Universidad Santo Tomás

Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia –DUAD

Facultad de Educación

Doctorado en Educación

Diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas para favorecer el pensamiento de diseño

Bogotá, mayo 2025

Universidad Santo Tomás

Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia –DUAD

Facultad de Educación

Doctorado en Educación

Diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas para favorecer el pensamiento de diseño

Jimmy Raúl Rocha Valbuena

Tesis para optar por el título de Doctor en Educación

Director

Joselín Acosta Gutiérrez PhD

Bogotá, mayo 2025

Tesis aprobada por:

_____

Director de tesis:

_____

Joselín Acosta Gutiérrez PhD

Jurados:

_____

_____

_____

Dedicatoria

A mi familia; esposa, hijo y madre, por su apoyo en momentos difíciles.

Agradecimientos

Al programa del Doctorado en Educación de la Universidad Santo Tomás de Colombia, en especial al doctor Joselín Acosta Gutiérrez, director de la tesis.

A los estudiantes y a los colegas docentes que colaboraron en el proceso de investigación.

Contenido

Resumen 13
Abstract 15
Introducción 17
Capítulo 1. Planteamiento del problema 21
1.1. Contexto del problema 21
1.2. Pregunta de investigación 27
1.3. Hipótesis 28
1.4. Objetivos 28
1.4.1. Objetivo general 28
1.4.2. Objetivos específicos 28
1.5. Justificación 29
Capítulo 2. Marco de referencia 31
2.1. Estado del arte 31
2.1.1. Discusión sobre el estado del arte 41
Capítulo 3. Marco teórico 53
3.1. Pensamiento de diseño 53
3.1.1. Principios del pensamiento de diseño (design thinking) 64
3.2. Los problemas epistemológicos de la realidad virtual 66
3.2.1 ¿Qué es la realidad? 66
3.2.2. ¿Qué es lo virtual? 68
3.3. La realidad virtual 69
3.4. Experiencia y aprendizaje 71
3.5. Mediación empleando la realidad virtual 76
3.6. Tecnologías exponenciales 78
3.7. Promover el pensamiento de diseño en los estudiantes de las escuelas públicas de países en desarrollo desde las experiencias con realidades virtuales 79
Capítulo 4 Marco conceptual 81
4.1. El pensamiento de diseño 81
4.2. La realidad virtual 83
4.3. Actividades prácticas 85
4.4. El concepto de diálogo 86
Capítulo 5. Estrategia metodológica 88

5.1. Paradigma constructivista 88
5.2. Investigación basada en el diseño (IBD) 90
5.3. Enfoque metodológico 95
5.4. Matriz de integración del proceso de investigación 96
5.5. Instrumentos de recolección de datos cuantitativos y cualitativos 98
5.5.1. Diseño y validación de instrumentos 98
5.5.1.1. Instrumento principal Escala de Pensamiento de Diseño desarrollada por Luecha (2021) 98
5.5.2. Validación de instrumentos 103
5.5.3. Selección de la población y participantes 106
5.6. Consideraciones éticas 110
Capítulo 6. Desarrollo de objetivos 115
6.1. Desarrollo primer objetivo: caracterizar las experiencias pedagógicas que se han realizado, con el apoyo de las metodologías que promueven el pensamiento de diseño; las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, en las clases de tecnología e informática en bachillerato. 115
6.2. Desarrollo segundo objetivo: formular una propuesta didáctica que incentive el pensamiento de diseño a partir de los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática en bachillerato 139
6.3. Desarrollo tercer objetivo: implementar la propuesta didáctica diseñada que incentive el pensamiento de diseño a partir de los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática en bachillerato 157
6.4 .Desarrollo cuarto objetivo: Evaluar la mejora en el desarrollo del pensamiento de diseño en los estudiantes de bachillerato, con la implementación de la propuesta didáctica con experiencias de realidad virtual y actividades prácticas en las clases de tecnología e informática, en cinco instituciones educativas en bachillerato 168
6.4.1. Análisis de datos cualitativos 169
6.4.2. Análisis exploratorio de datos cualitativos de los estudiantes 170
6.4.3. Análisis exploratorio de datos cualitativos de los docentes 185
6.4.4. Análisis de datos cuantitativos 189
6.4.4.1 Análisis de datos cuantitativos a estudiantes 190
6.4.4.2. Análisis de datos cuantitativos a docentes 205
6.5. Análisis de resultados triangulación de datos 215
6.6. Discusión de resultados 242
Capítulo 7. Conclusiones 252
7.1. Alcances y limitaciones 252

7.2. Aportes a la línea de investigación 253
7.3. Conclusiones 254
Referencias Bibliográficas 256
Anexo 1: principales estudios incluidos en la revisión estado del arte 293
Anexo 2: Instrumentos 314
Anexo 3: propuesta didáctica diseñada 333
Anexo 4: Aval Comité de ética Universidad Santo Tomas 355
Anexo 5: certificaciones de validación de instrumentos por expertos 356

Índice de tablas

Tabla 1 *Tendencias en temáticas en las investigaciones revisadas del estado del arte* 50
Tabla 2 *Tensiones encontradas en el estado del arte* 51
Tabla 3 *Tendencias de las principales categorías teóricas* 52
Tabla 4 *Tendencias encontradas en el diseño metodológico* 53
Tabla 5 *Comparación de las diferentes etapas del pensamiento de diseño* 55
Tabla 6 *Matriz de integración del proceso de investigación* 96
Tabla 7 *Expertos validadores de instrumentos* 104
Tabla 8 *Tamaños de la población de proyectos de investigación de categorías afines* 107
Tabla 9 *Matriz de caracterización de las propuestas didácticas disponibles para favorecer el pensamiento de diseño en educación básica y media* 117
Tabla 10 *Matriz de caracterización de las herramientas y aplicaciones que utilizan realidad virtual en el área de tecnología e informática con fines educativos o pedagógicos* 125
Tabla 11 *Resumen de los componentes incluidos en la propuesta didáctica y la descripción de las diferentes actividades* 153
Tabla 12 *Actividades realizadas por los estudiantes con actividades de realidad virtual y actividades prácticas durante la implementación de la propuesta didáctica* 158
Tabla 13 *Productos realizados por los estudiantes en las diferentes etapas del pensamiento de diseño* 160
Tabla 14 *Resultados de los ítems de la dimensión estar cómodo con los problemas* 190
Tabla 15 *Resultados de los ítems de la dimensión empatía del usuario* 191
Tabla 16 *Resultados de los ítems de la dimensión atención plena en el proceso* 192
Tabla 17 Resultados de los ítems de la dimensión trabajo colaborativo con la diversidad 193
Tabla 18 *Resultados de los ítems de la dimensión orientación al aprendizaje* 194
Tabla 19 *Resultados de los ítems de la dimensión confianza creativa* 196
Tabla 20 *Alfa de Cronbach de los 24 ítems del instrumento escala de pensamiento de diseño* . 197
Tabla 21 *Distribución de frecuencias para cada dimensión evaluada con el instrumento* 198
Tabla 22 *Resultados consolidados de las seis dimensiones evaluadas por el instrumento de escala de pensamiento de diseño* 201
Tabla 23 *Porcentaje de respuestas en nivel 4 y 5 en la escala de pensamiento de diseño para cada dimensión evaluada* 203

Tabla 24 *Triangulación de datos en donde se relacionan los resultados cuantitativos y cualitativos* 216

Índice de figuras

Figura 1 Proceso de selección de artículos y tesis en el estado del arte 33
Figura 2 Tendencia por año de las categorías de estudio 34
Figura 3 Tendencia por país de origen de los artículos 35
Figura 4 Tendencia por Universidad de origen de los artículos 35
Figura 5 Análisis bibliométrico de palabras claves 36
Figura 6 Análisis bibliométrico de autores 37
Figura 7 Tendencia países latinoamericanos categorías de estudio 38
Figura 8 Tendencia por Universidad de origen de los artículos de origen colombiano 39
Figura 9 Análisis bibliométrico de autores latinoamericanos 40
Figura 10 Propuesta de design thinking con diseño diamante 60
Figura 11 Propuesta de Design thinking Stanford d.school 61
Figura 12 Ciclo de aprendizaje de Kolb 75
Figura 13 Modelo de confianza creativa 82
Figura 14 Etapas de la investigación basada en diseño 93
Figura 15 Nube de palabras datos cualitativos de los resultados a estudiantes 170
Figura 16 Conceptos con más apariciones en el instrumento cualitativo de estudiantes 171
Figura 17 Proceso de asignación de códigos empleando el software Atlas TI 174
Figura 18 Organización en categorías y subcategorías con el software Atlas TI 175
Figura 19 Análisis de coocurrencia entre la categoría pensamiento de diseño y los subcódigos más representativos 176
Figura 20 Diagrama Sankey con las relaciones entre la categoría de realidad virtual y las subcategorías relacionadas con la categoría de pensamiento de pensamiento de diseño 179
Figura 21 Diagrama Sankey con las relaciones entre la categoría de realidad virtual y los diferentes componentes de la categoría de pensamiento de pensamiento de diseño 181
Figura 22 Diagrama Sankey con las relaciones entre las categorías de pensamiento de diseño, realidad virtual, las actividades prácticas y las subcategorías más relevantes 182
Figura 23 Gráfico de barras con las coocurrencias entre las categorías de pensamiento de diseño y realidad virtual 183

Figura 24 Gráfico de barras con las coocurrencias entre las categorías de pensamiento de diseño y actividades prácticas 184
Figura 25 Nube de palabras obtenida del análisis de los datos cualitativos recopilados de los docentes..... 185
Figura 26 Tabla de conceptos con más frecuencias obtenidos en las entrevistas a los docentes 186
Figura 27 Diagrama Sankey entre categoría pensamiento de diseño y las subcategorías emergentes 187
Figura 28 Diagrama Sankey entre categoría pensamiento de diseño y las categorías realidad virtual y actividades prácticas..... 188
Figura 29 201
Figura 30 Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa empatía..... 205
Figura 31 Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa definición 207
Figura 32 Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa idear..... 208
Figura 33 Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa prototipar..... 210
Figura 34 Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes pruebas rápidas de la etapa prototipar.....211
Figura 35 Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa evaluar..... 213

Resumen

En esta investigación se estudiaron los tipos de diálogos entre la realidad virtual y las experiencias materiales que son necesarios para favorecer el pensamiento de diseño, frente a la resolución de problemas del entorno de los estudiantes en bachillerato. El pensamiento de diseño promueve que los estudiantes integren los conocimientos para la resolución de problemas, promoviendo la confianza en la resolución creativa ante los problemas de manera innovadora (Li, 2022). Sin embargo, en las escuelas públicas de los países latinoamericanos es limitada la disponibilidad de laboratorios de tecnología y de materiales para las prácticas y el diseño de prototipos (Reveduc, 2019). Por otro lado, la realidad virtual es una tecnología que ya ha sido estudiada en diferentes aplicaciones educativas con resultados bastante promisorios, (Samar, 2022). Esta investigación permitió aportar al conocimiento sobre cómo el pensamiento de diseño se puede favorecer con las experiencias que incluyen realidad virtual y las actividades prácticas, en el entorno de las escuelas públicas de los países en vía de desarrollo, como es el caso de Colombia. Además, se diseñó una propuesta didáctica con experiencias de realidad virtual y actividades prácticas incluidas en las cinco fases del modelo de pensamiento de diseño de D.school (2023). De ese modo, se implementó la propuesta didáctica en la población seleccionada, para posteriormente evaluar si se favoreció el pensamiento de diseño. La población de la investigación fueron 238 estudiantes de escuelas públicas de nivel bachillerato en Colombia y 5 docentes del área de tecnología e informática. La investigación se fundamentó en el paradigma constructivista, con un enfoque mixto, con una metodología de investigación basada en diseño (Plomp, 2010). Se utilizaron instrumentos cuantitativos y cualitativos. Los instrumentos cuantitativos empleados fueron la escala de pensamiento de diseño, aplicado a los estudiantes, instrumento diseñado por Luecha (2021), y validada por 138 docentes en el campo STEM en el continente asiático, y un

cuestionario de rúbrica de seguimiento diligenciada por los docentes participantes. Con relación a los instrumentos cualitativos se utilizó un cuestionario de preguntas para las entrevistas semiestructuradas realizadas a los docentes y un cuestionario de preguntas abiertas a los estudiantes. Los resultados evidenciaron un aporte significativo de la realidad virtual para promover el pensamiento convergente en el diseño, en los procesos de visualización de propuestas, modelos y prototipos 3D, que facilitan las iteraciones o cambios en las soluciones, además de promover la generación de ideas. Las experiencias con realidad virtual permiten compensar en algunos procesos la falta de habilidades de los estudiantes para realizar dibujos, bocetos y modelos en 3D. Sin embargo, se requiere en el proceso de diseño de las actividades prácticas, esenciales para promover el trabajo en equipo, la empatía, la comunicación y los procesos de pensamiento convergente para concretar el proceso de diseño. Las dimensiones que se vieron más favorecidas con la intervención realizada fueron las de atención plena en el proceso, la orientación al aprendizaje y la confianza creativa.

Palabras clave: pensamiento de diseño, realidad virtual, actividades prácticas, creatividad, innovación, aprendizaje experiencial.

Abstract

In this research, we studied what types of dialogues between virtual reality and material experiences were necessary to promote design thinking, in relation to problem solving in the environment of high school students. Design thinking encourages students to integrate knowledge for problem solving, promoting confidence in creative problem solving in an innovative way

(Li,2022). However, in public schools in Latin American countries, the availability of technology laboratories and materials for practices and prototype design is limited, (Reveduc,2019). On the other hand, virtual reality is a technology that has already been studied in different educational applications with quite promising results, (Samar, 2022). This research contributed to the knowledge about how design thinking can be promoted with virtual reality experiences and practical activities, in public school environments in developing countries such as Colombia. In the research, a didactic proposal was designed with virtual reality experiences and practical activities included in the five phases of the D.school design thinking model (2023). The didactic proposal was implemented in the selected population, to later evaluate whether design thinking was favored. The research population was 238 students from public high schools in Colombia and 5 teachers from the technology and computer science area. The research was based on the constructivist paradigm, with a mixed approach, with a design-based research methodology, (Plomp, 2010). Quantitative and qualitative instruments were used. The quantitative instruments used were the design thinking scale, applied to students, an instrument designed by Luecha (2021), and validated by 138 teachers in the STEM field on the Asian continent, and a follow-up rubric questionnaire completed by the participating teachers. Regarding the qualitative instruments, a questionnaire was used for the semi-structured interviews with teachers and a questionnaire with open questions for students. The dimensions with the best results were those of full attention in the

process, where convergent and divergent thinking processes were carried out to find solutions to the identified problems. Positive results were also observed in the dimension of learning orientation, where the realization of learning experiences was promoted. And a favorable result was achieved in the dimension of creative confidence related to the processes of creating models and changes in them, through iterations in the solutions. Likewise, teachers showed a positive contribution of virtual reality, especially in the stages of prototyping and evaluation of solutions.

Keywords: design thinking, virtual reality, practical activities, creativity, innovation, experiential learning.

Introducción

La Unesco (2023), en la Agenda 2030, plantea que los cambios tecnológicos implican que la formación en ciencias, tecnología e informática permita fortalecer habilidades claves para los empleos del futuro, en el que se impulse la innovación, el desarrollo sostenible y el crecimiento inclusivo. Esto significa que las personas deben contar con una adecuada formación científica, tecnológica e informática, que también ayude a reducir las diferencias entre mujeres y hombres en las áreas científicas en los siguientes años.

En el año 2022, el pensamiento de diseño fue incluido dentro de los lineamientos curriculares para el área de tecnología e informática en Colombia del (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2022). En dichos lineamientos, esta entidad propone al pensamiento de diseño (design thinking) como una de las formas de pensar en tecnologías de la información (T&I), el cual incluye un grupo de procesos y estrategias cognitivas de carácter divergente, que permiten la identificación de problemas de diseño, para construir probables soluciones y encontrar la resolución de problemas tecnológicos, de una manera viable y factible.

De ese modo, el pensamiento de diseño permite que se transformen los problemas del contexto; con la imaginación, los conceptos creativos y las experiencias sociales, por medio de la experimentación y de la colaboración para mejorar las posibilidades de resolver problemas. (Eklun et al., 2022). El aprendizaje de diseño retoma la idea del aprendizaje constructivista en acciones pedagógicas, lo que permite a los estudiantes desarrollar habilidades relevantes para realizar procesos complejos e innovadores que puedan resolver los problemas en el siglo XXI. (Pande & Bharathi, 2022; Zhao et al, 2022).

Entonces, el mencionado pensamiento de diseño ayuda a que los estudiantes integren los conocimientos para la resolución de problemas, promoviendo la confianza en soluciones creativas

a los problemas, de manera innovadora por procesos iterativos, con varias fases en el proceso, como la empatía, la definición de problemas, la ideación, la creación de prototipos y las pruebas. (Wolcott & Mclaughin, 2020).

De otro lado, la realidad virtual es una tecnología que, gracias a la reducción en los costos de sus dispositivos, permite tener una mayor accesibilidad en diferentes contextos, entre los cuales se encuentran los educativos. Diferentes investigaciones de autores, como (Black, 2017; (Kickmeier et al.; 2019; Zhou et al., 2018) han evidenciado el potencial para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Adicionalmente, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2021), el avance de nuevas aplicaciones de *software* permite que se cuenten con diferentes herramientas disponibles para distintas áreas del conocimiento, como videos de realidad virtual en YouTube y herramientas de *software*, como Leonardo IA, Hyperhuman e Imagetostl, para realizar modelos en 2D y 3D, permitiendo que procesos en donde se requieren materiales y elementos costosos puedan realizarse de manera virtual.

En esta investigación se buscó estudiar de qué manera la realidad virtual y las actividades prácticas tienen diferentes relaciones para favorecer el desarrollo del pensamiento de diseño en los procesos educativos, para lograr resolver algunos de los problemas del contexto de los estudiantes de bachillerato en educación media en la escuela pública en Colombia, teniendo en cuenta las limitaciones y dificultades que se presentan en las escuelas, especialmente en las públicas, para realizar procesos prácticos y de diseño, en donde se requieren diferentes materiales tecnológicos que tienen poca disponibilidad.

Con relación a la estructura de la investigación propuesta, en el primer capítulo se establece la revisión del planteamiento del problema, con un análisis del contexto del problema, para proponer la pregunta de investigación y la hipótesis; posteriormente, se plantea el objetivo general, los objetivos específicos y la justificación.

En el segundo capítulo o marco de referencia, se realiza la revisión de dicho marco de referencia, en el cual se hace alusión a diferentes investigaciones relacionadas con las categorías principales de la investigación, el pensamiento de diseño y la realidad virtual de las bases de datos Scielo, Scopus, Redalyc, Latindex, Dialnet y Google Académico. A partir de los artículos revisados en el estado del arte, se discuten los resultados, evidenciando las convergencias, divergencias y vacíos encontrados.

En el tercer capítulo o marco teórico, se profundiza sobre los referentes teóricos de las principales categorías de la investigación, en particular, se indaga sobre el pensamiento de diseño y sus principios; al igual se hace con la categoría de realidad virtual, realizando una definición y una discusión teórica sobre el concepto de qué es lo virtual, además de la fundamentación del aprendizaje experiencial y las propuestas para realizar mediaciones pedagógicas, utilizando la realidad virtual. Finalmente, se realiza la propuesta de la promoción del pensamiento de diseño en escuelas públicas, por medio de experiencias con realidad virtual.

En el cuarto capítulo o marco conceptual, se realiza una revisión conceptual de las principales categorías de la investigación, el pensamiento de diseño y la realidad virtual. Además, se fundamenta de forma teórica el concepto de actividades prácticas, y se establece el significado teórico del concepto de diálogo en los procesos de investigación.

En el quinto capítulo o estrategia metodológica se presenta el paradigma constructivista; el soporte epistemológico de esta investigación. Posteriormente, se realiza la fundamentación teórica de la investigación, basada en diseño (IBD) y sus diferentes etapas. Luego, se establece el enfoque metodológico utilizado que corresponde al enfoque mixto, realizando una explicación de sus características. En este capítulo también se consolida la matriz de integración del proceso de investigación y se expone el proceso de diseño de los instrumentos para la recolección de datos cuantitativos y cualitativos, incluyendo el diseño de los instrumentos, su validación, la selección de la población y los participantes, teniendo en cuenta las consideraciones éticas.

En el capítulo sexto o desarrollo de objetivos, se expone el desarrollo e implementación de los cuatro objetivos propuestos. Además, se realiza el análisis de datos, tanto cualitativos como cuantitativos a estudiantes y docentes, para posteriormente realizar el proceso de triangulación de datos, en el cual se integra la información cuantitativa y cualitativa, llegando finalmente a la discusión de los resultados obtenidos.

En el capítulo séptimo o de conclusiones se abordan los resultados, mostrando los alcances y limitaciones de la investigación, los aportes a la línea de investigación y las conclusiones.

Capítulo 1. Planteamiento del problema

1.1. Contexto del problema

De acuerdo con la OECD (2022), el pensamiento de diseño es una de las principales habilidades que deberían lograr los estudiantes en su proceso de formación en educación media. Sin embargo, solo el 24% de los países tiene directrices sobre cómo aprender, a través de la implementación y evaluación del pensamiento de diseño. Actualmente, los planes de estudios carecen de creatividad y hay deficiencia en la formación de los docentes y los recursos para integrar el pensamiento de diseño y creativo en la educación. A partir del 2022, las pruebas PISA comienzan a evaluar el avance en materia de la promoción del design thinking (pensamiento de diseño) y la creatividad en los sistemas educativos.

Al revisar los resultados en el *ranking* mundial agregado de innovación, (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [WIPO], 2022), Colombia se encuentra en un lugar que refleja una baja capacidad de innovación, ocupando el puesto 72 a nivel internacional. El país se ubica en la posición 63 en el índice global agregado de innovación, en el puesto 75 en el índice de creatividad y ocupa el puesto 69 en producción de conocimiento y tecnología.

Lograr que los estudiantes mejoren sus capacidades de creatividad, innovación y resolución de problemas, puede influir de forma positiva en el futuro, el número de patentes de países en vía de desarrollo, que, para el caso de Colombia, tiene unos indicadores por mejorar, pues, por ejemplo, para el año 2021 se registraron 3 147 patentes, mientras que países desarrollados con poblaciones menores o similares mostraron registros de patentes superiores, como es el caso de países como Canadá con 37 155, Australia con 32 409, Francia con14 759, Italia con 11 078. Pero incluso Colombia muestra registros inferiores de patentes, comparado con países en vía de

desarrollo con poblaciones similares, como Vietnam con 8 534 patentes, Filipinas con 4 393, Tailandia con 8 242, Sudáfrica con 10 960 y México con 16 161. (WIPO, 2022).

El pensamiento de diseño ayuda a que los estudiantes integren los conocimientos para la resolución de problemas, promoviendo la confianza en la resolución creativa a dichos problemas de manera innovadora, por medio de procesos iterativos y a través de varias fases en el proceso, como la empatía, la definición de problemas, la ideación, la creación de prototipos y las pruebas. (Wolcott & Mclaughlin, 2020).

El pensamiento de diseño es una metodología de aprendizaje activo que se centra en la resolución creativa de problemas, fomentando a las personas a pensar en soluciones fuera de lo común, además de colaborar y empatizar con los usuarios, promoviendo la mejora en procesos creativos, el pensamiento crítico y la ayuda entre estudiantes. (Blikstein, 2013; Faria et al., 2023; Meinel et al., 2017). El pensamiento de diseño ha tenido una importante atención en educación en los últimos años, para promover las habilidades que permitan la resolución de problemas con soluciones novedosas y a trabajar en equipos multidisciplinarios. (Li,2022).

