que se presentan esta pauta.

I. Aspectos formales (10%)

Indicadores	Observaciones*
1. Título pertinente	Error en título... Especial/Espacial
2. Estructura definida – coherencia y secuenciación	Sin observaciones mayores, detalles sobre el texto
3. Redacción formal y claridad	Sin observaciones
4. Ortografía	Consistencia uso de tildes en mayúsculas (MAGÍSTER)
5. Citas APA - referencias	Sin observaciones
6. Uso y presentación de tablas, gráficos y figuras	Llama la atención la falta de gráficos complementarios
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador)	
Fortalezas: Texto correctamente presentado en aspectos generales.	
Debilidades: carencia de gráficas complementarias a la explicación.	

***Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas**

II. Planteamiento del Problema (15%)

Indicadores	Observaciones*
1. Delimitación - contexto - antecedentes	Sería interesante hacer referencia a proyecto Ingeniería 2030 de UBB, debido a la importancia de este proyecto, para la reformulación de

	estas carreras.
2. Fundamentación y justificación bibliográfica	Sin observaciones
3. Formulación de hipótesis/supuestos y/o preguntas de investigación	Sin observaciones
4. Formulación de los objetivos de investigación	Sin observaciones
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador)	
<p>Fortalezas: presentación del problema, desarrollo metodológico y tratamiento estadístico destacable.</p> <p>Debilidades: carencia de evaluación de alternativas tecnológicas y en este tenor exploración de variantes para incorporar herramientas que saque provecho a un entorno 3D, sobre cuestiones de habilidades espaciales.</p>	

***Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas**

III. MARCO TEÓRICO (20%)

Indicadores	Observaciones*
1. Antecedentes teóricos - presentación del cuerpo teórico que sustenta la investigación	Sin observaciones
2. Pertinencia, relevancia y actualización de las fuentes de referencia para la investigación	Sin observaciones
3. Aproximación al estado del arte de la problemática de investigación	Sin observaciones
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador)	
Sin comentarios. Disciplina fuera de scope de evaluador.	

***Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas**

IV- MARCO METODOLÓGICO (20%)

Indicadores	Observaciones*
1. Enfoque de la investigación	Sin observaciones
2. Diseño de la Investigación - operacionalización de la investigación	Algunas decisiones deben ser fundadas, ver texto
3. Contexto (participantes, muestra)	Sin observaciones

4. Estrategias, técnicas e instrumentos de recogida de datos	Sin observaciones
5. Estrategias de análisis de datos	Sin observaciones
6. Criterios de validez y confiabilidad	Sin observaciones
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador)	
<p>El trabajo debe explicitar su foco sobre la UBB, en algunas partes del texto habla de una universidad del sur de Chile, incluso en una pregunta de investigación, esto puede llevar a conjeturas de generalización, lo cual es refutado por el mismo texto y enfoque experimental. Refinar este aspecto.</p>	

*Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS (20%)

Indicadores	Observaciones*
1. Procesamiento, análisis e interpretación de los hallazgos	Sin observaciones
2. Presentación de resultados de forma clara y sintética	Ausencia de gráficas
3. Discusión de resultados, según el marco teórico referencial	Sin observaciones
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador)	

*Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas

VI. CONCLUSIONES (15%)

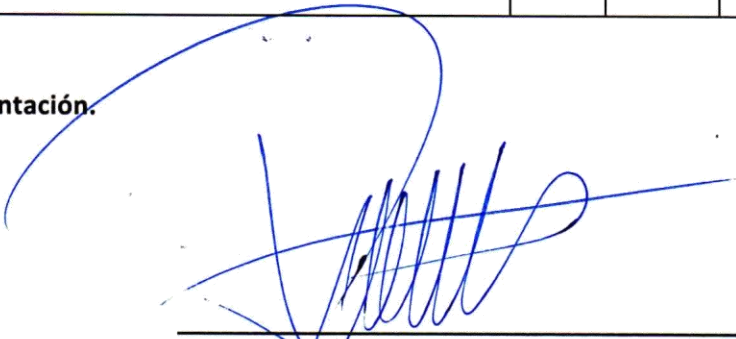
Indicadores	Observaciones*
1. Conclusiones respecto de los objetivos propuestos	Sin observaciones
2. Conclusiones derivadas de los resultados	Ver debilidad
3. Limitaciones de la investigación	Sin observaciones
4. Proyecciones de la investigación	Sin observaciones
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador)	
<p>Debilidad: En concordancia con la falta de gráficas complementarias, el trabajo necesita más énfasis en el cierre y expresión de resultados de verdadero interés; hago notar que esto puede quedar dentro del terreno de estilo de redacción y puede ser pasado por alto.</p>	

--

***Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas**

I. Aspectos formales	10%	7.0	
II. Planteamiento del Problema	15%	6.5	
III. MARCO TEÓRICO	20%	7.0	
IV- MARCO METODOLÓGICO	20%	7.0	
V. ANÁLISIS Y RESULTADOS	20%	7.0	
VI. CONCLUSIONES	15%	7.0	
NOTA FINAL	%	6,9	

Notas en sesión de presentación.