Varios estudios sobre el pensamiento de diseño ya han mostrado sus bondades para fomentar la colaboración, el trabajo en equipo, y el optimismo, logrando que los estudiantes se sientan cómodos con el fracaso y la ambigüedad en la resolución de problemas. (Wolcott & Mclaughlin, 2020). Teniendo en cuenta las rápidas transformaciones del mundo actual, es fundamental que los estudiantes desarrollen capacidades de creatividad e imaginación, que muchas veces no se promueven mediante los procesos pedagógicos adecuados en las escuelas.

El pensamiento de diseño promueve que en un futuro los estudiantes tengan la capacidad de lidiar con problemas inesperados, y utilizar el conocimiento actual en diferentes situaciones,

logrando conexiones entre los conocimientos para llegar a relaciones no creadas, empleando diversa información y experimentando con estos nuevos conceptos, pensando de manera flexible para jugar con materiales e ideas y llegar a empatizar con los demás. (Martin, 2020).

El pensamiento de diseño tiene el potencial de incentivar la creatividad, la imaginación y la resolución de problemas en los estudiantes. Sin embargo, en los planes de estudio la integración del pensamiento de diseño en las actividades escolares en las áreas tecnológicas es limitada. (Lin & Shen, 2019).

Por otro lado, diferentes autores muestran cómo los enfoques tradicionales de aprendizaje pasivos, basado en clases magistrales y conferencias expositivas no logran motivar a los estudiantes para continuar en las escuelas, y no llegan a desarrollar las habilidades que se necesitan con los desafíos sociales actuales, para llegar a resolver los problemas de este siglo XXI. Por lo tanto, se requieren metodologías de aprendizaje activas, con las cuales se construyan nuevos conocimientos, mediante la conexión de los conocimientos y experiencias preexistentes con nuevas ideas y experiencias, que tienen fundamento en la teoría de aprendizaje constructivista. (Vaz de Carvalho, 2021).

Sin embargo, a pesar de la iniciativa que se ha tenido desde las entidades como el Ministerio de Educación de Colombia, el avance en lograr que el pensamiento de diseño sea promovido en las escuelas colombianas no es el mejor. En buena parte del territorio nacional hay una escasez de recursos en cuanto a laboratorios de ciencias y tecnología. Además, en una porción significativa de las escuelas en las zonas rurales el acceso de los estudiantes a elementos y materiales tecnológicos es limitado .

Adicionalmente, de conformidad con el Decreto 4807 de 2011 (MEN, 2011), se prohíbe que los funcionarios públicos de la educación en Colombia soliciten materiales a los estudiantes, ya que todos estos elementos los debe brindar el Estado, por medio de los almacenes de materiales de cada institución educativa, sin embargo, en las instituciones educativas la disponibilidad de materiales para realizar prácticas en el campo tecnológico es limitada.

Para lograr alcanzar pensamiento de diseño, se requiere de una educación científica y tecnológica con unas características especiales, como son la disponibilidad de laboratorios para realizar prácticas y experiencias, que permitan comprender los conceptos abstractos de la ciencia, la tecnología y la informática. Sin embargo, de acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el 88 % de las escuelas en Latinoamérica no cuentan con laboratorios de ciencias. (Reveduc, 2019). La falta de laboratorios y materiales para realizar prototipos es también un inconveniente, debido a que, en el enfoque de pensamiento de diseño, la creación de prototipos es un elemento central, pues permite comprobar las ideas y ver los resultados, despejando a la mente de los sesgos para llegar a soluciones optimizadas. (Cheng et al., 2023).

Por otro lado, si bien el Ministerio de Educación de Colombia desde los lineamientos curriculares para el área de tecnología e informática propone que se promueva este tipo de pensamiento, es posible que sea necesario para los docentes tener a disposición unas propuestas didácticas que incluyan elementos metodológicos y de recursos didácticos, para lograr promover este tipo de pensamiento, considerando las condiciones de las escuelas en Colombia y en países en vía de desarrollo.

Igualmente, las tecnologías de la realidad virtual podrían aportar para que los estudiantes además de reemplazar materiales y elementos físicos tengan diferentes experiencias para mejorar los procesos en las etapas propuestas del pensamiento de diseño. Ya sea para comprender el

problema, empatizar con los usuarios, generar propuestas e ideas, y realizar procesos de iteración para evaluar la efectividad y calidad de las propuestas diseñadas. En particular, en la etapa del proceso del pensamiento de diseño, de evaluación e iteración de los modelos y prototipos, las dificultades para disponer de materiales y componentes tecnológicos puede ser remplazada con experiencias con realidad virtual, pues en este caso para realizar sucesivos cambios en los diseños propuestos no se requiere la adquisición de nuevos elementos físicos, sino más bien aprovechar los elementos virtuales para construir los prototipos y realizar los ajustes que sean necesarios sin la necesidad de tener a disposición diferentes piezas, elementos y materiales.

Lograr contextualizar y aterrizar la estrategia para incentivar el pensamiento de diseño, en las escuelas de países en vía de desarrollo, en particular para Colombia requiere un trabajo investigativo, para generar pautas y elementos metodológicos, además de herramientas didácticas, con el fin de que los docentes puedan incentivar efectivamente este tipo de pensamiento, en especial en las escuelas públicas que cuentan con limitaciones en sus espacios físicos con relación a laboratorios de ciencia y tecnología y presentan dificultades en cuanto al acceso a materiales de trabajo tecnológicos para los estudiantes.

Para fomentar el pensamiento de diseño (design thinking) en los procesos educativos, Laursen & Haase (2019) proponen seis enfoques metodológicos importantes, el primero es la práctica reflexiva, que está relacionada con reflexionar sobre el hacer y el proceso de actuar. El segundo consiste en enmarcar, que se relaciona con definir o redefinir el problema o la situación problema. El tercero es el cambio modal, que es el cambio del enfoque entre diferentes tipos de tareas y actividades si es necesario. El cuarto es el diálogo con la situación, en el cual se busca la creación de modelos, prototipos o sistemas, para interactuar con ellos; esta etapa puede tener dificultades en su ejecución, debido a la poca disponibilidad de laboratorios y materiales en las

escuelas de Colombia y en los países latinoamericanos, en general. El quinto es el análisis de objetivos basado en soluciones, que busca satisfacer el contexto y las necesidades de los usuarios con una solución correcta. El sexto es el codesarrollo del problema y la solución, que se realiza en un proceso iterativo, en el cual se vuelve a proponer, probar y evaluar ideas, proceso que también requiere la disponibilidad de materiales, elementos y laboratorios, que son escasos en los ambientes escolares en Latinoamérica.

Por otro lado, Chesson (2017), afirma que el pensamiento de diseño no es solo un método o proceso para resolver los problemas de las organizaciones, también es una manera de abordar la resolución de problemas, en la cual la práctica del diseño requiere de competencias y habilidades que van más allá de las capacidades creativas. El pensamiento de diseño puede emplearse como medio para apoyar el aprendizaje interdisciplinario, y construir en los estudiantes la disposición para que logren resolver los problemas del siglo XXI, que son complejos (Wass, 2018). En esa misma línea, Chon & Sim (2019), muestran cómo el pensamiento de diseño se centra en definir problemas, analizar las necesidades y limitaciones, desafiando al diseñador, para llevarlo a reflexionar sobre lo obtenido, buscando nuevos conocimientos para implementar nuevas soluciones.

El enfoque en el pensamiento de diseño puede ayudar a realizar actividades STEM, teniendo en cuenta las necesidades de los alumnos, ya que su naturaleza está centrada en el ser humano. (Walker et al., 2018). De igual manera, el pensamiento de diseño puede facilitar la colaboración entre docentes de distintas disciplinas, debido a que esto implica procesos de reflexión y colaboración (Keane & Keane, 2016), teniendo en cuenta que las ciencias buscan “lo que es”, mientras que el pensamiento de diseño investiga “lo que podría ser”, analizando entre

diferentes posibilidades, llegando a convertirse en un método para resolver desafíos STEM, teniendo en cuenta que se requiere de procesos creativos para la resolución de problemas.

Como una posible solución a estos inconvenientes en las escuelas, en la conferencia (UNESCO – UNEVOC, 2021), se discutieron los beneficios de incluir la realidad virtual en las prácticas educativas, y se debatió acerca de cómo el uso de la realidad virtual puede mejorar elementos de eficacia y calidad, además de facilitar el aprendizaje de varias áreas del conocimiento. (UNESCO, 2023).

Por otro lado, algunas investigaciones han evidenciado cómo la realidad virtual permite realizar procesos de aprendizaje con resultados promisorios, de manera similar a la que se realiza con laboratorios o experiencias materiales, pero aún se requieren más investigaciones relacionadas con el efecto de la interacción y la interactividad, en cuanto al aprendizaje y a la accesibilidad en enfoque STEM+. (Kang, 2019; Samar, 2022). Las ventajas de utilizar la tecnología para mejorar la creatividad son entre otras, la promoción de perspectivas amplias y múltiples, además de facilitar la resolución de problemas (Bereczki & Karpati, 2021).

Teniendo en cuenta los antecedentes revisados, se realiza esta investigación en la cual se buscó estudiar cómo, mediante las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, se puede promover el pensamiento de diseño para la resolución de problemas, en el contexto de las escuelas en países en vía de desarrollo y en particular, de Colombia.

1.2. Pregunta de investigación

¿Qué tipos de diálogos entre la realidad virtual y las actividades prácticas son necesarios para favorecer el pensamiento de diseño, para la resolución de problemas del entorno de los estudiantes en bachillerato?

1.3. Hipótesis

Al realizar procesos pedagógicos con diálogos entre la realidad virtual y las actividades prácticas se favorece el pensamiento de diseño, para la resolución de problemas del entorno de los estudiantes que cursan bachillerato.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Establecer qué tipo de diálogos entre la realidad virtual y las actividades prácticas son necesarios para favorecer el pensamiento de diseño para la resolución de problemas del entorno de los estudiantes que cursan bachillerato.

1.4.2. Objetivos específicos

Caracterizar las experiencias pedagógicas que se han realizado, con el apoyo de las metodologías que promueven el pensamiento de diseño; las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, en las clases de tecnología e informática en bachillerato.

Formular una propuesta didáctica que incentive el pensamiento de diseño a partir de los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática en bachillerato.

Implementar la propuesta didáctica diseñada que incentive el pensamiento de diseño a partir de los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática en bachillerato.

Evaluar la mejora en el desarrollo del pensamiento de diseño en los estudiantes que cursan bachillerato, con la implementación de la propuesta didáctica, a través de experiencias de realidad

virtual y actividades prácticas en las clases de tecnología e informática, en bachillerato de cinco instituciones educativas.

1.5. Justificación

Esta investigación es importante porque permite profundizar sobre cómo el pensamiento de diseño se puede promover en los estudiantes que cursan bachillerato, con el aporte de experiencias con realidad virtual y de las actividades prácticas, en el contexto de las escuelas públicas de Colombia y otros países en vía de desarrollo, que tienen deficiencias en cuanto a materiales y equipos de laboratorio, y en donde los docentes tienen limitaciones para solicitar a los estudiantes elementos para realizar las prácticas y la construcción de prototipos.

Entre las soluciones a estos inconvenientes, la realidad virtual se presenta como una alternativa viable, debido a la reducción en los costos de esta tecnología en los últimos años, que la hacen cada vez más accesible, utilizándose de manera importante en videojuegos y aplicaciones para el entretenimiento. Ya se han realizado diferentes investigaciones para evaluar el potencial de la realidad virtual en procesos de enseñanza en diferentes áreas del conocimiento y habilidades (Jeelani, 2020) con resultados bastante positivos.

A pesar de las recientes investigaciones relacionadas sobre el pensamiento de diseño, es difícil determinar el nivel de éxito con los estudiantes y maestros, pues involucra componentes por evaluar, como el contenido, la resolución de problemas, diferentes habilidades y el cumplimiento de estándares (Wass, 2018). De la misma forma, para lograr la implementación exitosa del pensamiento de diseño es necesario que este se adapte al contexto del sistema educativo, además de la capacitación de los docentes, para que logren apoyar, orientar y retroalimentar a los estudiantes (Novo, 2023).

Recientemente, una mayor disponibilidad de acceso a la realidad virtual (VR), la realidad aumentada (AR) y mixta (MR), permite contar con nuevas aplicaciones en la educación, que ya han sido utilizadas en distintos campos. (Cipresso et al., 2018). En los entornos de realidad virtual los usuarios pueden interactuar con escenarios de aprendizaje generados por computadora. (Martín et al., 2017). Gracias al aumento de la disponibilidad de internet, el incremento de los teléfonos móviles, el aumento en la velocidad de los equipos informáticos, la reducción en los costos de diseño con alternativas de bajo costo es posible contar con estas tecnologías en las aulas de clase, (Olmos et al., 2018). Por lo tanto, la realidad virtual de bajo costo brinda beneficios para mejorar la enseñanza en diferentes áreas y esta tecnología puede investigarse con mayor profundidad para diversas aplicaciones en la educación y la enseñanza.

Diversos estudios recientes han demostrado cómo la tecnología de realidad virtual puede ayudar al aprendizaje de los alumnos, cuando se emplea y adapta de forma adecuada en las clases (Black, 2017; Kickmeier et al., 2019; Zhou et al., 2018) y mejorando aspectos, como la motivación y la intervención de los alumnos en entornos de aprendizaje activo (Allcoat & A von, 2018). Para el caso de las clases de Física se logró con la realidad virtual realizar más experimentos que con prácticas tradicionales y actividades que eran difíciles de realizar en el aula (Yildirim et al. 2018; Yildirim et al. 2020), además de lograr que los alumnos aprendan más sobre los fenómenos, en entornos más cercanos a la vida real, a través de entornos tridimensionales (Kim, 2006). Para el caso de la asignatura de Química se pueden realizar actividades, como visitar el interior de la materia, llegando incluso a observar lo que ocurre en las moléculas, y comprender fenómenos abstractos de la Física y la Química. (Yildirim et al. 2020).

De acuerdo con Martin (2020), al tiempo que la realidad virtual favorece el aprendizaje centrado en el estudiante, otros elementos se benefician al utilizar la realidad virtual para promover

el enfoque STEM y el pensamiento de diseño. Estos consisten en el aumento de la motivación, el interés, la profundidad en el aprendizaje; un proceso de aprendizaje más divertido y emocionante para los jóvenes, además del cambio del rol del docente como un facilitador, para lograr una integración tecnológica, en la cual se consigue mejorar la capacidad de los docentes para interpretar las diferencias en los aprendizajes de los estudiantes (Yildirim et al, 2020). En ese sentido, algunos estudios muestran cómo se debería ofrecer a los estudiantes la posibilidad de que aprendan, exploren, y experimenten orientaciones en las clases con realidad virtual para observar las potencialidades en los procesos de enseñanza.

Contar con opciones como la realidad virtual, para el aprendizaje experiencial puede ser una estrategia para motivar a los estudiantes a aprender haciendo, involucrándolos en los procesos de aprendizaje con prácticas y experimentación, aumentando la motivación para que los estudiantes vayan más allá de las actividades realizadas en clase, propiciando procesos de investigación y el desarrollo del pensamiento de diseño y tal vez consideren en un futuro continuar en una carrera STEM.

Capítulo 2. Marco de referencia

2.1. Estado del arte

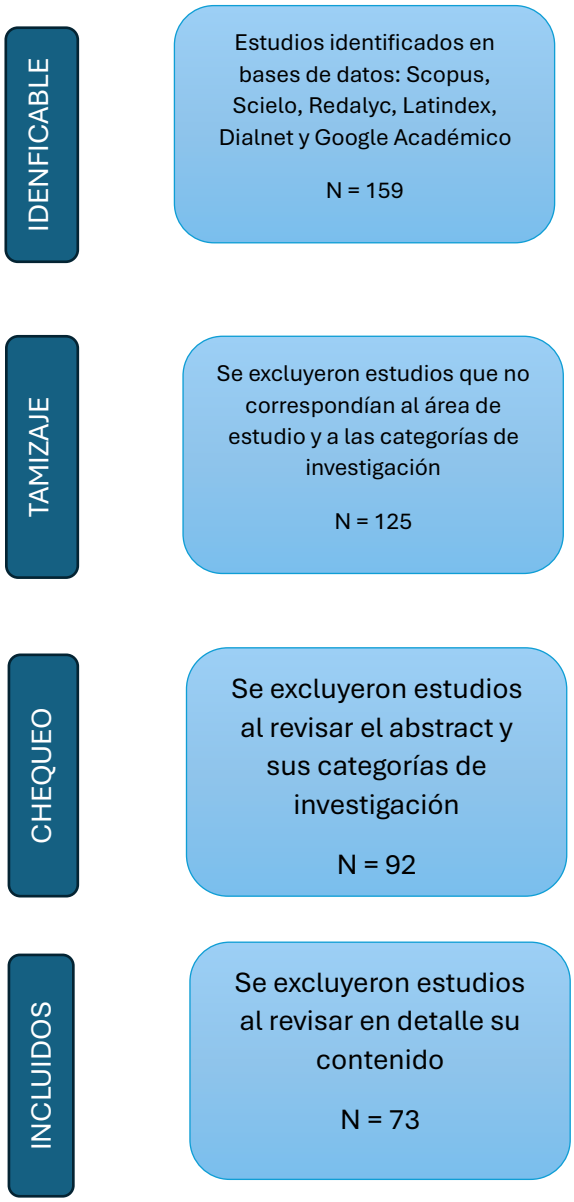
Se realizó una revisión sistemática de los artículos relacionados con las categorías de la investigación, para posteriormente identificar vacíos, divergencias y convergencias. (Arksey & O'Malley, 2005). El enfoque de búsqueda fue entre los años 2014 a 2023, en las bases de datos Scielo, Scopus, Redalyc, Latindex, Dialnet y Google académico, centrándose en tesis de doctorado y artículos de investigación.

Tras la síntesis de las categorías y palabras clave definidas, se procedió a realizar búsquedas específicas en la base de datos Scopus. Para ello, se realizaron combinaciones como: TITLE-ABS-KEY (“virtual reality” and “design thinking”) and (LIMIT-TO (SUBJAREA, "SOCI")). A partir de una búsqueda inicial que arrojó 159 artículos, se aplicaron criterios de exclusión, lo que permitió reducir la muestra a 73 artículos seleccionados para una revisión en profundidad, incluyendo tesis doctorales y artículos de investigación.

La Figura 1 muestra el proceso de tamizaje, chequeo e inclusión de las tesis y artículos seleccionados.

Figura 1

Proceso de selección de artículos y tesis en el estado del arte



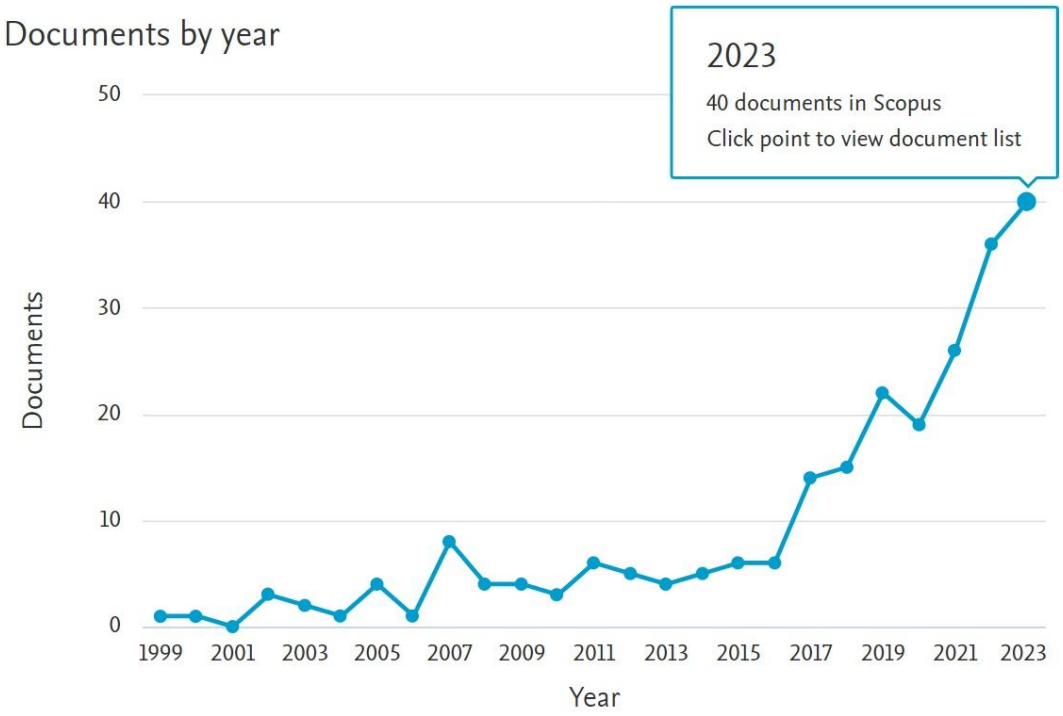
Nota: la figura muestra el proceso de tamizaje, chequeo e inclusión de las tesis y artículos seleccionados.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2 muestra la evolución anual de las categorías de estudio, con datos obtenidos de Scopus**.** Se puede observar un incremento en el número de investigaciones en los años más recientes.

Figura 2

Tendencia por año de las categorías de estudio



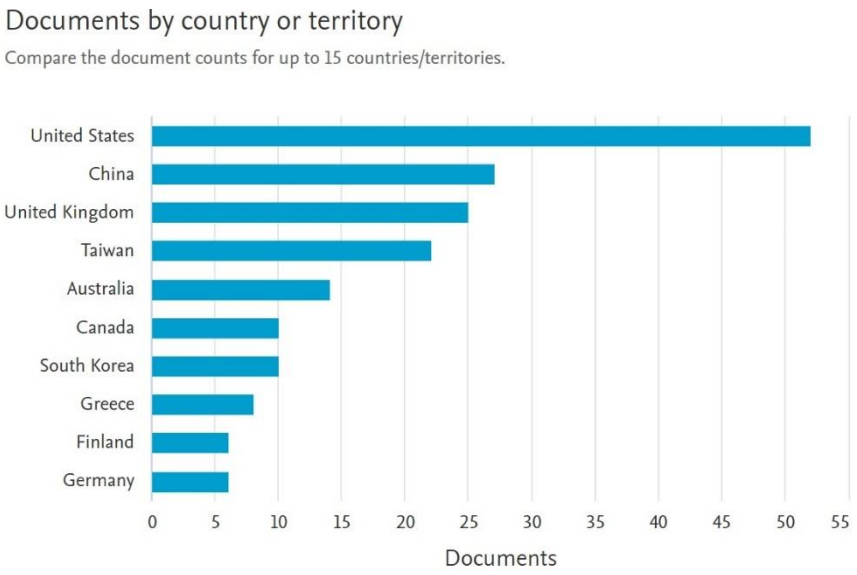
Nota: la figura muestra la tendencia por año de las categorías de estudio, teniendo como fuente la base de datos Scopus.

Fuente: Scopus.

Al realizar la revisión de la tendencia por país de origen de los artículos, se observa como los principales lugares de producción de investigaciones son Estados Unidos, China, Reino Unido, Taiwán, Australia y Canadá, como se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Tendencia por país de origen de los artículos



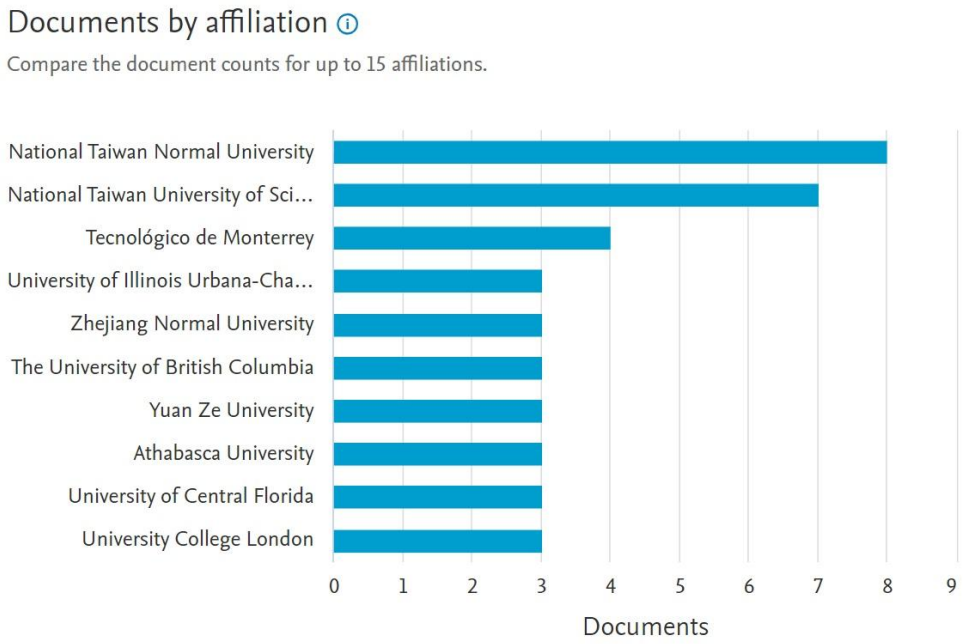
Nota: la figura muestra la tendencia por país de origen de los artículos.

Fuente: Scopus.

Por otro lado, si se revisa la tendencia por institución o universidades, se observa que las primeras instituciones corresponden a universidades de Taiwán, China y Estados Unidos, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 4

Tendencia por universidad de origen de los artículos



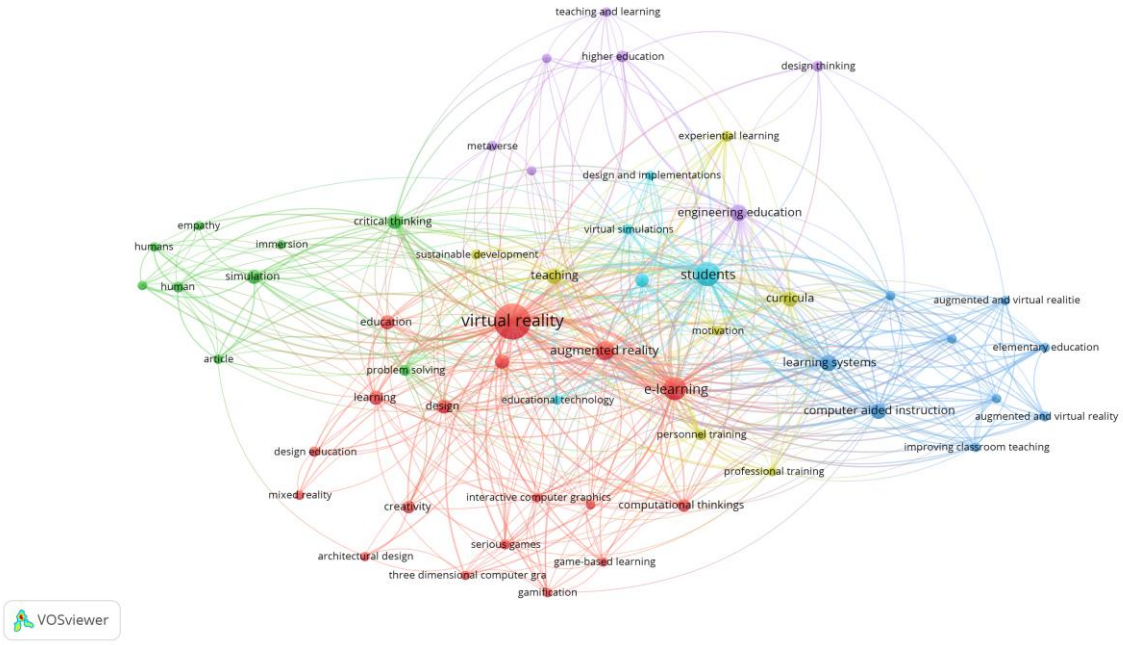
Nota: la figura ilustra la tendencia por institución o universidades de los artículos revisados en la revisión bibliográfica del estado del arte.

Fuente: Scopus.

Al realizar el análisis bibliométrico de palabras clave, empleando la herramienta VOSVIEWER, se observa la relación entre las categorías de estudio y otras relevantes como son realidad aumentada, metaverso, simuladores virtuales, pensamiento crítico, e-learning, motivación, currículo, aprendizaje experiencial, realidad mixta, creatividad, gamificación, entre otros, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Análisis bibliométrico de palabras claves



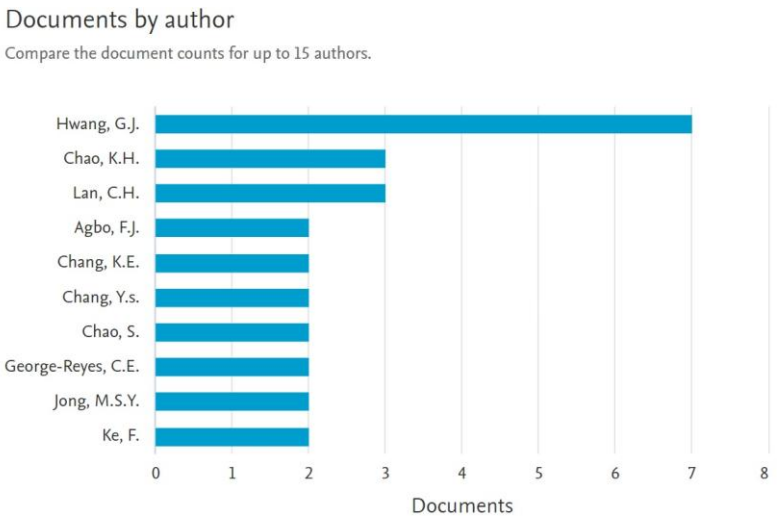
Nota: la figura muestra el análisis bibliométrico de palabras clave, empleando la herramienta VOSVIEWER.

Fuente: Elaboración propia con VOSVIEWER.

Por otro lado, al realizar un análisis bibliométrico por autor, se observa que entre algunos de los más relevantes se encuentran investigadores de Taiwán y China, como se muestra en la Figura 6.

Figura 6

Análisis bibliométrico de autores



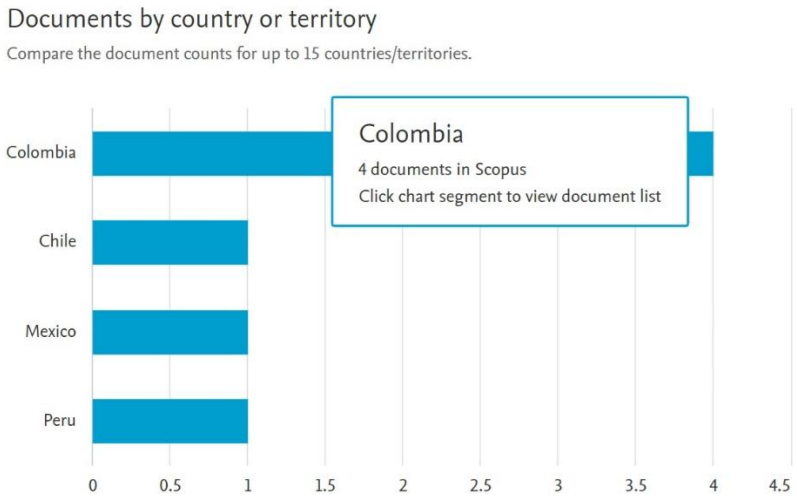
Nota: la figura muestra el análisis bibliométrico por autor de las categorías de la investigación. Fuente: Scopus.

Al realizar un proceso de tamizaje y chequeo, se seleccionaron artículos de investigación sobre las categorías de la investigación en el campo de la educación, y algunos artículos de metaanálisis con la consolidación de resultados de diferentes investigaciones de las categorías de estudio. En el Anexo 1 se muestran los objetivos, referentes teóricos y metodológicos, los resultados y conclusiones de los artículos seleccionados más relevantes. Si bien para el análisis se consideraron los 73 artículos, se incluyeron en el Anexo 1 los 24 artículos más relevantes, teniendo en cuenta la temática de la investigación.

Cuando se realiza una revisión de los estudios realizados con relación al pensamiento de diseño en Latinoamérica, se observa, como se muestra en la Figura 7, que para el caso de la base de datos Scopus, que, si bien la cantidad de trabajos es poca, se tiene producción académica de los países, como Colombia, Chile, México y Perú.

Figura 7

Tendencia países latinoamericanos categorías de estudio



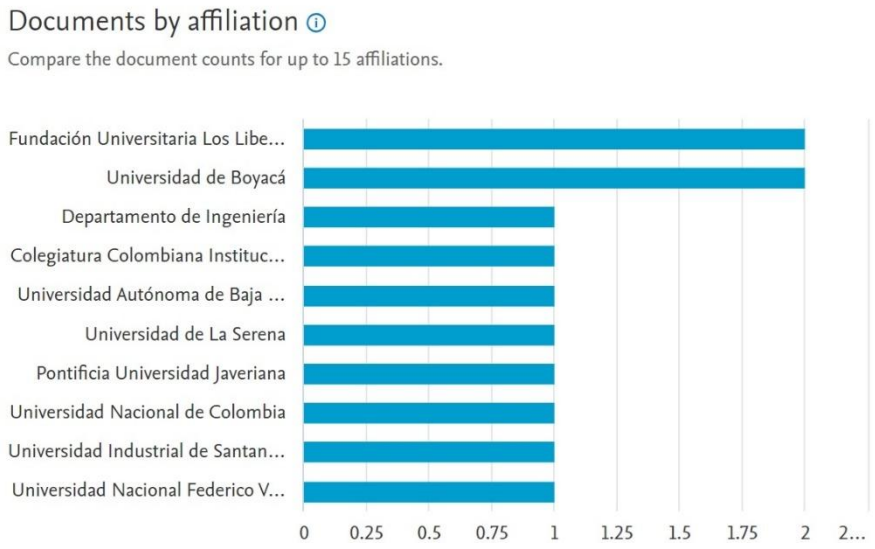
Nota: la figura ilustra la tendencia en países latinoamericanos de las categorías de estudio.

Fuente: Scopus.

Con relación a instituciones, para el caso de Colombia, como se observa en la Figura 8, producción académica de la Fundación Universitaria los Libertadores, la Universidad de Boyacá, la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad Industrial de Santander.

Figura 8

Tendencia por universidad de origen de los artículos de origen colombiano



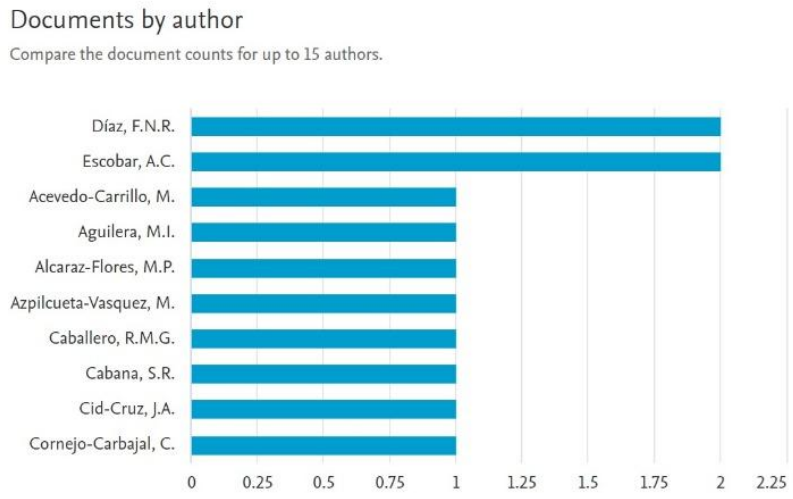
Nota: La figura ilustra la tendencia por universidad de origen de los artículos de procedencia colombiana.

Fuente: Scopus.

La Figura 9 muestra los autores que han realizado publicaciones recientes con relación a la categoría pensamiento de diseño, de acuerdo con la base de datos Scopus, en países latinoamericanos.

Figura 9

Análisis bibliométrico de autores latinoamericanos



Nota: la figura muestra el análisis bibliométrico de autores latinoamericanos

Fuente: Scopus

2.1.1. Discusión sobre el estado del arte

La discusión de los resultados de la revisión del estado del arte tiene tres componentes: el primero es el análisis de diferentes investigaciones con respecto a los aportes de la realidad virtual en la educación; el segundo, la revisión del aporte de la realidad virtual en los procesos de diseño; el tercer componente, es la identificación, de tendencias, patrones, convergencias y divergencias en los estudios revisados para encontrar vacíos y oportunidades en las categorías de investigación.

La realidad virtual en la educación

Cada vez son más las investigaciones que evidencian el aporte positivo de la realidad virtual en la educación, Rahman (2019) muestra cómo la realidad virtual contribuye en la resolución de problemas y en la toma de decisiones, observándose unos mejores resultados en el

aprendizaje y en el progreso en la calidad de las experiencias educativas, promoviendo la creatividad y la toma de riesgos.

Guerra (2023) manifiesta cómo hay mejora en la efectividad del aprendizaje de los estudiantes de arte y diseño mediante la realidad virtual. Los resultados mostraron un impacto positivo de la realidad virtual, por medio de la optimización de las experiencias de aprendizaje, impactando de manera positiva elementos como: la motivación, la curiosidad, el pensamiento reflexivo. Con respecto a la mejora en la motivación de los estudiantes, Bowen (2018) también afirma que el uso de la realidad virtual en la escuela permite mejorar la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes.

Otra investigación con relación al impacto de la realidad virtual en la motivación de los estudiantes fue realizada por Brownridge (2020), quien también propone que el uso de la realidad virtual permite mejorar la motivación de los estudiantes, lo que implica la mejora del rendimiento de los alumnos y avances en su interés por los procesos de aprendizaje.

Otra tendencia son las investigaciones relacionadas con la realización de procesos de aprendizaje activo con el uso de la realidad, fundamentados en la teoría constructivista, lo que permite no solo la observación, sino también la construcción del conocimiento de una forma más personalizada y efectiva. Guerra (2023). También se propone cómo la realidad virtual permite la aplicación de los conceptos teóricos en la práctica, mejorando la comprensión más profunda en las complejas relaciones espaciales y los principios del diseño.

Pero no solo ha sido estudiado el aporte de la realidad virtual para motivar a los estudiantes y propiciar un aprendizaje activo, algunas investigaciones proponen un aporte de la realidad virtual en la mejora de la percepción de los estudiantes y en el fomento de la creatividad.

Bourgeois-Bougrine et al. (2021) afirman que la realidad virtual no solo aporta en el desarrollo de las habilidades de diseño y la percepción visual de los estudiantes, sino también aporta medios para la realización de exploraciones creativas y entornos que permiten superar las limitaciones físicas del mundo real. Pirker (2017) expresa que las tecnologías de realidad virtual permiten ofrecer nuevas formas de presentar el contenido educativo de manera visual, mejorando las experiencias en las clases, con experiencias educativas más interesantes e inspiradoras, mejorando el compromiso de los estudiantes.

Otras investigaciones, como las de Makransky et al. (2020) y Sun et al. (2019) evidencian que cuando se logran mejorar las habilidades espaciales aumentadas, se obtiene un mejor rendimiento y un mayor nivel de satisfacción de los estudiantes. Estos resultados van en la misma dirección a los obtenidos por Checa & Bustillo (2020), quienes observaron que las experiencias con realidad virtual además de mejorar las habilidades visoespaciales permiten mejorar la satisfacción en el proceso educativo. Samar (2022) también propone que la realidad virtual mejora la satisfacción de los estudiantes, en comparación con los textos e imágenes 2D, con resultados positivos en la facilidad de uso, las capacidades de aprendizaje y el compromiso.

La realidad virtual para favorecer los procesos de diseño

Son varias las investigaciones que han estudiado los beneficios de la realidad virtual para favorecer los procesos de diseño. Starrett et al. (2021) analiza el impacto de la realidad virtual en los procesos de diseño. Entre los resultados se encuentra que la realidad virtual favorece la realización de tareas que necesitan la manipulación y visualización de espacios y objetos tridimensionales. Los resultados muestran cómo en los procesos de diseño se requiere desarrollar la capacidad espacial, necesaria en actividades en las cuales se requiere la visualización y manipulación de objetos y espacios en tres dimensiones, que de acuerdo con los hallazgos de

(Starrett et al., 2021), son procesos que se pueden reforzar con experiencias inmersivas en realidad virtual.

Otra investigación realizada por Drigas et al (2022) muestra cómo la implementación de realidad virtual favorece las competencias de diseño a través de experiencias con realidad virtual, pues se logran mejorar tanto las habilidades de diseño, como la satisfacción de los estudiantes, mediante el desarrollo de experiencias de aprendizaje activo propias de la pedagogía constructivista.

Papanastasiou et al. (2019) manifiesta que la habilidad espacial, es decir, la capacidad de manipular y tomar decisiones en espacios tridimensionales y bidimensionales es definitiva en los procesos de diseño, y la realidad virtual permite que los usuarios interactúen en espacios virtuales simulados digitalmente, ayudando al desarrollo de esta habilidad espacial.

En esta misma dirección, Ho et al. (2019) y Obeid & Demirkan (2023) concluyen que la realidad virtual no solo ayuda a comprender con mayor profundidad las relaciones espaciales, sino que permite mejorar las competencias de diseño de los alumnos.

Otro de los beneficios de la realidad virtual en los procesos de diseño ha sido estudiados por Huang & Lee (2022), quienes encontraron cómo una buena usabilidad- entendida como las interfaces de los usuarios y la facilidad de uso- marcan la diferencia en las mediaciones y en las experiencias de aprendizaje con realidad virtual, además permite reducir la sobrecarga cognitiva y la frustración de los estudiantes (Birt y Vasilevski, 2021; Hammady et al., 2021; Makransky & Petersen, 2019) . Por lo tanto, la facilidad de exploración en espacios virtuales permitiría que los estudiantes utilicen sus recursos cognitivos de mejor manera; la comprensión y asimilación de nuevos conocimientos (Kuo et al., 2023).

Wee et al. (2021) han estudiado los entornos virtuales en cuanto a que estos son adecuados en áreas donde se requiere la manipulación y modelamiento de elementos espaciales y visuales, como son los procesos de diseño que suelen necesitar de la creación de modelos y prototipos, pues las interfaces de realidad virtual ofrecen una experiencia de usuario intuitiva con una buena facilidad de respuesta. En este contexto, precisamente, Andalib & Monsur (2024) y Hill et al. (2019) expresan que, con la visualización en 3D, los estudiantes pueden mejorar su pensamiento y la percepción espacial, para tener mayor comprensión de conceptos complejos.

Portman et al. (2015) también estudiaron el impacto de la realidad virtual en los procesos de diseño, encontrando que cuando los estudiantes mejoran la comprensión de los diseños, a través de la realidad virtual para su creación, se optimiza la capacidad de articulación de ideas.

Con respecto a las capacidades de simulación y visualización, las investigaciones de Liu et al. (2020) y Yu (2020) han encontrado que la realidad virtual permite mejorar las capacidades de visualización y simulación, ayudando a sumergirse en los espacios de diseño para modificar diferentes elementos en tiempo real. Estas interacciones y de acuerdo con (Yu, 2020), estimulan la creatividad, generando una comprensión más profunda en los procesos de diseño, lo que conduce a obtener resultados más refinados e informados.

Por su parte, Wang et al. (2018) y Yu & Xu (2024) realizaron algunos estudios que buscaban comprender cómo fomentar el pensamiento creativo. Los hallazgos permiten sugerir una relación entre la visualización, la interactividad, el pensamiento espacial y la mejora en las habilidades cognitivas y de desarrollo del pensamiento creativo, facilitando el aprendizaje basado en problemas.

Con resultados similares, los autores Buhl et al. (2019) y Forlizzi & Battarbee (2004) afirman que la visualización es uno de los principios críticos de la pedagogía en el pensamiento de diseño, pues permite hacer visibles y tangibles las ideas que son abstractas; además de permitir la apreciación de los resultados del proyecto.

Otra de las tendencias con relación al desarrollo del pensamiento de diseño, es el estudio de cómo la estimulación en la ideación tiene un papel fundamental, para lograr que se generen diferentes enfoques y potenciar la creatividad (Borgianni et al., 2020; Gonçalves et al., 2014). Diferentes estudios concluyen que los estímulos facilitan la creatividad individual en el proceso de diseño (Goldschmidt & Smolkov 2006; Gonçalves et al. 2013).

De acuerdo con el trabajo realizado por She & MacDonald (2014), cuando se tienen estímulos activos, a través de un conjunto de información o sensaciones en el cerebro, se facilita el acceso a ideas y emociones que están relacionadas con esta activación, factores que influye en las decisiones de diseño; estos estímulos tienen el potencial de generar efectos de preparación, lo cual se fundamentan en la idea de Bruner acerca de la disposición perceptual y sugiere que la información y las emociones tienen una influencia en las acciones y los pensamientos. (Bruner 1957).

Rieuf et al. (2017) plantean que la realidad virtual puede ofrecer estímulos en los procesos de diseño que permiten mejorar significativamente el compromiso emocional y la participación activa de los diseñadores, mejorando la originalidad y la calidad en la estética de las ideas propuestas.

Con respecto al aporte en las etapas del pensamiento de diseño, algunos estudios proponen cómo la realidad virtual es fundamental para promover interacciones entre las personas

y los computadores en diferentes fases del diseño, como la ideación. (Huang & Chang, 2023; Rieuf et al., 2015; Yang & Lee, 2020).

Por su parte, Yang et al. (2023) concluyen que la realidad virtual permite realizar esfuerzos colaborativos, al ofrecer apoyos para la representación externa, para compartir y representar construcciones espaciales y visuales relacionadas con el proceso de diseño. Entre los hallazgos se encuentra que el uso de la realidad virtual para la generación de ideas mejora los procesos cognitivos que generan nuevas ideas, además de aportar en los procesos de evaluación y mejorar las propuestas.

Otra investigación relacionada con el uso de la realidad virtual en diseño fue realizada por Gong et al. (2022) y Gong et al. (2023), quienes sostienen que una de las formas prometedoras de utilizar la realidad virtual en el diseño, es la de ofrecer experiencias inmersivas para potenciar la creatividad, por medio de estímulos visuales que facilitan el acceso a nuevas ideas.

En el mismo campo del diseño, Wang et al. (2024) plantean que, la realidad virtual permite una simulación en tiempo real e interacciones, por medio de diferentes canales sensoriales, tanto visuales como auditivos y táctiles. Esto ofrece diferentes posibilidades que facilitan las actividades de las personas a tiempo real, mejorando la sensación de inmersión y el compromiso. (Hawes & Arya, 2022).

Con respecto al potencial de realidad virtual para visualizar modelos en diseño, Andalib (2024) propone que teniendo en cuenta la adaptabilidad y la capacidad de integrarse con diferentes técnicas de enseñanza, la utilización de la realidad virtual para la visualización de modelos 3D, tiene el potencial de impulsar la participación de los alumnos y mejorar la eficiencia pedagógica en el desarrollo de diseño.