Firma Profesor Informante

FECHA 26/10/2018



PAUTA EVALUACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

NOMBRE DEL EVALUADOR	Angélica Vera Sagredo
TÍTULO DEL SEMINARIO EVALUADO	Mundos Virtuales Inmersivos como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la habilidad espacial en estudiantes de ingeniería
ESTUDIANTE AUTOR DE TESIS	Mario Hernán Bravo Molina
CARRERA	Magister en Informática Educativa y Gestión del Conocimiento
PROFESOR GUÍA	Dra. María Graciela Badilla Quintana

Nota: Evalúe de 1.0 a 7.0 cada uno de los indicadores que se presentan esta pauta.

I. Aspectos formales (10%)

Indicadores	Observaciones*
1. Título pertinente	7,0
2. Estructura definida – coherencia y secuenciación	7,0
3. Redacción formal y claridad	6,0
4. Ortografía	7,0
5. Citas APA - referencias	6,0
6. Uso y presentación de tablas, gráficos y figuras	7,0
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador)	
En general un trabajo claro y bien desarrollado en cuanto a los aspectos formales que debe tener este tipo de escrito. Solo algunos detalles que es necesario que se revisen y modifiquen.	

*Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas

II. Planteamiento del Problema (15%)

Indicadores	Observaciones*
1. Delimitación - contexto - antecedentes	7,0
2. Fundamentación y justificación bibliográfica	7,0
3. Formulación de hipótesis/supuestos y/o preguntas de investigación	7,0
4. Formulación de los objetivos de investigación	6,0
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador)	
La formulación y delimitación de la problemática es clara y se encuentra correctamente argumentada a través de bibliografía de especialistas en la temática trabajada. Los objetivos e hipótesis son correctos para este tipo de estudio. Solo se sugiere revisar la redacción del objetivo específico 3.	

*Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas

III. MARCO TEÓRICO (20%)

Indicadores	Observaciones*
1. Antecedentes teóricos - presentación del cuerpo teórico que sustenta la investigación	7,0
2. Pertinencia, relevancia y actualización de las fuentes de referencia para la investigación	7,0
3. Aproximación al estado del arte de la problemática de investigación	7,0
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador) Los antecedentes teóricos expuestos son atingentes y relevantes para este estudio.	

*Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas

IV- MARCO METODOLÓGICO (20%)

Indicadores	Observaciones*
1. Enfoque de la investigación	7,0
2. Diseño de la Investigación - operacionalización de la investigación	7,0
3. Contexto (participantes, muestra)	7,0
4. Estrategias, técnicas e instrumentos de recogida de datos	7,0
5. Estrategias de análisis de datos	7,0
6. Criterios de validez y confiabilidad	4,0
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador) Se describe claramente la metodología utilizada donde se señala el diseño, el contexto, las técnicas de recolección de datos y las estrategias de análisis. La principal debilidad en este apartado corresponde a la falta de una descripción más detallada sobre la validación del instrumento (cuestionario), donde es necesario señalar si el instrumento utilizado consideró la validez de contenido, de criterio y de constructo.	

*Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS (20%)

Indicadores	Observaciones*
1. Procesamiento, análisis e interpretación de los hallazgos	7,0
2. Presentación de resultados de forma clara y sintética	7,0
3. Discusión de resultados , según el marco teórico referencial	6,0
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador)	

*Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas

VI. CONCLUSIONES (15%)

Indicadores	Observaciones*
1. Conclusiones respecto de los objetivos propuestos	7,0
2. Conclusiones derivadas de los resultados	7,0
3. Limitaciones de la investigación	7,0
4. Proyecciones de la investigación	6,0
Fortalezas y debilidades: (A ser completado por evaluador)	

*Cuando considere pertinente plantear observaciones específicas

I. Aspectos formales	10%	6,7	0.67
II. Planteamiento del Problema	15%	6,8	1.02
III. MARCO TEÓRICO	20%	7,0	1.40
IV- MARCO METODOLÓGICO	20%	6,5	1.30
V. ANÁLISIS Y RESULTADOS	20%	6,7	1.34
VI. CONCLUSIONES	15%	6,8	1.02
NOTA FINAL	%		6,8



Firma Profesor Informante

FECHA: 11 de octubre