Sin embargo, por otro lado, en años anteriores, debido a los costos y dificultades de acceso, algunos autores han estudiado las limitaciones que hay en el uso de la realidad virtual en contextos educativos. (George et al., 2017; Horne & Thompson, 2008). A la vez, en este aspecto, Chen (2024), también plantea que uno de los inconvenientes de la realidad virtual en ambientes educativos es la necesidad de una inversión sustancial en infraestructura y experiencias especializadas.

Otra investigación con respecto a las dificultades de la implementación de la realidad virtual en entornos educativos es la de Wu et al. (2021), quienes encontraron que la realidad virtual tiene dificultades de implementación, debido a los elevados costos, y la dificultad que existe para elaborar material didáctico, además de tiempos considerables para desarrollar modelos de aprendizaje basados en realidad virtual.

En ese mismo campo, Fulvio et al. (2021) evidencian las dificultades que hay para implementar la realidad virtual en entornos educativos y de diseño, como la pronunciada curva de aprendizaje de los usuarios, y la posibilidad de modificar y distorsionar los escenarios, además de las características de los diseños y la posibilidad de presentar mareo por el movimiento.

Otra investigación que indaga sobre las limitaciones de la realidad virtual en contextos educativos fue la de Rahman (2019), quien afirma que las entidades de administración de educación deben apoyar a los docentes con materiales que permitan a los maestros contar con tecnologías innovadoras. Así mismo, expresa que en los currículos se deben incluir componentes que permitan promover la innovación, la participación, la creatividad, la investigación y la toma de riesgos.

Entre las tensiones que se encuentran en las diferentes investigaciones en este campo, están las relacionadas con la forma de evaluar la creatividad en el diseño, ya que para algunos

autores se puede considerar de naturaleza subjetiva. (Park et al. 2016; Sarkar & Chakrabarti, 2011).

Otros autores, por el contrario, sí reconocen diferentes métodos, ya sean subjetivos y objetivos. Proponen que uno de los métodos utilizados para evaluar la creatividad sea la evaluación basada en un producto, en la cual algunos expertos en un área determinada realicen la respectiva evaluación de la creatividad de un producto, de acuerdo con sus conocimientos y experiencias, llegando a un consenso entre estos. (Casakin & Georgiev, 2019, 2021; Long & Wang, 2022).

Pero contribuciones de diferentes investigaciones proponen que las ideas y la creatividad se deben evaluar teniendo en cuenta cuatro aspectos como son la calidad, la novedad, la variedad y la cantidad. Postulan que para evaluar la calidad se deberían considerar tres dimensiones: la viabilidad o factibilidad, la relevancia y la especificidad; la novedad está relacionada con el grado en el cual una idea es original y cambia las ideas existentes, teniendo en cuenta la originalidad y la relación con paradigmas; la viabilidad está relacionada con la capacidad de ser implementada y la aceptabilidad de los usuarios y en algunos casos evaluar únicamente el producto final puede ser inapropiado. (Dean et al., 2006; Jagtap, 2019; Shah et al., 2003).

Chai et al. (2023) también investigaron sobre la creatividad en el diseño, la novedad y la viabilidad. Ellos proponen que, la realidad virtual puede aportar una dimensión de interacción novedosa, pues por medio de la observación se desencadenan estímulos y se crean experiencias emocionales positivas e intensificadas, permitiendo la toma de riesgos en los diseños que conllevan a resultados innovadores, lo que reduce las brechas culturales en el desarrollo.

Diferentes investigaciones, como las de Liedtka & Bahr (2019), Kuhn (2021) y Lake et. al (2022) muestran que, para generar resultados viables y valiosos en los proyectos, con un aprendizaje más transformador, se requiere de la creación con iteraciones o cambios en la creación de prototipos. En este contexto, Marks (2017) observó cómo el proceso de creación de prototipos con iteraciones tempranas y frecuentes permite el desarrollo de capacidades más adaptativas, con una mejor respuesta ante el fracaso en los estudiantes. Sin embargo, la falta de recursos puede obstaculizar la realización de la implementación del enfoque de pensamiento de diseño. (Rayala, 2022).

En la tabla 1 se muestra un resumen de las tendencias encontradas en las diferentes investigaciones revisadas en el estado del arte.

Tabla 1

Tendencias en temáticas en las investigaciones revisadas del estado del arte

Tendencias en las temáticas de las investigaciones	**Investigaciones**
La realidad virtual promueve la motivación y satisfacción de los estudiantes en los procesos educativos.	Guerra (2023), Samar (2022), Bowen (2018), Brownridge (2020), Drigas et al. (2022).
La realidad virtual para favorecer los procesos de diseño.	Starrett et al. (2021), Drigas et al. (2022).
La realidad virtual en procesos y etapas de visualización de espacios tridimensionales y bidimensionales.	Starrett et al., (2021), Papanastasiou et al., (2019), Ho et al. (2019), (Obeid & Demirkan (2023), Wee et al. (2021), Andalib & Monsur (2024), Hill et al. (2019), Andalib (2024), Chai et al. (2023).
La realidad virtual para reducir la carga cognitiva y superar la frustración de los alumnos.	Makransky & Petersen (2019), (Birt & Vasilevski (2021), Hammady et al. (2021), Huang & Lee (2022), Kuo et al. (2023).
La realidad virtual para la creación de modelos y prototipos.	Wee et al. (2021), Andalib & Monsur (2024), Hill et al. (2019).

La realidad virtual como herramienta para la simulación de prototipos para mejorar modelos o generar nuevas ideas.	Wang et al. (2024) Liu et al. (2020), Yu (2020), Borgianni et al. (2020), Gonçalves et al. (2014)
La realidad virtual para realizar procesos de iteración para lograr modelos más viables y valiosos.	Liedtka & Bahr (2019), Kuhn (2021), Lake et al. (2022), Marks (2017).
La realidad virtual en los procesos de ideación.	Portman et al. (2015).
La realidad virtual como herramienta para proporcionar estímulos visuales para promover la generación de ideas.	She & MacDonald (2014) Rieuf et al. (2015), Huang & Chang (2023), Rieuf et al. (2015), Yang & Lee, (2020), Yang et al. (2023), Gong et al. (2022), Gong et al. (2023).
La realidad virtual para estimular la creatividad y el pensamiento creativo.	Yu (2020), Wang et al. (2018), Yu & Xu, (2024), Forlizzi & Battarbee (2004), Buhl et al. (2019), Goldschmidt & Smolkov (2006), Gonçalves et al. (2013), Chai et al. (2023)
La realidad virtual para mejorar la calidad estética de los diseños propuestos.	Rieuf et al. (2017).

Nota: La tabla muestra tendencias en temáticas en las investigaciones revisadas del estado del arte. Fuente: elaboración propia

Tabla 2

Tensiones encontradas en el estado del arte

Tensiones encontradas	**Investigaciones**
La forma de evaluar la creatividad en el diseño.	Park et al. (2016), Sarkar & Chakrabarti (2011).
Diferentes métodos para evaluar la creatividad.	Casakin & Georgiev (2021), Georgiev & Casakin (2019), Long & Wang (2022).
Distintos criterios para evaluar la creatividad.	Shah et al. (2003), Dean et al. (2006).
Las limitaciones para utilizar la realidad. virtual en el contexto educativo	George et al. (2017), Horne y Thompson (2008), Chen (2024), Wu et al. (2021), Rahman (2019)
La falta de recursos afecta la implementación del enfoque de pensamiento de diseño	Rayala (2022)

Nota: La tabla muestra las tensiones encontradas en el estado del arte. Fuente: elaboración propia

Tabla 3

Tendencias de las principales categorías teóricas

Categoría teórica	Investigaciones
Aprendizaje experiencial	Crotty (1998), Sonta (2019), Samar (2022) y Rahman (2019).
Pensamiento de diseño	Banks (2020), Chesson (2017), (Goldschmidt y Smolkov 2006), (Gong et al., 2023), Rahman (2019), (Forlizzi y Battarbee, 2004), (Buhl et al., 2019),
Realidad virtual	Rahman (2019), Gwendolin. (2021), (Chai et al., 2023), Samar (2022), Sonta (2019), Pirker (2017)
Creatividad	(Yu, 2020), (Borgianni et al., 2020), (Goldschmidt y Smolkov 2006), (Gong et al., 2023), Rahman (2019), (Park et al. 2016)
STEM	Kang (2019), Pirker (2017)

Nota: La tabla muestra las tendencias de las principales categorías teóricas. Fuente: elaboración propia.

Al revisar el estado del arte, se encuentran vacíos, como la escasez de investigaciones relacionadas en comprender cómo se relacionan o se establecen diálogos entre las categorías de realidad virtual y las actividades prácticas para favorecer el pensamiento de diseño. Igualmente, la mayoría de las investigaciones relacionadas con el estudio de la realidad virtual en procesos de diseño se realizaron en niveles de educación superior, en facultades de arquitectura o diseño industrial, principalmente. De esa forma, se presenta una producción intelectual limitada en relación con investigaciones que profundicen los beneficios de la realidad virtual para favorecer el pensamiento de diseño en los niveles de bachillerato o niveles de educación básica o media.

Igualmente, existen muy pocas investigaciones que profundicen en el estudio de cómo la realidad virtual junto con las actividades prácticas puede favorecer las diferentes habilidades y competencias que se promueven con el pensamiento de diseño.

Tabla 4

Tendencias encontradas en el diseño metodológico

Tendencias en el diseño metodológico	**Investigaciones**
Diseños mixtos	Chesson (2017), Kang (2019), Samar (2022), Pirker (2017), Miller (2020), Brownridge (2020), Lissette (2021).
Diseños cuasiexperimentales cuantitativos	Marks (2017), Öztürk (2020), Bowen (2018) Rayala (2022), Çiftçi & Topçu (2020)
Diseños cualitativos	Rayala (2022)
Métodos fenomenológicos	Rahman (2019), Sonta (2019), Çiftçi & Topçu (2020)

Nota: La tabla muestra las tendencias encontradas en el diseño metodológico. Fuente: elaboración propia

Capítulo 3. Marco teórico

3.1. Pensamiento de diseño

El enfoque de pensamiento de diseño, tal como se conoce actualmente, inició a finales de los años 60 con Simón (1969), quien propuso que la misión principal en las escuelas era guiar a los alumnos en un pensamiento que les permitiera diseñar productos relevantes en el mundo real. La Universidad de Harvard propuso por primera vez el término pensamiento de diseño (design thinking), como un concepto general para referirse a los modos de pensamiento relacionados con

el diseño (Rowe, 1987). Otros referentes fueron Lawson, Buchanon y Cross, en los años 60 y 80, hasta que, en los años 2000, se logró construir una estructura más robusta.

Las posturas con respecto al pensamiento de diseño tienen cinco discursos principales que se han discutido en los últimos 40 años (Johansson, 2013). La primera postura es que el pensamiento de diseño es "diseño y pensamiento de diseñador como creación de artefactos" (Ozturk, 2020, p. 34); en el cual el diseño quiere decir crear algo nuevo, y no se preocupa de lo que ya existe como sí lo hacen otras ciencias. (Ozturk, 2020).

La segunda postura plantea el pensamiento diseño como "el diseño y el pensamiento diseñador como práctica reflexiva", en el cual el núcleo de la práctica del diseño es la relación entre reflexión y creación. (Schön, 2017, p. 29).

La tercera postura plantea que el pensamiento de diseño es "el diseño y el pensamiento de diseñador como una actividad de resolución de problemas" (Buchanan, 1992, p. 62), en el cual se busca el diseño para abordar diferentes problemas como una concepción de la realidad. (Laursen & Hass, 2019), para incorporar elementos como la definición del problema y la secuencia para llegar a la resolución de este.

La cuarta postura propone el pensamiento de diseño como "el diseño y el pensamiento de diseño como una manera de razonar y darle sentido a las cosas" (Lawson, 2006, p. 25), enfocándose en las actividades de diseño de los diseñadores, y en cómo la psicología de los procesos de los diseños creativos, pueden ofrecer modelos para los procesos de diseños. (Cross, 2011).

La quinta postura propone el pensamiento de diseño como "el diseño y el pensamiento diseñador como creación de significado" (Krippendorff, 2006, p. 43), con el que se pretende la

creación de significado como el valor principal o el "criterio de verdad", con el foco de los procesos de diseño, (Laursen, 2019, p. 29).

Chon y Sim (2019) relacionan diferentes posturas, en las que se propone que el pensamiento de diseño establece una correspondencia entre la práctica profesional y la teoría, acercando el diseño en los contextos académicos; mejorando las habilidades creativas, con un énfasis en el uso práctico de la teoría, con procesos, métodos y actitudes involucrados en procesos aplicados. De otra manera, Chesson (2017) propone que el pensamiento de diseño no es solamente un método, sino que cambia la manera cómo se aborda la resolución de problemas, pues además de la capacidad creativa se necesitan competencias y habilidades específicas.

En el contexto educativo el enfoque de pensamiento de diseño se define como un enfoque de resolución de problemas de manera colaborativa, centrado en el ser humano que permite llegar a soluciones innovadoras promoviendo las habilidades de pensamiento creativo de los estudiantes, (Aflatoony et al., 2018).

En la literatura se encuentran diferentes enfoques alternativos de pensamiento de diseño, los cuales presentan distintas etapas -entre tres y seis- e incluyen elementos como el enfoque humano, la interdisciplinariedad, la ideación y la experimentación. (Efeoglu et al., 2013). Para Bequett & Bequett (2012), en la mayoría de los procesos se tienen pasos similares. La Tabla 1 construida por Howard (2015), permite observar una comparación de las diferentes etapas del pensamiento de diseño desde diferentes autores.

Tabla 5

Comparación de las diferentes etapas del pensamiento de diseño

Autor	Perspectiva	Procesos en el pensamiento de diseño

Brown (2008)	Trabajadores de diseño en la industria y consultores de innovación.	Inspiración – Ideación – Implementación.
Fraser (2009)	Academia y consultores en gestión y diseñadores de negocio.	Profundidad de usuario y comprensión – Visualización de conceptos – Diseño de estrategias de diseño.
Martin (2009)	Academia y consultores con foco en ventajas competitivas en negocios.	Caja misteriosa – Heurística – Algoritmos.
Duncan & Breslin (2009)	Practicantes en el sector de salud, Centro de Innovación Clínica Mayo.	Encuadre del tema – Búsqueda – Diseño – Desarrollo.
Clark & Smith (2008)	Trabajadores practicantes con experiencia en procesos de diseño en tecnologías IBM.	Comprender – Observar – Conceptualizar – Validar - Implementar
Liedtka & Ogilvie (2011)	Académicos, consultores en negocios.	¿Qué es? – ¿Qué es esto? – ¿Qué novedad? – ¿Qué ahora?

Nota: la tabla muestra la comparación de las diferentes etapas del pensamiento de diseño desde diferentes autores. Fuente: (Howard, 2015).

Ozturk (2020) realiza una síntesis de la mentalidad que se promueve en el pensamiento de diseño, con diferentes componentes que se incentivan; el primero es aprender a fracasar rápidamente y con frecuencia; promoviendo la resiliencia, la experimentación y la tolerancia a la

frustración, teniendo en cuenta la experimentación del aprendizaje humano. Conlleva en el proceso implementar muchas ideas y probarlas con los usuarios para encontrar cuáles funcionan y cuáles no. Si alguna solución falla se debe realizar otra, hasta lograr una propuesta que sea factible (Brenner et al., 2016).

Sin embargo, para algunos autores el pensamiento de diseño, que está muy relacionado con la productividad, el diseño y globalización, posiblemente no debería estar en un contexto escolar. Para Laval (2004) los modelos escolares y educativos han tendido a imponerse para buscar unos objetivos de competitividad que emergen en las economías globalizadas. Salazar (2012) manifiesta que, las administraciones educativas buscan diseñar planes en las escuelas, donde se tratan a los alumnos como productos, con la visión de convertir a las escuelas en empresas, que tengan una utilidad económica. En esa misma línea, Bauman (2012) considera que la crisis educativa comienza cuando se prioriza la competitividad entre los estudiantes, promoviendo la idea de que unos deben ser mejores que otros. En este entorno el sistema sigue las lógicas racionales de la tecno burocracia, en la que prevalecen las leyes de la productividad, la competitividad, la oferta y la demanda (Ghiso, 2013). Para Kohn (2014), se puede considerar que la competitividad afecta el aprendizaje, pues perjudica las relaciones humanas, ya que estimula el engaño y la trampa, y limita las relaciones cooperativas.

Es entonces un reto lograr integrar el pensamiento de diseño en las escuelas, al buscar que los estudiantes diseñen soluciones a los problemas, sin llegar a tener comportamientos que por el contrario los lleven a generar una competitividad de tal nivel, que genere conflictos en las aulas, afectando la convivencia y las relaciones humanas. Además, promover el pensamiento de diseño debe permitir que los estudiantes realmente alcancen un trabajo en equipo y colaborativo que promueva la cooperación.

Otro elemento que incentiva el pensamiento de diseño es la colaboración, en un contexto donde varias personas entienden el problema, además de superar las barreras y los desafíos, tratando de crear soluciones. Para Tran (2017), se trata de una colaboración radical. Igualmente, se concibe que el proceso de pensamiento de diseño está centrado en la persona. Esto implica entender las necesidades, motivaciones y desafíos de las personas que están inmersas en el problema que pretenden resolver. (IDEO, 2012). Al mismo tiempo, se promueve la empatía, entendida como la capacidad para ver un problema o situación desde diferentes aristas, ya sea el punto de vista de los usuarios, compañeros o incluso clientes. (Chesson, 2017).

Adicionalmente, para Chesson (2017), el pensamiento de diseño permite aceptar la ambigüedad, pues busca descubrir lo desconocido, proponiendo soluciones o ideas que no existen. Para otros autores se trata de abrazar la ambigüedad (IDEO.org., 2015), al tiempo que se promueve una visión sistémica, al reconocer que los problemas son parte de los esquemas sistémicos, y, por lo tanto, necesitan de soluciones también sistémicas en las que se involucren tanto procedimientos, como conceptos, políticas y otros elementos. (Owen, 2007).

Otro componente de la mentalidad que promueve el pensamiento de diseño es motivar a los estudiantes a tomar acción, con énfasis en la experimentación o las experiencias prácticas, sin enfrascarse únicamente en discusiones, teniendo en cuenta que se privilegia la búsqueda de soluciones sin limitarse solo a su diagnóstico (Tran, 2017). La idea es estar abierto a tomar riesgos, al salir de la zona de *confort* para indagar nuevas ideas, cuestionando la situación actual; asumir riesgos como aprendices en un contexto donde es posible el fracaso en el primer intento, pero haciendo énfasis en la importancia de los procesos (Kolk, 2012). Para lograr éxito en este proceso también se requiere ser optimista, lo que implica seguir buscando mejores ideas para lograr que la solución propuesta funcione de manera adecuada. (Chesson, 2017).

El pensamiento de diseño también implica iterar en la creación de prototipos, para probar ideas en un proceso repetitivo, hasta encontrar una solución viable que logre resolver el problema propuesto. Esto se conoce también como “cultura de creación de prototipos” (IDEO.org., 2015, p.78). Para crear estos prototipos, es probable que se muestren nuevas ideas para aportar posibles soluciones a través de medios no verbales, como los bocetos, la creación de historias o la creación de modelos (Carroll et al., 2010). De igual forma, para lograr la creación de estos modelos o prototipos se requiere de la atención plena en los procesos, pues implica saber en qué etapa del proceso de diseño se encuentra y qué métodos se deben emplear en esa fase.

De otro lado, también se requiere de reflexión entendida como un proceso en el que se mira hacia atrás, para entender los pasos que se han dado, para determinar lo que se puede aplicar en la resolución del problema actual. (Chesson, 2017). Incluso, en algunos casos se pueden tener en cuenta las ideas de otras personas, aceptando las opiniones de los demás y con confianza plena en las ideas de los compañeros o colegas del grupo de trabajo. (Tran, 2017).

Para lograr esta mentalidad es necesario tener una confianza en la creatividad, entendiendo que todas las personas son creativas, no solo para dibujar, componer o esculpir, sino comprendiendo el pensamiento de diseño y la creatividad como “una forma de entender el mundo”, (IDEO.org , 2015, p. 61). Esta forma de verlo requiere de un pensamiento abductivo, en el que se contempla pensar con distintas perspectivas y con nuevas posibilidades que no encajan en los modelos actuales; es una manera de pensar, en la cual las emociones y los sentimientos son iguales de importantes a la racionalidad (Tschimmel, 2012).

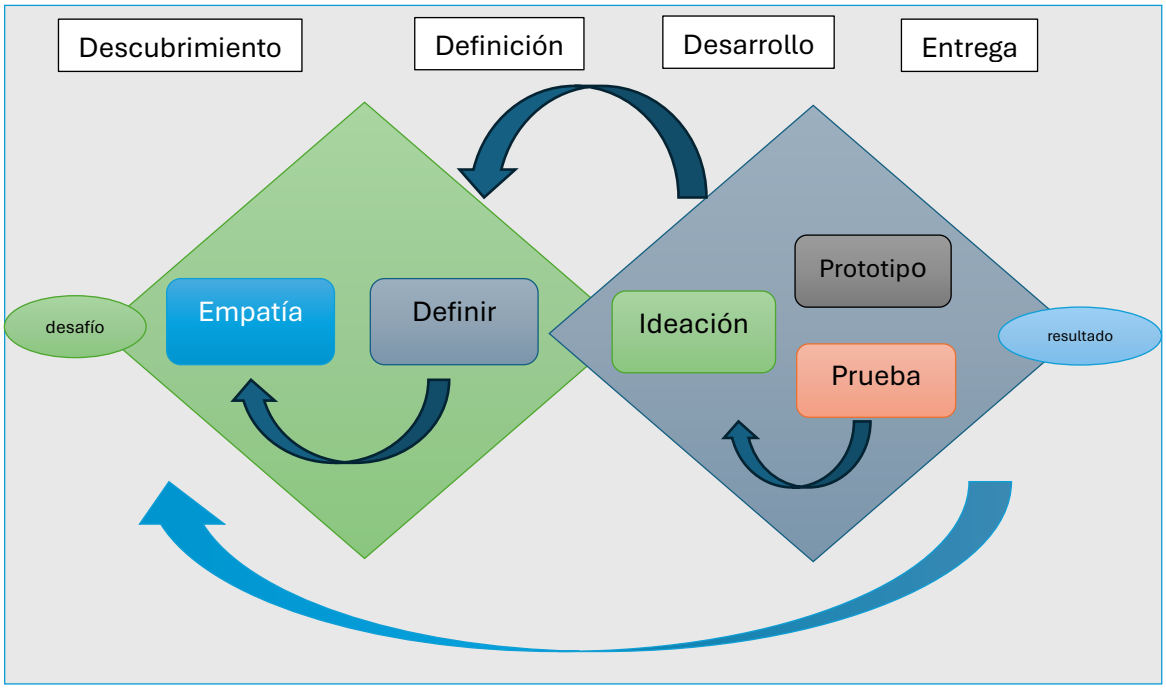
Ahtiainen (2023) propone cinco fases o etapas en el modelo de pensamiento de diseño (design thinking): empatía, definición, ideación, prototipado y pruebas, como se muestra en la Figura 10. No obstante, esta propuesta de diseño algunas veces tiene algunos cambios, en

particular, en las primeras etapas, cuando algunas veces se les considera de definición y descubrimiento; el proceso no puede verse de manera lineal, ni de izquierda a derecha, debe ser considerado un proceso iterativo, hasta lograr un consenso satisfactorio.

El proceso de pensamiento de diseño está relacionado, para algunos autores, con el diseño de servicio o DD, que a su vez cuenta con cuatro fases: descubrir, definir, desarrollar y entregar, con base en las fases divergentes y convergentes del pensamiento. (Vink, 2019). Así como lo muestra la Figura 10.

Figura 10

Propuesta de design thinking con diseño diamante



Nota: la figura ilustra la Propuesta de design thinking con diseño diamante.

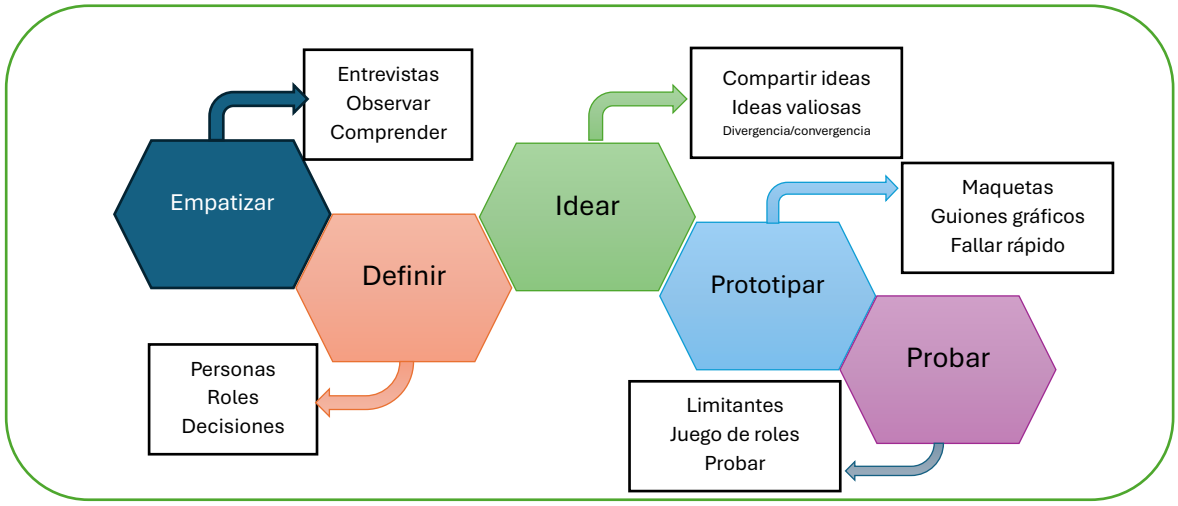
Fuente: Vink (2019).

Un modelo con amplia aceptación en las escuelas es el propuesto por el Instituto de Diseño Hasso Plattner de Stanford o d.school; una entidad de pensamiento de diseño con sede en la

Universidad de Stanford, fundada en el año 2004, que cuenta con cinco fases o etapas con diferentes procesos involucrados, tal como lo muestra la Figura 11.

Figura 11

Propuesta de Design thinking Stanford d.school



Nota: la figura ilustra la Propuesta de Design Thinking Stanford d.school.

Fuente: D.school (2023).

Estos modelos son ingleses y norteamericanos, respectivamente, sin embargo, en el contexto de escuelas latinoamericanas y en países en vía de desarrollo, es probable que se presenten limitaciones en su ejecución al interior de las escuelas. Esto se debe a que los procesos de ideación, prototipado y prueba requieren de la construcción de prototipos y para hacerlo es relevante contar tanto con laboratorios de tecnología, como con los materiales y herramientas para llegar a construir los elementos. Por lo tanto, es un reto para los docentes ejecutar todas las fases que implica el pensamiento de diseño en contextos de escasez de recursos.

De acuerdo con el *ranking* del Global Innovation Index (GII) del 2022 en World Intellectual Property Organization (2022), Colombia ocupa el puesto 67 entre los países que exportan alta tecnología, y el puesto 47 en creatividad *online*, y como ya se revisó en el planteamiento del problema, el número de patentes por año es de 3 147, menos de la mitad de los países en vías de desarrollo con poblaciones similares, como Vietnam, Filipinas y Tailandia

Es probable que una de las razones por las cuales en los países latinoamericanos y en particular, en Colombia, se tengan unos indicadores tan bajos en términos de patentes e innovación, sea que desde las etapas de la infancia y la adolescencia no se preparan a las personas para ser futuras emprendedoras y científicas en metodologías que les permitan tener las competencias para plantear soluciones a los problemas de su entorno y del mundo, con metodologías como el pensamiento de diseño. La gran mayoría de los productos tecnológicos que se consumen en los países latinoamericanos son importados y en la canasta exportadora principalmente se tienen productos relacionados con materias primas con poco valor agregado. Si desde la escuela no se incentiva el diseño de soluciones a los problemas, es poco probable que de manera espontánea se logren crear ecosistemas donde se integren futuros emprendedores, científicos e ingenieros que propicien nuevos desarrollos, patentes e incluso la creación de productos tecnológicos con valor agregado.

Wass (2018) propone el detalle de cada una de las etapas propuestas en el pensamiento de diseño; en la fase de descubrimiento se exploran los diferentes temas y eventos relacionados con el problema, ubicando recursos y entrevistando expertos, resolviendo preguntas como son, ¿Qué sabemos? ¿Qué preguntas aún tenemos? En la fase de enfoque y dirección se pasa de un grupo amplio de preguntas a unas más específicas, para buscar una comprensión más profunda, para esto es útil escoger un usuario o parte interesado en la solución al problema para ir entrevistándolo y

observándolo, con el fin de sintetizar la información. Se trata de encontrar una necesidad o un punto de vista. En la fase de ideas se plantea una lluvia de ideas, para generar propuestas que incluso pueden considerarse locas y compartirlas con el grupo de trabajo. En la fase de investigación se resuelven preguntas, como, ¿qué sugiere la investigación?, ¿qué otras soluciones existen?, ¿en dónde se puede aprender más sobre el tema? En la fase de prototipo, se crea una representación o un modelo físico o digital, de baja calidad, para lograr una retroalimentación rápida para realizar procesos de iteración, que permita identificar los problemas de la solución, mediante los comentarios de los pares, los expertos y los usuarios interesados en la solución, para volver a mejorar la idea original y modificar el prototipo. En la fase de presentación se muestra la experiencia en el tema y la solución propuesta, el prototipo que resolverá el problema identificado, para recibir comentarios de la audiencia y de los usuarios. En la fase de reflexión se busca resolver interrogantes como son: ¿Qué se aprendió?, ¿dónde se logró tener éxito?, ¿dónde se puede mejorar?, ¿cómo cambiará la experiencia las acciones en un futuro?

En este punto es relevante buscar alternativas que les permitan a los estudiantes lograr la creación de sus prototipos, sin la necesidad de cuantiosos gastos en recursos económicos, pues en algunos casos, la elaboración de maquetas y modelos requiere de diferentes materiales que necesitan recursos monetarios que muchas veces no están al alcance de los estudiantes. En otros casos, los elementos que se necesitan no se encuentran cercanos para ser adquiridos por los estudiantes. Adicionalmente, si se requiere volver a construir algún prototipo o modelo, los estudiantes podrían estar limitados en sus recursos económicos para realizar los cambios o diseñar nuevas propuestas.

La diferencia más importante de la metodología del pensamiento de diseño en la educación con respecto a otros campos es en la fase introductoria y el desarrollo de la empatía más extensa,

debido a que los niños no tienen el nivel de experticia de los adultos (Koh et al. 2015). Este autor también plantea que el pensamiento de diseño ha tenido éxito, porque se basa en la incertidumbre y la ambigüedad, fomentando la reflexión y la innovación, pero también plantea la necesidad de aterrizar el método y las estrategias al interior del currículo, así como los procesos de evaluación y reflexión que requiere el pensamiento de diseño, teniendo en cuenta que las pruebas estandarizadas de aprendizaje en las escuelas no le dan importancia a que los estudiantes desarrollen la creatividad, la imaginación y la innovación.

El proceso del pensamiento de diseño también tiene un enfoque que promueve el liderazgo participativo y colaborativo, por lo tanto, el proceso al tiempo que contribuye a la resolución de problemas, puede ser un instrumento para mejorar la interacción, promoviendo el liderazgo distribuido en el proceso. (Lahtero et al., 2019). Algunos autores proponen que el pensamiento de diseño puede ser una nueva perspectiva teórica en el campo de la educación. (Henriksen et al., 2017). Entre los actores educativos se incluyen a políticos responsables, directores, docentes y coordinadores, quienes enfrentan desafíos de liderazgo que requieren soluciones creativas y no lineales. En este contexto el pensamiento de diseño puede permitir la resolución creativa de los problemas con innovaciones.

3.1.1. Principios del pensamiento de diseño (design thinking)

Diferentes autores plantean que el pensamiento de diseño va más allá de un conjunto de herramientas y modelos de procesos, formulando que se puede ver como una mentalidad o una "actitud de diseño" general, para la resolución de problemas (Boland & Collopy, 2004; Hehn, 2020; Martin, 2009). Entre algunos de los principios propuestos por Hehn (2020), se encuentran:

El pensamiento de diseño se fundamenta en los valores humanos como punto de partida para el desarrollo de todas las actividades. (Brown, 2008). Esto implica comprender los

requerimientos de las personas, buscando una profunda empatía por los usuarios que logren integrar de manera sistemática a grupos de personas interesadas en todo el proceso, tanto por medio de diálogos directos, como a través de la observación.

Las soluciones propuestas se generan por medio de procesos colaborativos, tanto con los usuarios como en la conformación de equipos multidisciplinarios que incorporan distintos departamentos y funciones. (Doorley et al., 2018).

El pensamiento de diseño busca promover los razonamientos abductivos, para lograr constantemente nueva información y plantear alternativas; la naturaleza abductiva determina una manera de trabajar, permitiendo una "conversación reflexiva con la situación" (Schön, 2017, p. 26.) para lograr mirar más allá de "lo que es evidente" (Martin, 2009, p. 49).

El pensamiento de diseño hace énfasis en la acción. Esto implica que las maneras preferidas para recoger las ideas y los comentarios de las partes involucradas son las prácticas, por medio de actividades en las que se experimenta con ideas, para construir prototipos y probarlos, (Doorley et al., 2018; Leavy , 2010).

El pensamiento de diseño puede considerarse como "procesos fundamentalmente exploratorios" (Brown, 2009, p. 77), que involucran diferentes ciclos de aprendizaje rápidos con procesos iterativos. Uno de sus principios es "fallar rápido y con frecuencia", de esta manera cada iteración conlleva ajustes adicionales y nuevas aristas en el proceso de desarrollo. En el largo plazo, este proceso iterativo ayuda a satisfacer las necesidades de los usuarios o clientes. (Brown, 2008).

3.2. Los problemas epistemológicos de la realidad virtual

3.2.1 ¿Qué es la realidad?

Para Watzlawick (1979), la concepción que tenemos de realidad es compleja, tanto en la infinitud, la extensión y la complejidad. Por un lado, debido a que los sentidos del ser humano son imperfectos, pues hay sonidos e imágenes que no se logran percibir; igualmente el ser humano trata de atribuirle un sentido y un orden a la realidad; y, por otra parte, debido a que las personas buscan coincidir con las opiniones de quienes se consideran como autoridades y fuentes de la verdad.

Watzlawick (1979) expone que, si bien la ciencia clásica plantea que la misión de los investigadores es profundizar en las realidades objetivas, independiente del ser humano, esto conllevaría dejar al mundo sin un sujeto, y, por lo tanto, sin un observador. Entonces desde comienzos del siglo XX ya se planteaban dudas con relación a la posibilidad real de este objetivo, pues al expulsar todo sujeto, los fenómenos dejaban de ser observables. Lograr comprender la independencia entre el mundo observado y el observador es uno de los objetivos del conocido constructivismo radical, que busca ir más allá de la teoría de la relatividad propuesta por Einstein, en el cual las observaciones son relativas al punto de referencia del observador.

Los sesgos en las observaciones, en diferentes circunstancias, llevan a que se tengan paradojas, contradicciones, dudas, y estados de confusión que incluso pueden llevar a dejar a las personas paralizadas. Estos estados de confusión implican, en algunos casos, llegar a estados de incertidumbre o inseguridad, en los cuales el cerebro llega a crear una segunda realidad que coincida con sus creencias y convicciones. El cerebro, para sobrevivir ante las confusiones, tiene la capacidad de crear ilusiones que buscan salir de la parálisis, esto conlleva a una invención de lo que puede ser, producida por el observador.

La confusión aumenta, cuando se tienen dificultades para lograr comunicar a otras personas una determinada visión de la realidad. Pero incluso cuando se tiene una comunicación clara, si la visión de realidad que se tiene no coincide con la que es comunicada, se trata de manera obstinada, buscar explicaciones y razones que logren coincidir con esa visión, en vez de corregirla, aun cuando se tenga evidencia de lo contrario. Es decir, las posturas están afectadas por las experiencias de cada observador y estas pueden ser tan poderosas que llegan incluso a calificarse de irreales o como especulaciones a hechos irrefutables que contradicen las explicaciones, en vez de buscar una justificación a dichos hechos. Un ejemplo cotidiano es que una misma situación puede tener diferentes interpretaciones o lecturas, debido a que cada individuo involucra en su postura sus creencias, prejuicios y convicciones.

Entonces, para Watzlawick (1979) existen dos tipos realidades; la primera es llamada "realidad de primer orden" y se refiere a las propiedades simplemente físicas (y, por lo tanto, objetivamente constatables) de las cosas, que corresponde al proceder científico objetivo o la "sana razón humana". Por otro lado, está la "realidad de segundo orden", que está afectada cuando se tiene un sentido y un valor de las cosas, por consiguiente, la comunicación.

Por lo tanto, es un reto buscar que las personas logren comprender y tener claras las llamadas "realidades de primer orden", que coexisten en la naturaleza y en el entorno del ser humano, pues estas son realidades objetivas que fácilmente pueden ser entendidas por el ser humano y expresadas de manera simple por diferentes seres humanos, ya que corresponden a características o propiedades físicas de los objetos y su relación con el entorno. En parte, este proceso es complejo para llegar a la comprensión, porque las realidades se observan desde el punto de vista de una persona. En el caso de esta investigación es un estudiante que cuenta con un sistema perceptivo, con unas emociones, un lenguaje y unas cualidades de sus propias experiencias.

3.2.2. ¿Qué es lo virtual?

La palabra virtual proviene del latín *virtualis* que se deriva de *virtus* (Levy, 1999), que significa potencia, fuerza; en la filosofía escolástica lo virtual es lo que podría llegar a ocurrir, no necesariamente en acto, si se tiene rigor filosófico. Lo virtual no es opuesto a lo real, más bien a lo actual, es decir, lo actual y lo virtual son dos maneras de ser diferentes, porque lo virtual es lo que existe en potencia y que puede llegar a realizarse, pero aún no ha sido actualizado, lo virtual también es algo real, pero no es tangible. Levy (1999) expresa que la virtualización incluye no solamente a la comunicación e información, sino a los marcos colectivos, el ejercicio de la inteligencia, el funcionamiento económico, la democracia, las comunidades y las empresas. Este fenómeno puede constituir una continuación de la hominización, que no es mala ni buena, es neutra. Se presenta lo virtual como una forma de ser, que puede favorecer los procesos de creación, se puede ilustrar lo virtual como "un proceso de transformación de un modo a otro de ser" (Levy, 1999, p 58).

Se concibe entonces la virtualización como el movimiento contrario a la actualización, como una mutación de la identidad, en la que se produce un desplazamiento en el centro de gravedad ontológico del objeto considerado, donde no se define por su actualidad o solución, sino por la consistencia esencial en un campo problémico.

En esta investigación se tiene en cuenta la postura de Levy, en la cual lo virtual no es considerado algo irreal, sino más bien algo intangible con el sentido del tacto; en las experiencias con realidad virtual no se pueden tocar los modelos y prototipos, pero sí permite que los usuarios observen sus características, beneficios y deficiencias para mejorar, cambiar e iterar las propuestas para la resolución de problemas.

En esa misma línea, Quéau (1993) propone que virtualizar no es tratar de desmaterializar, sino por el contrario enriquecer el campo de lo posible; la virtualización permite realizar procesos de abstracción, partiendo de lo concreto a lo que puede ser posible, abriendo diferentes posibilidades de lo que podría ser. En esta investigación, lo virtual permite que los estudiantes observen diferentes posibilidades de lo que podría ser un prototipo, o los diferentes modelos para la resolución de un problema, logrando fomentar el pensamiento divergente que admite proponer diferentes soluciones para un problema.

De esta manera, debido a las nuevas herramientas de comunicación, es posible estar presente aquí, y, a la vez en otro espacio, con la virtualización del cuerpo, en una nueva etapa de la auto creación que busca la perpetuidad de la especie. Esta virtualización se da gracias a que se logran percibir sensaciones que tuvieron otras personas en otros lugares y momentos, al experimentar integraciones con distintas modalidades perceptivas con experiencias sensoriales completas.

3.3. La realidad virtual

McLuhan (1985),propone que, en la actualidad, los seres humanos están en un momento en el que se realizan desarrollos sin precedentes de las tecnologías de información que han provocado cambios sustanciales en la fisionomía de la civilización. De acuerdo con el autor “el ordenador es el más extraordinario de todos los vestidos tecnológicos que el hombre ha ideado, debido a que permite la prolongación del sistema nervioso central. De la misma forma que la rueda es una prolongación del pie” (McLuhan, 1985, p 73).

Para Timón (2007), uno de los elementos más asombrosos de estos avances es el espacio de lo virtual, la construcción de lugares virtuales y realidades que se pueden acceder desde el espacio – tiempo de las realidades cotidianas, cuentan con sus propias coordenadas espacio -

temporales– que se denominan ciberespacio, el ejemplo más conocido es Internet. Un caso que invita a la reflexión de la virtualidad cibernética se encuentra en la generación de mundos virtuales, que pueden ser explorados desde una perspectiva corporal, en la que la experiencia de cada usuario varía según la complejidad del mundo diseñado y los recursos técnicos que se tienen integren.

Con el paso de los años, para crear mundos virtuales, las estructuras que en su momento se construían con decenas de polígonos y que tenían sus deformaciones, hoy se generan empleando millones de polígonos, de una forma más simple y con apariencias más creíbles y realistas. Todo esto teniendo en cuenta que aún la humanidad se encuentra en momentos primitivos de la realidad virtual. Sin embargo, para las próximas décadas las posibilidades son inimaginables.

La realidad virtual permite entonces que se tenga acceso a diferentes espacios virtuales, donde se pueden ver y compartir imágenes, videos y comentarios, accediendo a espacios de socialización o metaversos, en donde se superan los límites de espacio y tiempo para observar en el caso del proceso de diseño, las etapas de construcción y la elaboración de prototipos, además de mostrar diferentes prototipos que pueden ser observados desde lugares remotos para obtener retroalimentación que ayudan a mejorar las propuestas y acercarlas a los requerimientos de los usuarios.

Por un lado, la ingeniería de *software* permite que se desarrollen nuevos modelos y componentes que se pueden volver a utilizar, con el crecimiento exponencial de estas tecnologías. De ese modo, se puede lograr que ingenieros e investigadores trabajen desde diferentes lugares del mundo, aun cuando no tengan el mismo idioma, participando en una construcción de manera colaborativa. Por ahora, los limitantes son la capacidad de *hardware*, aunque se está duplicando en periodos cada vez más cortos.

Timón (2007) plantea que la realidad virtual permite visualizar diferentes problemas epistemológicos antiguos que, si bien son abordados con nuevas fórmulas, no logran ocultar sus raíces. Un punto central es cómo la realidad virtual ha puesto en cuestión el concepto mismo de lo ´real´. De esta manera, se formulan diferentes cuestionamientos, como: "¿Qué es real? ¿Qué significa ser real? ¿Es menos real la realidad virtual para quien vive inmerso en ella desde su nacimiento? ¿Y si lo que tomamos como auténtica realidad no fuese más que otro tipo de realidad virtual, más sofisticada? Y si así fuese, ¿quién sería yo? ¿Qué son los otros que aparecen como interlocutores virtuales? ¿Cómo puedo saber si hay un yo real correspondiendo a su yo virtual?". (Timón, 2007, p. 69),

Y para el caso de esta investigación, estas preguntas se relacionan con la capacidad de la realidad virtual, para asegurar la ejecución de la mayoría de las etapas del pensamiento de diseño, sin la necesidad de contar con elementos tangibles o experiencias que involucran elementos físicos, mientras se concibe el entorno virtual como otra forma de realidad, que es real, pero permite que los estudiantes tengan experiencias sin elementos físicos. Con la realidad virtual probablemente se logra promover el pensamiento divergente, mediante la observación de modelos en 3D, que pueden ser observados en espacios virtuales o metaversos, y ajustados de acuerdo con los requerimientos de los usuarios para llegar a tener modelos y prototipos con herramientas computacionales, muy cercanos a los que se lograrían con elementos y materiales tangibles.

3.4. Experiencia y aprendizaje

Dewey (1967), en su obra *Experiencia y Educación*, se presenta como una voz intelectual que presenta diferentes propuestas que reúnen los principios del aprendizaje experiencial, y es el fundamento para distintas propuestas de enseñanza situada y reflexiva. Jhon Dewey (1859-1952), consideraba que las prácticas pedagógicas al principio del siglo pasado eran enciclopedistas e

inadecuadas. Por el contrario, proponía que se debía buscar una escuela en donde se tengan procesos de vida comunitaria y cooperación social.

Para Posner (2004), Dewey propone una perspectiva experiencial, en la cual las vivencias en la escuela estén relacionadas con experiencias significativas de los estudiantes y que sean más cercanas a la realidad y menos artificiales, con el fin de fortalecer el compromiso ciudadano de los alumnos.

Dewey (1967) propone una tesis central en su obra *Experiencia y Educación,* en la que postula que "toda auténtica educación se efectúa mediante la experiencia" (Dewey, 2014, p. 31). De esta manera, el aprendizaje experiencial se considera un aprendizaje activo, que emplea y modifica los ambientes físicos y sociales, estableciendo un vínculo fuerte entre comunidad, escuela y vida. Por su parte, Díaz (2006) plantea que la realización del aprendizaje experiencial en los procesos educativos promueve el enfoque de "aprender haciendo" o "aprender por la experiencia" (p. 53).

Brubacher et al. (2000) propone algunos principios pedagógicos de la postura deweyniana, como son:

Educación científica: Dewey muestra cómo la formación científica en los estudiantes es fundamental y la importancia de la experiencia a través del uso del método científico.

Educación pragmática: que se centra en la experiencia para comprobar los conceptos por medio del hacer y las vivencias, en la cual se fomenta el pensamiento de alto nivel.

Educación progresiva: en la cual la experiencia educativa promueve acciones pedagógicas que involucren lo que hacen los jóvenes, de acuerdo con la experiencia que viven y que permite a los estudiantes progresar en la búsqueda del conocimiento, mediante un currículo en espiral.

Dewey (1967) propone que, para lograr que las experiencias tengan un carácter educativo deben cumplir con ciertas condiciones que incluya la conceptualización, más allá de solamente la prueba o la verificación propuesta por el método científico. Se requiere de un sistema intelectualmente coherente y comprensivo; en donde se logre que los conceptos tengan sentido al ser empleados en otras áreas del conocimiento. Por lo tanto, no solo se necesita experiencia, además de las técnicas se necesitan los conceptos y un campo de la educación que es delimitado por los docentes y la enseñanza. Dewey (1967) remarca la importancia del valor del docente, pues es quien logra transformar los contenidos para la vida, el conocimiento y la acción, mediante la construcción de la ciencia de la educación.

De la misma forma, Dewey (1967) considera que el trabajo manual es un camino de acceso a la ciencia y los talleres de cocina, costura y carpintería pueden ser lugares en donde se pueden utilizar de manera científica materiales y procesos, desde donde se pueden obtener conocimientos de los materiales empleados y de los principios físicos y mecánicos que se aplican.

Otro de los aportes importantes del pedagogo es su propuesta concerniente a la construcción del currículo, en el que se debe incluir el desarrollo del conocimiento empírico o procedimental, inmerso en las materias prácticas donde también se desarrollan habilidades de relaciones sociales.

Dewey (1967) plantea que el docente debe seleccionar las cuestiones entre las experiencias existentes, que sean prometedoras y permitan plantear nuevos problemas potenciales, estimulando nuevas maneras de observación y juicio, para que los alumnos amplíen su ámbito de experiencia.

Para el Center for Higher Education Development (2002), en la concepción de aprendizaje experiencial, están incluidos conceptos de la postura constructivista, pues se constituye un proceso

en el cual se refleja la experiencia del estudiante que lo lleva a proponer nuevas ideas (insights) y aprendizajes. En el campo de la educación, esta concepción incorpora un amplio espectro de prácticas, significados e ideologías.

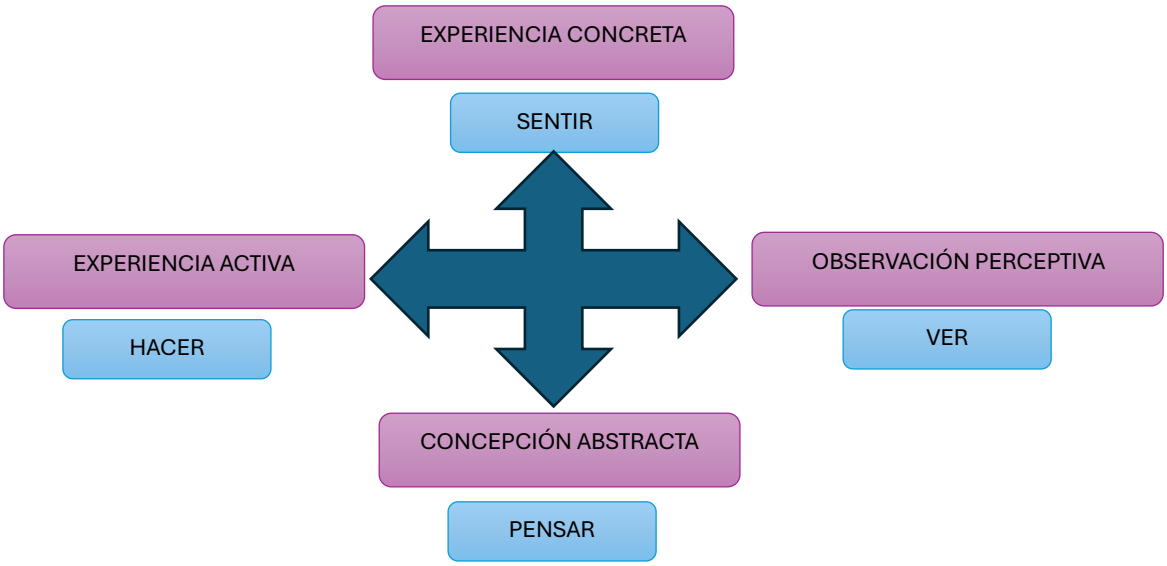
Otro de los referentes teóricos en la relación entre experiencia y aprendizaje es el doctor Kolb (2011), quien plantea el aprendizaje como un ciclo de experiencias, que parten de la conceptualización abstracta, pasando por la experimentación activa, para posteriormente llevar a una experiencia concreta y una observación reflexiva. (Kolb, 2011).

Propone un modelo en el cual la construcción del conocimiento requiere de experiencias escolares y de la observación, para conceptualizar la información recibida, por medio de experiencias activas, logrando dicha conceptualización de una manera significativa.

El ciclo de Kolb (2011), ilustrado en la Figura 12, busca que los estudiantes logren altos niveles de desarrollo cognitivo, mediante el abordaje de cuatro fases. En la primera fase los alumnos se acercan al objeto de estudio por medio de procesos de inmersión. En la segunda fase los estudiantes analizan y reflexionan sobre los conceptos y objetos estudiados. Para la tercera fase se busca una conceptualización abstracta de lo que se observó con la información relacionada, a través de videos o lecturas. Por último, en la cuarta fase se busca aplicar o utilizar los conceptos comprendidos para lograr nuevas experiencias y ser el punto de inicio de nuevos ciclos de aprendizaje.

Figura 12

Ciclo de aprendizaje de Kolb



Nota: la figura ilustra el Ciclo de aprendizaje propuesto por el Dr. Kolb.

Fuente**:** Tripodoro & Simone (2015).

Para Tripodoro & Simone (2015) el ciclo de Kolb implica la realización de cuatro fases para conseguir que los estudiantes logren comprender conceptos. La primera fase es la experiencia concreta o vivencial que se realiza en escenarios cotidianos de los alumnos. La segunda fase se denomina observación reflexiva; en esta etapa la observación es el elemento clave, pues permite la comprensión de conceptos e ideas desde diferentes puntos de vista. A partir de las experiencias concretas los estudiantes buscan la reflexión y la concreción de conceptos objetivos. La tercera fase es de conceptualización abstracta, en donde a partir del razonamiento se busca que se dé una relación entre la lógica y las ideas para entender los problemas, llegando incluso a la resolución de

problemas. La última fase es la de experiencias activas o acción, en la cual se busca aprender de forma activa, realizando procesos de experimentación en diferentes actividades que permitan llegar a conclusiones para construir el conocimiento.

3.5. Mediación empleando la realidad virtual

Ramón (2008) muestra cómo el psicólogo ruso Lev Semiónovich Vigotsky (1896 – 1934), es quien retomó los conceptos de mediación del filósofo alemán Hegel (1770 – 1831), para aportar una teoría dialéctica del desarrollo que aún es referente para explicar cómo los sujetos comprenden la realidad y cómo las relaciones entre las personas y los objetos permiten conocer el mundo que los rodea.

Vygotsky realizó diferentes aportes al estudio del concepto de mediación, (Wertsch, 1988, p. 28), afirmó que “el tema central de la psicología es el tema de la mediación”. En esta línea toda actividad o medio implica en una acción mediada en la cual Vygotsky plantea la importancia de estímulos medios, que son herramientas que contribuyen al control de la respuesta del individuo. De esta forma, tanto los signos como las herramientas constituyen facilitadores de aprendizajes.

Debido al avance de las herramientas tecnológicas y de las TIC, se cuentan con nuevas formas de mediaciones, a través de medios virtuales con los cuales el ser humano tiene experiencias, empleando nuevos elementos, como ordenadores, tabletas, teléfonos móviles e incluso gafas de realidad virtual. Es motivo de análisis y estudio, si estos nuevos medios y elementos tecnológicos permiten mediaciones que logren que los estudiantes comprendan fenómenos y conceptos de las ciencias naturales y aplicaciones de diseño tecnológico, de mejor manera, que cuando se realizaba el proceso de aprendizaje de forma tradicional, con mediaciones, utilizando objetos materiales construidos con elementos, como papel, madera, esferas y demás elementos que no están incluidos dentro de un elemento tecnológico con una pantalla.

Para Chevallard (1991), la mediación que emplea herramientas tecnológicas permite la internalización y la externalización de la realidad. Las TIC y la tecnología son entonces conectores que ayudan a la comunicación, la interacción y la transposición del conocimiento del maestro a un conocimiento más didáctico que pueda ser fácilmente entendido por los jóvenes.

La aparición de diferentes formas de comunicación también ha generado cambios en las formas de comunicación de las personas, situación que no es ajena al ámbito educativo. De acuerdo con Cordón et al. (2015), la escritura y la lectura se han trasladado a un contexto digital, en donde se tienen nuevas estructuras textuales con el uso de nuevos recursos lingüísticos. Para Márquez (2006), se requiere que los estudiantes aprendan nuevas formas de escribir y leer, además de desarrollar habilidades distintas a las que se emplean en la lectura y la escritura tradicional.

Esto implicaría el cambio de una cultura logo céntrica, que se centra en los libros, a una cultura multimediática que utiliza nuevos géneros textuales que promueven el uso tanto de palabras como de imágenes y sonidos. Garzón & Gil (2017) proponen que los adolescentes además de ser lectores de textos acceden a la información de manera multimodal, utilizando diferentes recursos audiovisuales, que incluyen videos, audios, objetivos virtuales de aprendizaje, videojuegos educativos e incluso experiencias de realidad virtual.

Para Luna (2020), los medios digitales y las TIC permiten la aparición de elementos que promueven el desarrollo de las competencias de escritura y lectura, siempre que se les dé un sentido educativo que ayude al aprendizaje. En estos entornos virtuales se promueve la cultura de la interacción y la participación de los estudiantes, que ayuda a aumentar el interés de los alumnos en los procesos de lectura y escritura, además de propiciar el aprendizaje significativo.

Para Álvarez & Bassa (2013), la utilización de recursos multimedia permite el desarrollo de destrezas en lenguajes distintos al escrito y ayudan a la construcción del conocimiento de forma colaborativa. En esa misma línea, para Vargas (2020), la creación de espacios virtuales promueve la participación de los jóvenes, por medio del intercambio de ideas y experiencias, y la expresión de manera escrita y verbal de conceptos que fomentan la creatividad, favoreciendo y mejorando la actitud hacia otras actividades como la lectura. Para autores como Armijo & María (2018), los entornos de virtualidad promueven la autogestión y el trabajo de forma colaborativa y autónoma por parte de los estudiantes, mejorando el manejo del lenguaje auditivo y visual.

Si bien hay una importante cantidad de autores que han estudiado cómo estos medios ayudan en procesos de comunicación escrita y verbal, además de mejorar la actitud y la creatividad, la presente investigación profundiza en el estudio de las relaciones entre las experiencias virtuales y las actividades prácticas para lograr que los estudiantes mejoren sus capacidades del pensamiento de diseño y su creatividad.

3.6. Tecnologías exponenciales

Botthof & Hartmann (2015) muestran cómo en los años recientes se han identificado algunas tecnologías que tienen el potencial de acelerar el crecimiento económico e impulsar la innovación de manera disruptiva en el contexto de la llamada Revolución Industrial 4.0. Estas tecnologías tienen el potencial de ocasionar saltos en los procesos industriales, permitiendo una productividad mucho mayor. Rússmann (2015) propone que entre las nueve tecnologías que tienen el potencial de ser exponenciales se encuentran la realidad virtual y aumentada, además de la inteligencia artificial.

Elhussein et al. (2020) también plantean que, para poder incorporar estas tecnologías a las organizaciones, con el fin de mejorar la eficiencia y la productividad, se necesita un cambio en los

procesos educativos para preparar a los jóvenes frente a estas transformaciones. En esa misma línea se debe realizar una apuesta por la innovación; es necesario incorporar estas nuevas tecnologías en la economía, avanzar en el conocimiento y fomentar innovaciones disruptivas como elemento para promover la sostenibilidad y el crecimiento económico.

Álvarez (2020) propone que la realidad virtual influye en las formas de interacción de las personas y su manera de percibir los mundos digitales, incluyendo interfaces multitáctiles y multisensoriales, con la ayuda de dispositivos móviles y sensores avanzados. Es posible que en el futuro se tengan multiexperiencias con diferentes vivencias inmersivas, a través de interfaces de realidad virtual (VR), realidad aumentada (AR) y realidades mixtas, que permitan múltiples canales de comunicación, fortaleciendo la democratización del acceso al conocimiento para mejorar las experiencias cognitivas de las personas.

La tecnología de realidad virtual se ha hecho más accesible, gracias a la reducción en los costos de sus dispositivos de *hardware*, sin embargo, la mayor parte de las investigaciones en temas educativos se centran en el entrenamiento de habilidades. Jensen (2018). Importantes empresas como Verizon y Walmart informaron que están empleando la tecnología de realidad virtual para capacitar a sus colaboradores en diferentes habilidades, que van desde mejorar la empatía con los clientes hasta aprender a reaccionar ante situaciones como los robots y la toma de rehenes. Noguchi (2019).

3.7. Promover el pensamiento de diseño en los estudiantes de las escuelas públicas de países en desarrollo desde las experiencias con realidades virtuales

Después de realizar una revisión tanto de los fundamentos teóricos del pensamiento de diseño, como de la realidad virtual, uno de los retos de esta investigación fue proponer las razones por las cuales estas categorías se relacionan en el contexto de las escuelas de países

latinoamericanos, en particular en Colombia, en donde se tienen unos entornos con limitaciones tanto en espacios propios para la práctica y la experimentación en tecnología y ciencia, como en el acceso a los materiales y elementos necesarios para la realización de prototipos, su evaluación y la realización de cambios para mejorar la solución propuesta.

Las experiencias con realidades virtuales pueden ayudar en el desarrollo del pensamiento de diseño de los estudiantes, en sus diferentes etapas: comprensión del problema a resolver, procesos de ideación, creación de prototipos y la evaluación, permitiendo iterar de manera rápida para lograr la mejora de las soluciones propuestas.

Si bien diferentes autores y centros de pensamiento proponen diferentes modelos para promover el pensamiento de diseño, las diferentes etapas pueden verse favorecidas por las experiencias con mediaciones a través de la realidad virtual, aumentada y mixta. Desde el inicio del proceso del pensamiento de diseño, el cual busca comprender el problema que se intenta resolver, las experiencias con realidad virtual ofrecen diferentes simulaciones que se encuentran disponibles en aplicaciones de uso gratuito, junto con herramientas de *hardware* cada vez más asequibles que incorporan elementos tecnológicos y experiencias virtuales, ofreciendo entornos inmersivos para la comprensión de diferentes fenómenos de la física y química (Yildirim et al., 2020); estos entornos virtuales de aprendizaje tienen la capacidad de lograr que los estudiantes comprendan cómo se pueden utilizar estos componentes en las soluciones propuestas.

De otra parte, en las etapas de ideación del pensamiento de diseño las experiencias con realidad virtual tienen el potencial de ofrecer “espacios y entornos virtuales” en donde los estudiantes puedan crear diferentes soluciones y prototipos sin estar limitados por la disponibilidad de diferentes elementos y componentes tecnológicos para su uso en los diseños. Realizar cambios en estos elementos puede implicar procesos que simplemente requieran la modificación o

reemplazo de componentes de manera virtual. Por lo tanto, la realidad y los espacios virtuales pueden ser mediaciones y herramientas didácticas que favorezcan la creatividad de los estudiantes y la solución de problemas, debido a que los alumnos no tendrían limitaciones económicas y de acceso a recursos para comprobar el funcionamiento de los prototipos y diseños propuestos.

Otro de los aportes significativos para promover el pensamiento de diseño en las experiencias con realidades virtuales, es que permite procesos de iteración para evaluar y mejorar los diseños propuestos, pues si se utilizan elementos netamente físicos, es posible que adquirir diferentes componentes para los estudiantes que mejoren los diseños y prototipos se convierta en una labor compleja, mientras que tener disponibles elementos virtuales, permite de manera rápida realizar cambios, ajustes, pruebas y mejoras en las propuestas.

Si bien algunos simuladores ya han sido validados para su uso desde equipos informáticos, como computadores, la realidad virtual y aumentada permiten emplear diferentes recursos didácticos desde las herramientas tecnológicas del teléfono móvil, que cada vez están más disponibles para buena parte de la población, incluso en el caso de escuelas ubicadas en entornos rurales.

Capítulo 4 Marco conceptual

4.1. El pensamiento de diseño

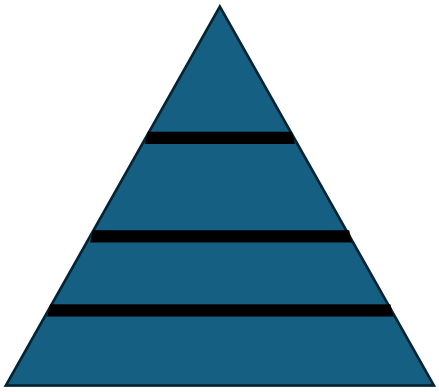
El pensamiento de diseño es un conjunto de procesos o fases para diseñar soluciones centradas en la persona (Wass, 2015). En el contexto educativo, el pensamiento de diseño está estructurado como un proceso que cuenta con siete fases, con el objetivo de llegar a soluciones centradas en los problemas de los seres humanos. Para Goldman (2012), el pensamiento de diseño es una manera de investigar que enfatiza en el “hacer y la innovación”, para dar solución a los problemas, llegando a abordar las necesidades actuales y futuras del entorno de las personas. Logra involucrar a los estudiantes, permitiendo que el aprendizaje en las aulas sea real y relevante,

incorporando las problemáticas locales y globales que pueden ayudar a mejorar la motivación del aprendizaje.

El pensamiento de diseño está relacionado con la creatividad que es la capacidad de una persona de generar cambios. La confianza creativa es uno de los pilares de la innovación (Kelley & Kelley, 2013). El principal objetivo de la educación de pensamiento de diseño es promover la confianza creativa de los alumnos y prepararlos para que logren en un futuro ser innovadores. Rauth et al. (2010) realizó una jerarquía de los niveles del pensamiento de diseño para llegar a ser creativo, como se muestra en la Figura 13, y cómo la educación en pensamiento de diseño logra fortalecer y desarrollar la confianza.

Figura 13

Modelo de confianza creativa



Nota: la figura ilustra el Modelo de confianza creativa.

Fuente: Rauth (2010).

Inicialmente, las herramientas y los métodos de diseño ayudan a aclarar y facilitar el diseño propuesto. Posteriormente, los procesos de diseño cuentan con fases de pensamiento convergente y divergente, ofreciendo un marco específico para dar respuesta a las situaciones que cambian. Las mentalidades creativas se desarrollan al experimentar de manera iterativa los procesos, utilizando las herramientas de diseño para resolver los problemas. La acumulación de estas experiencias y habilidades para la resolución de problemas, eventualmente, logran que los estudiantes ganen confianza creativa (Ruth et al., 2010). La confianza creativa se relaciona con la autoeficacia que tiene que ver con la creencia personal en las capacidades para llevar a cabo las conductas necesarias para alcanzar unos objetivos específicos (Bandura 2010). Pero, la confianza creativa debe ir más allá de creer en uno mismo y debe extenderse a la aplicación verídica de la resolución de problemas. De esta forma, el pensamiento de diseño debe proporcionar a los alumnos confianza sólida en su creatividad (autoeficacia) y las competencias necesarias para resolver problemas de manera creativa y exitosa en distintas situaciones. (Royalty et al., 2014).

4.2. La realidad virtual

En los años 80 varios filósofos y especialistas en tecnología mantuvieron algunas discusiones sobre el término de una tecnología que comenzaba a emerger. En ese entonces, Jaron Lanier estableció el término “realidad virtual” para referirse a la nueva tecnología que permitía la percepción de un “mundo distinto al “mundo físico” (Fernández, 2017). Se comenzó a experimentar con una tecnología protésica (cascos, guantes y gafas), lo que posibilitó entrar en contacto con un “mundo virtual”; un mundo no necesariamente subjetivo o imaginado, aunque se trataba de un mundo representado, que pudo ser percibido de manera similar a la percepción del mundo físico. (Castañares, 2011).

Lanier (1988) planteó que la realidad virtual empleaba una serie de artilugios que, adecuados al cuerpo humano y por medio de un sistema informático, permitía percibir un "mundo" distinto al físico, buscando una similitud con la realidad. Ya en ese momento se preveía que entre más avanzados son los dispositivos más difíciles es encontrar la diferencia entre el mundo real o físico y el mundo virtual o ficticio.

Otero & Florez (2011) recogen los componentes básicos para que una experiencia pueda considerarse RV inmersiva. Estos son:

Mundo virtual: se requiere un conjunto de objetos que se encuentran en su espacio concreto, que cumplan una serie de reglas. Si los usuarios encuentran estos objetos de forma inmersiva o interactiva, se trata de un ambiente de RV.

Inmersión: los usuarios logran desvincularse de la realidad cotidiana. En esta realidad se incluye la inmersión sensorial, que proporciona diferentes estímulos.

Interactividad: se considera que una experiencia es de realidad virtual inmersiva si se tiene una interacción entre los usuarios y el mundo virtual en el cual se está inmerso.

Realimentación sensorial: por medio de distintos sistemas de posicionamiento, los usuarios encuentran una respuesta o estímulos sensoriales en la experiencia virtual. Generalmente, se tratan de estímulos auditivos o visuales. Pero también se pueden incluir retroalimentaciones táctiles u olfativas.

De acuerdo con Cubillo et al. (2014), la realidad virtual tiene varias ventajas pedagógicas, como son:

La posibilidad de realizar prácticas o acceder a experiencias que no se pueden realizar debido a las limitaciones de equipos o a causa de la relación entre equipos, materiales disponibles y los alumnos inscritos.

La falta de disposición de instalaciones, a causa de la falta de tiempo o espacio disponible.

La realidad virtual permite realizar experimentos con riesgo o peligro, pues en ciertas ocasiones no se pueden realizar ciertas prácticas con los estudiantes, debido a que si ocurren algunas fallas pueden ocasionar lesiones; la realidad virtual permite la interacción con modelos virtuales en tiempo real y observar los resultados en el mundo virtual.

La realidad virtual permite la observación de fenómenos o experimentos que suceden en periodos extensos (años, meses, décadas e incluso segundos), por ejemplo, las leyes de Mendel. Pero también es posible facilitar la observación de los fenómenos que suceden en un momento.

4.3. Actividades prácticas

Haara & Smith (2009) definen las actividades prácticas como todas las formas de participación en las que los estudiantes utilizan elementos físicos concretos, mientras realizan la actividad, ya sea para para la visualización o la aplicación de conceptos.

Autores como Abrahams & Millar (2008) proponen que las actividades prácticas son fundamentales para la enseñanza de las ciencias y la tecnología, pero para que cumplan con la finalidad didáctica deben ser adecuadas para la enseñanza. En el Reino Unido la comunidad llamada SCORE (Science Community Representing Education) fue fundada con el objetivo de mejorar la calidad de las actividades prácticas para permitir que estas apoyen la reflexión sobre conceptos y los procesos científicos, en particular en los procesos de experimentación de fenómenos, el análisis de resultados y el análisis de datos mediante las TIC. (SCORE, 2009).

4.4. El concepto de diálogo

El diálogo en los procesos de investigación se establece como una relación dinámica entre las categorías de análisis que permiten la construcción de significados en los discursos.(Van Dijk, 1997). En la misma línea, Strauss & Corbin (1990) exponen que en la teoría fundamentada los diálogos entre categorías de investigación emergen a partir de la comparación constante, permitiendo que se realice una teorización progresiva, en la cual se realizan procesos de codificaciones axiales para establecer conexiones entre las categorías y las subcategorías, forjando un diálogo analítico que ayuda en la construcción de teorías emergentes.

Flick (2009) plantea que, en las investigaciones cualitativas, los diálogos entre categorías se realizan en las triangulaciones metodológicas, que cotejan las distintas perspectivas analíticas, en las cuales las categorías "dialogan" cuando se combinan datos obtenidos de distintas fuentes o por medio de diferentes metodologías, permitiendo que se tengan una mayor validez en los resultados.

Esta investigación profundiza en los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas creadas para favorecer el pensamiento de diseño. Se busca establecer cómo se relacionan estas categorías, partiendo de la implementación en clases de tecnología e informática, como parte de una propuesta didáctica que integra ambas experiencias en el proceso de diseño. Posteriormente, se realizan los análisis cualitativo y cuantitativo de datos, para llegar a la triangulación de datos, con el objetivo de determinar cómo se complementan y se relacionan las actividades prácticas con la realidad virtual para promover el pensamiento de diseño en escuelas públicas con escasez de materiales y elementos para realizar prototipos, pruebas e iteraciones.

En esta investigación se buscó llegar al conocimiento a partir de la experimentación, como lo propone el paradigma constructivista, mediante la realización de diferentes actividades

que relacionaron las experiencias con la realidad virtual y las actividades prácticas para fomentar el pensamiento de diseño, teniendo en cuenta el contexto de las escuelas públicas de un país en vía de desarrollo, como Colombia, con limitaciones con respecto al acceso de recursos y materiales, con el fin de realizar los prototipos, modelos y procesos del diseño. A partir de los datos recopilados se buscó comprender cómo se establecen los diálogos entre las actividades prácticas y las experiencias con realidad virtual, con el fin de promover el pensamiento de diseño en los estudiantes que cursan bachillerato.

Igualmente, se reconoció que el conocimiento se construye socialmente, pues se tomó en cuenta las interacciones entre los estudiantes, y entre los estudiantes y docentes, por medio de la información obtenida en los diferentes instrumentos utilizados.

Para lograr la credibilidad en los resultados, se realizaron procesos de recopilación de datos con instrumentos validados por expertos en cinco instituciones educativas diferentes.

De otro lado, para garantizar la confirmabilidad de los hallazgos en la investigación, se utilizaron datos recopilados desde las diferentes voces, tanto desde la óptica de los estudiantes como los docentes, al tiempo que se recopilaron datos cualitativos y cuantitativos. Posteriormente, se realizó en el análisis de datos, la triangulación para contrastar los resultados cualitativos y cuantitativos, y de esta manera llegar a resultados que correspondan con un análisis que considere diferentes aristas.

Capítulo 5. Estrategia metodológica

5.1. Paradigma constructivista

Honebein (1996) propone que el paradigma filosófico del constructivismo busca que se construya el conocimiento por medio de la realización de experiencias y la reflexión sobre ellas. Desde el paradigma constructivista el conocimiento se descubre por medio de la experimentación y el hacer (Kalender, 2007). Por su lado, Honebein (1996) realiza una recopilación de los principales referentes del constructivismo, entre quienes se encuentran Jerome Bruner, Jean Piaget, Lev Vygotsky y John Dewey.

El paradigma constructivista busca estudiar y comprender los fenómenos sociales en su contexto, teniendo en consideración cómo las personas dan significado a la investigación y en donde se requiere que los investigadores tengan interacciones con los sujetos de estudio para lograr obtener datos. Bajo este paradigma el enfoque de análisis es principalmente inductivo, donde el investigador busca encontrar patrones en los datos, para organizarlos en categorías más amplias, con el fin de comprender un fenómeno y lograr generar una teoría, (Krauss 2005).

En el paradigma constructivista se busca comprender el fenómeno de estudio a partir de las experiencias (Maturana, 2003); teniendo en cuenta las experiencias de los participantes y las experiencias del propio investigador, aceptando que la realidad es subjetiva, pues depende de la perspectiva de los participantes del estudio y por lo tanto pueden ser múltiples o variados, reconociendo que hay múltiples realidades. De acuerdo con ese mismo autor, la realidad corresponde a un dominio determinado por las operaciones del observador, que utiliza manipulaciones, descripciones e interacciones con otros observadores.

Uno de los elementos importantes de este paradigma es considerar que la realidad se construye socialmente (Bodgan & Biklen, 1998); teniendo en cuenta que el investigador construye el conocimiento socialmente, a partir del resultado de las experiencias de la vida real en los entornos naturales estudiados. (Punch, 2005). Aquí el investigador y los sujetos son participantes activos que dialogan, se mezclan, realizan preguntas, escriben, leen y realizan el registro de los datos de la investigación. La ontología del paradigma constructivista reconoce que existen múltiples realidades, y que estas pueden ser estudiadas y se les puede reconstruir por medio de las interacciones entre seres humanos, que son sujetos de la investigación y del investigador, para darle un significado y recopilar datos. (Chalmers et al., 2005).

Lincoln y Guba (1985) y Morgan (2007), recogen las características de las investigaciones que se encuentran en el paradigma constructivista, en las cuales se acepta la existencia de múltiples realidades socialmente construidas, se reconoce que la interacción entre el investigador y la investigación son fundamentales para lograr el conocimiento y el saber, considerando los elementos contextuales en la búsqueda de la comprensión de los fenómenos estudiados.

Guba y Lincoln (2005) sugieren que en las investigaciones con un paradigma constructivista los criterios de validez interna y confiabilidad propios del positivismo, deberían reemplazarse por los criterios de confiabilidad, credibilidad, transferibilidad y confirmabilidad. Estos son aceptados por diferentes investigadores en el campo de la educación (Silverman, 2000).

Con relación a la credibilidad se trata del grado en el cual los datos y sus análisis son creíbles, auténticos y permiten tener confianza en estos (Guba & Lincoln, 2005). El criterio de confiabilidad está relacionado con la capacidad de observar el mismo resultado o hallazgo si se tienen circunstancias similares, aun cuando en este paradigma se reconoce que las investigaciones son variables, contextuales y sujetas a diferentes interpretaciones de la realidad, en donde no se

pueden reproducir exactamente los mismos resultados. Pero, si es posible, que el investigador tenga la capacidad de realizar inferencias que pueden en sí mismas estar influenciadas por sus propios conocimientos en la construcción de significados. La confiabilidad de los resultados depende de las capacidades y habilidades del investigador de garantizar que los hallazgos sean el resultado de los datos recopilados y del análisis de la investigación.

Con relación a la confirmabilidad, esta se refiere al nivel en el cual los hallazgos del proyecto de investigación pueden ser confirmados en otra área del conocimiento, buscando eliminar la contaminación de los resultados en los análisis de datos (Shenton, 2004). Para esto, se debe buscar que los hallazgos sean el resultado de los datos de las experiencias de los informantes sin incluir las preferencias, sesgos y características del investigador.

El criterio de la transferibilidad está relacionado con los esfuerzos del investigador de garantizar que tiene los datos contextuales suficientes en la investigación para lograr que los lectores puedan relacionar los hallazgos de la investigación con otros contextos (Lincoln & Guba, 1985).

5.2. Investigación basada en el diseño (IBD)

De acuerdo con Plomp (2010), la investigación basada en diseño (IBD), es una metodología que permite el diseño, desarrollo y evaluación de intervenciones educativas, que incluyen estrategias, programas y materiales para la enseñanza o el aprendizaje, sistemas y productos; que buscan dar solución a diferentes problemas en las prácticas en contextos educativos, buscando mejorar el conocimiento acerca del efecto de estas intervenciones, haciendo énfasis en los procesos de diseño e implementación de estas. De Benito (2016) realiza una revisión analítica de los principales autores y fundamentos teóricos.

Para Van de Akker (1999), son cuatro los campos del campo educativo en donde la investigación basada en diseño (IBD), ya cuenta con una importante tradición, el currículo, la didáctica y la formación de docentes, la instrucción y el aprendizaje y el campo de medios y tecnología, que está bastante cercano al estudio propuesto en esta investigación, en la cual este tipo de metodología ha tenido un crecimiento bastante rápido, recientemente.

Anderson (2005) propone que la investigación basada en diseño logra centrarse en el desarrollo y evaluación sistémica de intervenciones en contextos educativos particulares, de manera similar a la investigación acción, centrándose en problemas reales que se ubican en las prácticas de los docentes.

De acuerdo con Burkhardt y Shoenfeld (2003), los fundamentos de la investigación basada en diseño son las falencias de la investigación educativa tradicional, que no se encuentra orientada a generar conocimiento sobre los avances en las prácticas, en relación con las necesidades reales de los sistemas educativos. Adicionalmente, se necesitan nuevas maneras de proponer y organizar las investigaciones involucrando políticas, desarrollos, diseños y prácticas.

Aunque pareciera que la investigación basada en diseño es netamente empírica, con un enfoque cuantitativo que busca generalizar resultados, más bien trata de profundizar en las implicaciones de las prácticas educativas, enfatizando en la resolución de problemas y la generación de conocimientos en los procesos de diseño, desarrollo y la evaluación de las prácticas educativas (Cabero, 2004).

Wang y Hannafin (2005), por otro lado, definen la investigación basada en diseño como una metodología flexible y sistémica, que busca mejorar las prácticas educativas por medio del diseño, análisis, desarrollo y la implementación con procesos iterativos, en la cual se logra la

colaboración entre practicantes e investigadores en entornos reales que buscan aplicar los principios del diseño y utilizan teorías de acuerdo con el contexto.

Richey (2007) propone la investigación basada en diseño para contrastar teorías con la práctica educativa, trabajando de manera colaborativa con profesionales en la práctica, construyendo colaborativamente conocimiento, superando los problemas diarios que afectan los procesos de aprendizaje y enseñanza en las escuelas y las clases, para adaptar las prácticas docentes a condiciones particulares, identificando en la práctica las intervenciones que tienen ventajas o beneficios para adaptarse y ajustarse con procesos iterativos en el contexto del estudio, buscando lograr entornos educativos innovadores (Brown, 1992).

El Design Based Collective (2003) propone que la investigación basada en diseño permite explorar diferentes innovaciones, incluyendo artefactos y elementos muy concretos en las estructuras de actividades, como son propuestas curriculares, los sistemas para el apoyo, tratando de ir más allá de contrastar las intervenciones específicas, llegando hasta la comprensión de las relaciones entre los artefactos, las teorías y la práctica educativa. En esa misma línea, Cobb (2003) muestra cómo entre las características están la iteración de los procesos, la evaluación y análisis de intervenciones con equipos colaborativos, con una orientación a la utilidad y fundamentada en la teoría.

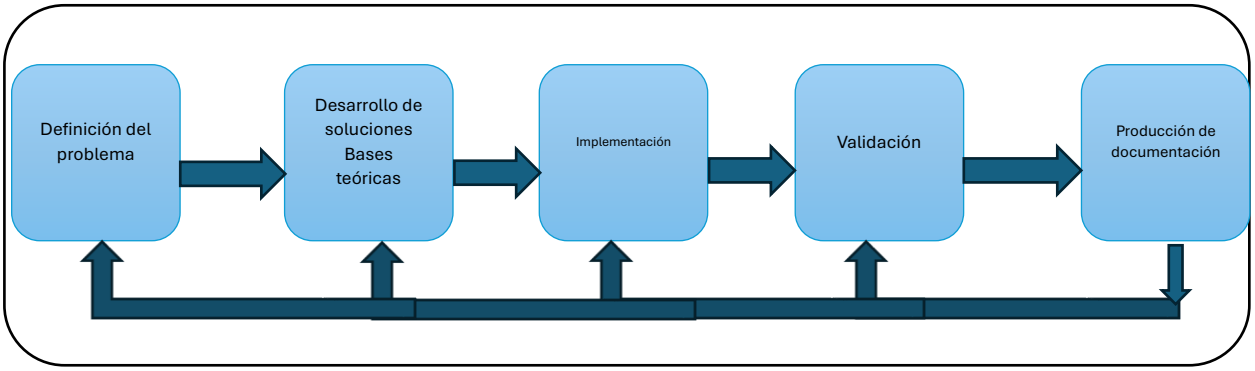
Para Wang et al. (2005) la investigación basada en diseño tiene varios principios entre los cuales se encuentra la iteración, la cual tiene procesos de desarrollo y diseño que permiten que investigadores y participantes puedan ser incluidos tanto en la revisión como en la reformulación. Otro principio es la reflexión, que, en oposición a la racionalidad técnica, sostiene que, en los problemas importantes en las prácticas profesionales, no se pueden definir y proponer resoluciones

previamente concebidas. Además, es participativa, pues si bien reconoce que hay un experto, valora la colaboración entre investigador y participantes como parte de un equipo.

Entre las propuestas más completas de las etapas de los procesos de investigación basada en diseño, se encuentra la de Reeves (2000), quien propone cinco etapas, como se muestra en la Figura 14.

Figura 14

Etapas de la investigación basada en diseño



Nota: la figura ilustra las Etapas de la investigación basada en diseño

Fuente: Reeves (2000).

Se observa la Figura 14 como la primera etapa de investigación basada en diseño propuesta por Reeves (2000). Primero se presenta la definición del problema y el análisis de la situación, para luego pasar al diseño de probables soluciones basadas en un marco teórico que se tiene como referencia. Esta etapa implica procesos profundos de fundamentación teórica que permiten evidenciar los puntos negativos y positivos de la intervención que se realizará. Las siguientes fases son la implementación y recopilación de información, que se llevan a cabo junto con la validación,

para luego pasar a documentar el proceso. Una parte fundamental es la realización de procesos de iteración o repetición en ciclos continuos, durante los cuales se realizan modificaciones en los diseños, las validaciones, los análisis, con el objetivo de rediseñar las propuestas, de manera que las iteraciones contribuyan a mejorar la intervención y a enfocarla adecuadamente.

Para De Benito (2016), la investigación basada en diseño no cuenta con métodos propios, sino todo lo contrario; se soporta en los métodos principalmente cualitativos, sin perder las características de ser colaborativa y participativa, entre investigadores, expertos externos y participantes. Reigeluth (1999) muestra cómo pueden emplearse metodologías mixtas que combinen métodos cualitativos y cuantitativos.

Entre las características se encuentra su perspectiva multivariable orientada a la observación de los cambios en los aprendizajes (Escudero, 1984), con el objetivo de mejorar los problemas concretos en el contexto de la investigación. Esto permite lograr un registro de los fenómenos estudiados de manera comprensiva, el cual sirve para el diseño de propuestas didácticas, programas, materiales y similares y otros recursos que se involucran en procesos de prueba y validación, con el fin de ser optimizados y difundidos en las comunidades educativas.

En la investigación basada en diseño, se busca realizar una observación continua de los fenómenos (De Benito, 2016), empleando distintas técnicas tanto de las metodologías cuantitativas como cuestionarios, encuestas, test, como de metodologías cualitativas, como estudios etnográficos, entre otras. El análisis tiene como objetivo identificar convergencias y perspectivas para aumentar la confianza en las evidencias y los datos.

Entre los instrumentos empleados en la investigación basada en diseño para el registro de información, se incluyen algunos habituales, como el análisis documental de bases de datos,

ensayos e informes; observaciones no participantes, en las que el investigador es un observador externo, y observaciones participantes, en las que los investigadores pueden recopilar información desde la propia participación; entrevistas semiestructuradas y estructuradas, diseños cuasiexperimentales y experimentales; y diferentes cuestionarios y test aplicables a docentes y alumnos (Cobb, 2003), además de seminarios y paneles con grupos de expertos en los temas estudiados.

5.3. Enfoque metodológico

El enfoque metodológico para esta investigación fue mixto, pues desde hace varias décadas se tienen en cuenta en las investigaciones en el área de la educación, diseños metodológicos complementarios, en los que se utilizan métodos mixtos (Brewer & Hunter 1989). De acuerdo con Moss (1996), la pertinencia de emplear métodos tanto cualitativos como cuantitativos en esta área se basa en la capacidad de retroalimentación de ambos métodos, porque permiten un mayor nivel de comprensión del fenómeno educativo estudiado, logrando resultados más cercanos, que dan cuenta de las realidades y las complejidades de los fenómenos y las relaciones que se estudian.

De acuerdo con Creswell (2005), cuando se utiliza una metodología con un enfoque mixto se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

Se realiza la recopilación de datos y el análisis tanto de tipo cuantitativo como cualitativo, de manera rigurosa y sistemática.

Se establecen procesos en los que se combinan ambos tipos de datos, ya sea mediante relaciones o interacciones entre ellos. Estas relaciones pueden darse de manera simultánea, para combinar o fusionar, o de manera secuencial, permitiendo mejorar la construcción de un tipo de datos sobre otro, o incluso insertando un tipo de datos dentro de los otros.

Es posible que se le otorgue prioridad a un método, en caso tal se tendría un método dominante, sin embargo, también es posible encontrar un equilibrio entre ambos.

Se deben considerar los marcos teóricos empleados para incluir diferentes métodos y sus procesos, considerando también la complejidad del mundo y de los fenómenos estudiados.

5.4. Matriz de integración del proceso de investigación

La Tabla 6 muestra la matriz de integración del proceso de investigación, la cual se articula la pregunta de investigación, con el objetivo general, los objetivos específicos, la técnica empleada en cada objetivo y los instrumentos que se utilizaron.

Tabla 6

Matriz de integración del proceso de investigación

Pregunta de investigación		
¿Qué tipos de diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, son necesarios para favorecer el pensamiento de diseño frente a la resolución de problemas?		
Objetivo general		
Establecer los tipos de diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas necesarios para favorecer el pensamiento de diseño frente a la resolución de problemas.		
Objetivos específicos	**Técnica**	**Instrumentos**
Caracterizar las experiencias pedagógicas que se han realizado con el apoyo de las metodologías que	Revisión documental	Matriz de análisis

promueven el pensamiento de diseño; las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, en las clases de tecnología e informática en bachillerato.		
Formular una propuesta didáctica que incentive el pensamiento de diseño a partir de los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática en bachillerato.	Revisión documental	Matriz de análisis
Implementar la propuesta didáctica diseñada que incentive el pensamiento de diseño a partir de los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática en bachillerato.	Entrevistas Observación participante, observación no participante Observación participante.	Cuestionario de entrevistas. Rúbrica de seguimiento, con escala de Likert.
Evaluar la mejora en el desarrollo del pensamiento de diseño en los estudiantes de bachillerato, con la implementación de la propuesta	Encuesta Revisión documental (de prototipos).	Escala de Pensamiento de Diseño desarrollada por Luecha (2021).

didáctica a través de las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática, en cinco instituciones educativas.	Portafolio- Resultados de los estudiantes.

Nota*:* la tabla muestra la matriz de integración del proceso de investigación, en el que se articulan los diferentes componentes. Fuente: elaboración propia.

5.5. Instrumentos de recolección de datos cuantitativos y cualitativos

5.5.1. Diseño y validación de instrumentos

5.5.1.1. Instrumento principal Escala de Pensamiento de Diseño desarrollada por Luecha (2021)

El instrumento principal que se utilizó para la recolección de datos cuantitativos fue la Escala de Pensamiento de Diseño desarrollada por Luecha (2021). Este instrumento fue validado por 138 docentes en el campo STEM. Esta escala mide el pensamiento de diseño en seis dimensiones: (a) sentirse cómodo con la incertidumbre y los riesgos, (b) centrado en lo humano, (c) atención plena al proceso y los impactos en los demás, (d) trabajo colaborativo con la diversidad, (e) orientación al aprender haciendo y probando, y (f) tener confianza y optimismo para utilizar la creatividad. A los diferentes ítems del instrumento se le realizó una adaptación que fue validada por docentes expertos, como se explicará en un siguiente apartado. Las siguientes son la característica del instrumento.

Instrumento: Escala de pensamiento de diseño, validado por 138 docentes en el campo STEM, Luecha (2021) y adaptado al contexto de la investigación.

Tipo de instrumento: Cuestionario con escala de Likert de 5 niveles.

Técnica: Cuestionario con preguntas cerradas y abiertas.

Objetivo propuesto y relacionado con el instrumento: Evaluar la mejora en el desarrollo del pensamiento de diseño en los estudiantes de bachillerato, con la implementación de la propuesta didáctica con experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática, en cinco instituciones educativas.

¿A quiénes se aplicó?: a los estudiantes que participaron en la investigación, quienes evaluaron el logro de los objetivos en las diferentes etapas del pensamiento de diseño (design thinking).

¿En qué momento se aplicó?: después de la implementación de la propuesta didáctica de la metodología de pensamiento (design thinking), con la realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática.

Tiempo de aplicación: 50 minutos.

Forma de recopilar o registrar la información: archivos de texto con las respuestas a las preguntas propuestas en el cuestionario.

En el Anexo 2 se encuentra el instrumento completo con sus respectivos ítems.

Adicionalmente, se emplearon dos instrumentos de recolección de datos cualitativos; el primero es una rúbrica de seguimiento con escala de Likert, para recopilar datos con respecto a la observación participante y no participante, que se aplicó a los docentes de las cinco instituciones

educativas en donde se implementó la investigación. De acuerdo con Tecpan (2014), en el campo de la educación científica las rúbricas se utilizan para evaluar secuencias didácticas orientadas al desarrollo de competencias científicas. Esta herramienta permitió realizar una valoración de manera objetiva y sistemática de las habilidades y conocimientos adquiridos por los alumnos en las actividades propuestas.

Para Miles et al. (2014) y Jorgensen (1989), el propósito de la observación es comprender procesos vinculados entre las personas y sus situaciones, experiencias o acontecimientos, los eventos que ocurren y qué patrones son los que se desarrollan.

Este instrumento buscó obtener información para lograr cumplir con el objetivo planteado en esta investigación, de establecer cuáles son los diálogos entre la realidad virtual y las actividades prácticas, que favorecen el pensamiento de diseño y que permitieran resolver problemas del entorno de los estudiantes.

De acuerdo con Lofland et al. (2005), entre los elementos que ofreció este instrumento se incluye la observación de las maneras de organizar los grupos, algunos patrones de vinculación, como los propósitos de las direcciones en las comunicaciones, aspectos verbales y no verbales, procesos de liderazgo y las frecuencias de las interacciones.

En esta investigación se emplearon dos enfoques: la observación no participante y la observación participante. El proceso fue llevado a cabo por los cinco docentes titulares de las clases de tecnología e informática, quienes se encargaron de diligenciar la rúbrica de seguimiento. Este instrumento se utilizó debido a que se realizó la intervención en las clases de tecnología e informática, lo que permitió registrar la información de los docentes, con relación a las

observaciones, las interacciones y actividades de los estudiantes. Las características de este instrumento son:

Tipo de instrumento: rúbrica de seguimiento; un cuestionario con preguntas cerradas y abiertas.

Técnica: observación no participante y observación participante.

Objetivo relacionado: implementar la propuesta didáctica diseñada que incentive el pensamiento de diseño a partir de las relaciones entre las experiencias con la realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología en bachillerato.

¿A quiénes se aplicó?: a los docentes de tecnología e informática que realizaron el seguimiento a los estudiantes y que participaron en la investigación, quienes evaluaron las fases del pensamiento de diseño en cada uno de los grupos de estudiantes.

¿En qué momento se aplicó?: se recopilaron los datos después de la intervención, de la implementación de la propuesta didáctica metodología de pensamiento (design thinking), con la realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología, en cinco instituciones educativas.

Tiempo de aplicación: 30 minutos después de la intervención, de la implementación de la propuesta didáctica metodología de pensamiento (design thinking), con las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática, en cinco instituciones educativas.

Forma de recopilar o registrar la información: archivos de texto con las respuestas a las preguntas propuestas.

En el Anexo 2 se presenta el instrumento completo con los ítems respectivos.

El tercer instrumento que se utilizó fue el cuestionario para la entrevista semiestructurada, en la cual, según Janesick (1998), por medio de una reunión entre el entrevistador y los entrevistados, con diferentes preguntas y respuestas, se logra obtener un proceso de comunicación y elaboración de significados.

De acuerdo con lo citado por Hernández-Sampieri (2014a, p. 403) se empleó la entrevista semiestructurada propuesta por Ryen (2013) y Grinnell y Unrau (2011). Esto permitió realizar preguntas a través de una guía con preguntas específicas, brindando además la libertad de agregar preguntas adicionales, ya sea para precisar algunos conceptos o para recopilar más información sobre algún ítem en particular. Las siguientes fueron las características de este instrumento

Tipo de instrumento: Cuestionario de entrevista semiestructurada con preguntas abiertas.

Técnica: Entrevista

Objetivo relacionado: recopilar información para evaluar la mejora en el desarrollo del pensamiento de diseño en los estudiantes que cursan bachillerato, con la realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática, en cinco instituciones educativas.

¿A quiénes se aplicó?: a los cinco docentes de tecnología e informática que realizaron el seguimiento de los estudiantes que participaron en la investigación.

¿En qué momento se aplicó?: después de la intervención, de la implementación de la propuesta didáctica diseñada con la metodología de pensamiento (design thinking), con la realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática, en cinco instituciones educativas.

Tiempo de aplicación: 60 minutos por medio de conexión virtual con los docentes participantes.

Forma de recopilar o registrar la información: archivos de audios y video con las respuestas a las preguntas de los docentes participantes, que se transcribieron en archivos de texto posteriormente.

5.5.2. Validación de instrumentos

Para realizar la validación de instrumentos en esta investigación, se utilizó el método Delphi, propuesto por López (2018), el cual se conformó por un grupo de personas expertas que revisaron los instrumentos para valorar los indicadores y dimensiones de los instrumentos propuestos.

Para la selección de las personas expertas en la validación de instrumentos se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

Personas con doctorado en ciencias de la educación o áreas afines.

Experiencia en investigación y asesorías de proyectos de investigación.

Afinidad con las publicaciones e investigaciones realizadas con los temas de esta investigación.

Diversidad geográfica en diferentes contextos.

Manifestar la disponibilidad de colaborar con el proceso.

Para la realización de la validación de instrumentos se contó con la participación de los expertos que se muestran en la Tabla 7. Por su parte, en el Anexo 5 se encuentran las cartas de aceptación.

Tabla 7

Expertos validadores de los instrumentos

Nombre del experto	Perfil académico
Dr. Raúl Antonio Bustos González	Doctor en Educación Universidad Autónoma de Barcelona. Director y docente del programa de Doctorado en Educación de la Universidad de Tarapacá, Chile.
Dr. José Martín Hurtado Gálvez	Doctor en Educación, en la especialidad Teoría Pedagógica, Hermenéutica y Multiculturalismo de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), México. Es miembro asociado de la Sociedad Mexicana de Historiadores de la Educación, desde 2011. En el 2013 recibió el Doctorado Honoris Causa por parte de la Academia Latinoamericana de Literatura Moderna. En enero del 2014 asumió el cargo de presidente de la Academia Mexicana de Literatura Moderna.
Dra. Sonia Yaneth López Ríos	Doctora en Enseñanza de las Ciencias, Universidad de Burgos ,España. Magíster

	en Educación de la Universidad de Antioquia.
	Licenciada en Matemáticas y Física. Docente de planta de la Universidad de Antioquia, Doctora en Educación e Investigadora Asociada Colciencias.
Dr. Juan Carlos Valdés Godínez	Doctor en Pedagogía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Responsable del Cuerpo Académico "Estudios en Cultura Digital, sus implicaciones en la Educación y Difusión de la Ciencia", becario del CONACYT para la realización del doctorado, titulado con mención honorífica y candidato a la obtención de la medalla Alfonso Caso a la mejor tesis de doctorado en Humanidades de la UNAM.

Nota: La tabla muestra los expertos validadores de los instrumentos empleados en la investigación. Fuente: elaboración propia

5.5.3. Selección de la población y participantes

En esta investigación el número de participantes fue de 238 estudiantes. Los participantes fueron estudiantes que cursan bachillerato en Colombia; de cinco instituciones educativas, tres ubicadas en el municipio de Chía, y dos en la ciudad de Bogotá; el estrato socioeconómico de los participantes fue estrato socioeconómico 2 y 3 principalmente; aproximadamente más del 90 % de los estudiantes contó con disponibilidad de internet y con laboratorios de informática en sus escuelas.

Las siguientes son las instituciones en las que se realizó la intervención.

IE Diosa Chía Cundinamarca

IE Bojacá Chía Cundinamarca

IE Fagua Chía Cundinamarca

IE Castilla Bogotá

IE Alfonso López Michelsen Bogotá

Entre las razones para la selección de estas instituciones y población se tuvo en cuenta la disponibilidad de aulas de informática en las instituciones, pues contaban con una calidad aceptable de conectividad y equipos de cómputo, así mismo, más del 90 % de los estudiantes de bachillerato contó con el acceso a equipos móviles, y las gafas de realidad virtual estuvieron fácilmente disponibles para los estudiantes. Los estudiantes tenían entre 14 a 17 años de nivel básica secundaria.

Las gafas de realidad virtual fueron genéricas, de bajo costo, que requerían el uso de equipo móvil para su uso, pero permitieron tener una experiencia inmersiva, además de contar

con controles de mando y con la característica de generar sonido envolvente. Contaban con un campo visual de 90 a 100 grados, la posición de los lentes era ajustable dependiendo del tamaño de los usuarios. Además, se permitió utilizar teléfonos inteligentes con tamaños entre 4,5 y 6 pulgadas y se contó con lentes ópticos esféricos de 40 mm.

La muestra fue no probabilística, comúnmente utilizada en las investigaciones cualitativas y cuantitativas, en las que no se requiere una representación estadística representativa de la población.

Como elemento de referencia también se revisó el tamaño de la población con la que se contó en algunas de las investigaciones que se analizaron en el estado del arte que corresponden a tesis doctorales como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8

Tamaños de la población de proyectos de investigación de categorías afines

Título del proyecto	**Tipo de proyecto Autor**	**Tamaño de la población del estudio**
Immersive medicine: an investigation of a virtual reality intervention for simulation-based medical education.	Tesis doctoral Miller (2020)	130 personas

Augmented reality systems and user interaction techniques for stem learning	Tesis doctoral Kang (2019)	69 personas
Using Virtual Reality to Improve STEM Education.	Tesis doctoral Samar (2022)	36 personas
Designing Virtual Reality for Learning	Tesis doctoral Baceviciute (2021)	124 personas
Effect of virtual reality on motivation and achievement of middle-school students	Tesis doctoral Bowen (2018)	76 personas
Immersive and Engaging Forms of Virtual Learning New and improved approaches towards engaging and immersive digital learning	Tesis doctoral Pirker (2017)	68 personas

Fostering Deep Learning in Immersive Virtual Reality: Interplay of Learner's Characteristics with Internal and External Support.	Tesis doctoral Gwendolin (2021)	61 participantes
From chalkboards to virtual reality: Exploring the development and implementation of virtual reality in United States History classrooms	Tesis doctoral Brownridge (2020)	300 participantes
The Effect of 3D Virtual Reality Technologies on Learning: A Qualitative Research	Tesis doctoral Rahman (2019)	21 participantes
Virtually There: A Phenomenological Study of Secondary Students and	Tesis doctoral Sonta (2019)	8 participantes

Their Engagement with Virtual Reality Field Trips		
Diffusion of Virtual and Augmented Reality in Pre-K to 12 Education: Experiences and Perceptions of Pioneer Teachers.	Tesis doctoral Nana (2021)	9 participantes
Examining the Impact of Virtual Reality Integration into a Social Studies Classroom	Tesis doctoral Lissette (2021)	27 participantes

Nota*:* la tabla muestra los tamaños de la población de proyectos de investigación de categorías afines. Fuente: elaboración propia.

5.6. Consideraciones éticas

Esta investigación se realizó en cumplimiento con la Resolución 8430 de 1993 y la Declaración de Helsinki, en lo referente a la adecuación de los principios científicos y éticos aplicables a la investigación, exponiendo de forma clara los riesgos mínimos asociados. Además, se solicitó el consentimiento informado y asentimiento escrito tanto de los sujetos de la investigación como de sus representantes legales, dado que se trataban de menores de edad. La

investigación buscó cuidar la integridad del ser humano, velando por garantizar el bienestar del sujeto de investigación.

La inclusión de los estudiantes que participaron en la investigación se realizó cuando se obtuvo la autorización y consentimiento de sus representantes legales; formatos que se enviaron para su respectiva revisión, firma y autorización. De igual manera, la investigación protegió la privacidad de los individuos, sujetos de la investigación, realizando su identificación únicamente solamente cuando los resultados lo requerían, ellos lo aceptaban o su representante legal lo autorizaban. Para el caso de registros fotográficos, se solicitó la autorización al representante legal del estudiante. Igualmente, el investigador principal identificó los tipos de riesgos a los que estuvieron expuestos los sujetos de la investigación y este hecho se informó a los participantes y los representantes legales, por medio del formato de consentimiento y asentimiento, para que estuvieran al tanto y posteriormente fuera aceptado y firmado.

Para el caso de esta investigación el tipo de riesgo al que estuvieron expuestos los sujetos de la investigación fue mínimo, pues para el registro de datos se emplearon elementos tecnológicos, como dispositivos de realidad virtual que ya han sido previamente empleados por millones de usuarios a nivel mundial. En general, los hallazgos de los estudios actuales indican que, cuando se utilizan de manera responsable (por ejemplo, en un entorno seguro y bajo la supervisión de un adulto), los dispositivos de realidad virtual modernos pueden ser utilizados de manera segura por los niños en un escenario de uso educativo. (Rauschenberger, 2020).

Sin embargo, en la implementación de la investigación se contó con un adulto responsable. En este caso fue un docente del área de tecnología e informática, quien estuvo atento a cualquier novedad y buscó que el espacio para el uso de elementos de realidad virtual por parte de los estudiantes fuera seguro. En caso de observarse algún riesgo para la salud de los sujetos que

participaron en la investigación, se suspendió parcial o totalmente las actividades propuestas. El formato de consentimiento diligenciado por los participantes informó que ellos tenían la libertad de retirarse del proyecto por decisiones propias o de sus acudientes si así lo requerían.

De igual forma, el docente a cargo de la investigación en cada institución educativa estaba dispuesto a solicitar atención médica en caso de que algún sujeto lo requiriera. El consentimiento informado por escrito permitió que el representante legal autorizara la participación de los estudiantes en la investigación, este incluía los procedimientos, beneficios y riesgos que involucraron la investigación, permitiendo la libre elección de la participación sin coacción alguna.

En la eventualidad de problemas médicos de alguno de los estudiantes participantes, los docentes estaban prestos a activar las rutas de atención, que se incluyen en los protocolos de las diferentes instituciones, con el respectivo llamado al acudiente y la llamada a números de atención de emergencia en caso de ser necesario, así como la atención en la institución educativa en la respectiva enfermería, si la situación lo ameritaba.

Con relación a los dilemas éticos de esta investigación, estos estuvieron relacionados con los beneficios esperados por los estudiantes para favorecer el tipo de pensamiento de diseño, al emplear mediaciones con realidad virtual y las actividades prácticas. Pues si bien se esperaba un apoyo en el pensamiento de diseño, también era posible que se tuviera un resultado opuesto, y que los estudiantes no mostraran el beneficio esperado. Sin embargo, al tratarse de una intervención de máximo tres meses en las clases de tecnología e informática, los estudiantes en ese caso se vieron afectados mínimamente. Otro de los dilemas éticos estuvo relacionado con la participación del investigador principal como observador en una de las instituciones en donde se realizó la investigación. Para reducir el impacto de esta participación se realizó la implementación de la

investigación en otras cuatro instituciones educativas, además de emplear instrumentos validados por expertos externos.

El procedimiento que se realizó para la recepción de consentimiento y asentimiento informado fue la entrega del formato impreso físicamente a los estudiantes para su revisión y lectura. Se permitió un tiempo prudencial de una semana para que estudiantes y representantes legales pudieran realizar su diligenciamiento para posteriormente realizar la recepción del documento y la verificación y chequeo de diligenciamiento.

Con relación a la protección de la privacidad de los sujetos, en el formato de consentimiento y asentimiento se solicitó la aprobación de los estudiantes y sus representantes legales de la autorización para la toma de registros fotográficos de los estudiantes participantes, única y exclusivamente con fines de la investigación, además se evitaron las tomas en primer plano.

Para el manejo de la confidencialidad de la información, se dio cumplimiento a la Ley Estatutaria 1581 de 2012, y sus decretos reglamentarios 1377 de 2013 y 1074 de 2015, capítulo 25. En este marco se solicitó la autorización del consentimiento y asentimiento de manera previa, informada, consentida, voluntaria e inequívoca y se expresó cómo se realizó el respectivo tratamiento de los datos, respetando los principios de veracidad, transparencia, circulación restringida; el tratamiento de los datos solo se realizó por personas autorizadas por el titular, en este caso, el investigador principal, solamente con fines académicos y de la investigación. Se aclaró que los datos personales no serían compartidos ni podrán estar disponibles en internet u otros medios de divulgación masiva. De igual forma, se garantizó el principio de seguridad en el tratamiento de los datos, que se realizó con las medidas técnicas, humanas y administrativas que fueron necesarias para otorgar la seguridad de los registros, evitando su pérdida, adulteración, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento. Se garantizó igualmente el principio de

confidencialidad, que garantiza la reserva de la información, incluso después de finalizada su relación con las labores que comprende la investigación, pues la comunicación o divulgación de datos personales solo se realiza cuando está prevista en la ley o dentro de los términos que establece. Igualmente, se aclaró que posterior al proceso de análisis de datos se procedía a la destrucción de la información recogida.

El protocolo de manejo de datos Habeas Data, incluyó los procedimientos que se incluyen en el art. 17 de la Ley 1581 de 2012, que busca garantizar en todo momento el ejercicio de habeas data. De ese modo, se solicitó y conservó las copias de las autorizaciones del titular en las que se informó la finalidad de la recolección de la información y los derechos con que contaban los participantes, en virtud de la autorización otorgada. Igualmente, se garantizó la conservación de la información bajo las condiciones de seguridad necesarias para evitar la pérdida, adulteración, consulta o acceso no autorizado o fraudulento. También se garantizó que la información fuera tratada de manera veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible. Por otro lado, se permitió la rectificación de la información cuando esta fuera incorrecta. Se garantizó el tratamiento de los datos de acuerdo con las condiciones de seguridad y privacidad de la información del titular, además de tramitar las consultas y reclamos que tuvieran lugar. (Ver Anexo 4 aval CEBIC).

Capítulo 6. Desarrollo de objetivos

6.1. Desarrollo primer objetivo: caracterizar las experiencias pedagógicas que se han realizado, con el apoyo de las metodologías que promueven el pensamiento de diseño; las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, en las clases de tecnología e informática en bachillerato.

El primer objetivo específico de la investigación fue el de caracterizar las experiencias pedagógicas que se han realizado, con el apoyo de las metodologías que promueven el pensamiento de diseño, el uso de realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática en bachillerato. Para este fin, se empleó la revisión documental y se propuso la matriz de análisis como el instrumento a utilizar.

Aranda (2024) propone que la revisión documental es un proceso en el cual se accede a la información que está disponible para construir el conocimiento. Permite que un investigador comprenda y analice los conceptos y definiciones relacionados con un tema de investigación. En el proceso de revisión y análisis documental se buscó realizar un proceso sistemático de revisión de documentos escritos, para encontrar lo que no era evidente, para la representación y construcción de conocimiento de una manera distinta.

Barraza (2018) postula que la revisión documental permite guiar la investigación desde dos elementos, uno que está relacionado con los datos que ya existen desde diferentes fuentes e investigaciones, para tener una visión sistemática de determinados temas de investigación desde múltiples fuentes dispersas. Esto implica que con la revisión documental se buscó indagar sobre todo el conocimiento científico de los temas de interés disponibles en los documentos académicos asociados para identificar diferencias y semejanzas, con el fin de realizar sistemas de agrupación,

y contar con los elementos para el diseño de la propuesta didáctica del siguiente objetivo propuesto en la investigación (Londoño, 2014; Valencia, 2015).

Teniendo en cuenta que la técnica que se utilizó fue la revisión documental, de acuerdo con Valencia (2015), se buscó realizar un recopilación y análisis de las experiencias pedagógicas que se han realizado para promover el pensamiento de diseño, con el uso de actividades prácticas; pero también las aplicaciones de realidad virtual disponibles con fines educativos y pedagógicos, con el fin de identificar las diferentes propuestas, sus características, similitudes, componentes didácticos, etapas, fines pedagógicos, para establecer elementos en la construcción del siguiente objetivo propuesto en la elaboración de la propuesta didáctica.

Quintana (2006) propone que para el análisis documental se deben realizar cinco acciones: el rastreo e inventario, la clasificación, la selección, la lectura en profundidad, la lectura comparativa y el análisis. En esa misma línea, Valencia (2015) plantea que la revisión documental permite identificar las investigaciones realizadas con anterioridad, sus autores, las discusiones, para elaborar premisas de partida, consolidar bases teóricas, establecer las diferencias y semejanzas, para categorizar experiencias y realizar esquemas observacionales, con el fin de redefinir los problemas y orientar la investigación y la propuesta didáctica que se va a diseñar en el caso de esta investigación.

Para la realización del inventario o rastreo se realizó la búsqueda en bases de datos relacionadas con las búsquedas tales como Elibro, Google Scholar, Scielo, Scopus, Spinger, Jstor, Stage Knowledge y los repositorios de proyectos de investigación de universidades y centros de investigación académica.

Para la clasificación y selección de las fuentes, se realizó una matriz de revisión y análisis, (Molano, 2022). La matriz de análisis documental permitió extraer y clasificar los conceptos principales de diferentes documentos, ayudando a sintetizar la información para llegar a construir razonamientos para la comprensión del tema que se estaba investigando (Aranda, 2024). La matriz de análisis se elaboró, con el objetivo de realizar una primera revisión de las fuentes documentales, que reuniera las propuestas didácticas actualmente diseñadas para favorecer el pensamiento de diseño en bachillerato. Se incluyeron en esta matriz elementos como: el título, autor, características generales, las etapas del pensamiento de diseño que se contemplaban, las técnicas o herramientas didácticas empleadas y los posibles elementos que podían aportar a la propuesta didáctica que se diseñó en la siguiente etapa.

Teniendo en cuenta que se buscó clasificar la información, se realizaron dos matrices; la primera para caracterizar las propuestas didácticas con el propósito de favorecer el pensamiento de diseño y la segunda relacionada con las propuestas didácticas, herramientas y aplicaciones que utilizan experiencias virtuales en el área de tecnología e informática con fines educativos y pedagógicos, actualmente.

La Tabla 9 es el diseño de la matriz que permitió realizar la caracterización de las propuestas didácticas disponibles para favorecer el pensamiento de diseño en educación básica y media, publicadas entre los años 2014 y 2024.

Tabla 9

Matriz de caracterización de las propuestas didácticas disponibles para favorecer el pensamiento de diseño en educación básica y media

Título de la propuesta	**Autor**	**Característica s didácticas**	**Etapas del pensamient o de diseño de propuestas**	**Técnicas o herramientas didácticas**	**Elementos que aportan al diseño de la propuesta didáctica**
Design Thinking	Universida d Politécnic a de Madrid. Servicio de Innovació n Educativa de la UPM (2020)	Es una guía educativa que presenta el modelo de design thinking, además de recursos y elementos para aplicarlo en contextos educativos.	Descubrir Interpretar Idear Experiment ar Evolucionar	Recursos TIC Actividades para estudiantes Mecanismos de seguimiento y tutoría Competencias por desarrollar.	Descripciones del rol de los estudiantes y profesores. Niveles de experiencia en el proceso de diseño Propuestas de metodologías activas de aprendizaje
Aprendien do en casa educación secundaria	Ministerio de Educación del Perú (2016).	Material didáctico en el que se aplica la metodología design thinking	Empatizar Definir Idear Prototipar Evaluar	Portafolio cuadernos y lápices. Actividades de exploración y	Tablas y mallas receptoras de información. Orientaciones para el apoyo educativo de los

		por medio de actividades.		descubrimiento.	estudiantes con necesidades educativas especiales.
Design thinking: cómo guiar a estudiantes, emprendedores y empresarios en su aplicación	Universidad de La Serena. Chile. (Castillo et al., 2014)	Se realiza una revisión del fundamento teórico del design thinking y una descripción de la implementación de las diferentes etapas.	Empatía Definir Idear Prototipar Evaluar	Empatía: Entrevistas, *shadowing*, *focus group*, mapas de empatía, *storyboards* Definir: mapas de contexto, árbol de problemas. Idear: *Brainstorming.* Prototipos, *mockup*. Testeo de productos	Las diferentes herramientas didácticas y técnicas que se plantean para desarrollar las distintas etapas del pensamiento de diseño.
Cómo nutrir y hacer	Janhagen (2019).	Guía que propone cómo implementar	Descubrir Definir Refinar	Team Canvas Mapa de empatía.	Algunas de las herramientas y

crecer el design thinking	Capgemini Invent	las diferentes etapas del design thinking para la resolución de problemas de manera creativa y para las personas		*Journey mapping* *Crazy eights* *Storyboarding* Votaciones Prototipos de baja fidelidad	técnicas empleadas. La propuesta establece los objetivos, tiempos, materiales y pasos de las diferentes actividades. Y algunas plantillas de las distintas actividades
Guía metodológica y herramientas para innovar	Toulouse Thinking (2021)	Guía didáctica que permite conocer los componentes de la metodología design thinking y aplicarla mediante la gestión de procesos	Investigar Idear Desarrollar Transferir	Árbol de análisis de problemas. Fichas causa-efecto. Mapa de actores. Bodyboard, Arquetipo de usuario.	La identificación de algunas habilidades blandas que se pueden promover con el design thinking, como el trabajo colaborativo, la inteligencia emocional,

		flexibles, ágiles e iterativos para llegar a resultados innovadores y creativos.		Mapa de empatía. Ruta para conceptualizar	habilidades sociales, la ética y la orientación al logro.
Design thinking	Pineda (2019). Universidad Oberta de Catalunya.	Guía que presenta el proceso de design thinking para la resolución de problemas complejos, en los que se proponen diferentes soluciones mediante aproximaciones innovadoras	Empatizar Definir Idear Prototipado Prueba	Entrevistas Análisis de contextos Mapas de empatía *Customer Journey Map* *Storyboards* Prototipo de papel, *Mockups* Experimentos con usuarios Prototipado digital,	Algunas de las herramientas y técnicas empleadas, en particular el prototipado digital y los videos. digitales pues permite la creación de prototipos virtuales con pocos recursos económicos

				Videos digitales	
Manual de creatividad	Rodríguez (2024) Secretaría de Educación Pública de México	Se busca que los usuarios aprendan los conceptos básicos del pensamiento de diseño sobre las etapas del proceso de innovación, identificación de problemas y los desafíos en su formulación	Empatía Definición Ideación Prototipo	Observación Preguntas para identificar ideas innovadoras Rúbricas para evaluar y elegir las ideas de acuerdo con su viabilidad Entrevistas a expertos y a consumidores Mapas de empatía Creación de avatares Mapas de experiencias de los clientes	Rúbricas de análisis de viabilidad de ideas y propuestas. El uso de avatares para la realización de entrevistas

Miniguía: una introducción Design Thinking	Hasso Plattner Institute of Design at Stanford (2020).	El documento ilustra las premisas del proceso creativo, las características de sus etapas y los métodos de implementación en las aulas de clase	Empatía Definir Idear Prototipar Evaluar	Entrevistas, Brainstorming, Mapas de empatía. *Checklist* de lectura crítica, *Cardsorting*, Prototipos con empatía Prototipos para evaluar	Los métodos para realizar las entrevistas para empatizar. Las estrategias para identificar necesidades de los usuarios. Las estrategias para guiar una lluvia de ideas o *brainstorming* y *cardsorting* para seleccionar las mejores ideas propuestas por los estudiantes
Design thinking toolkit	Tellus TCU. Laboratorio de Innovación y	Propuesta didáctica para realizar el proceso de pensamiento de diseño con	Empatía Definición Ideación Prototipado Testeo	Mapa de actores Investigación de escritorio Matrices de hipótesis	El método usado en las actividades del pensamiento de diseño permite establecer unos objetivos

Coparticipación del Tribunal de Cuentas Federales Colab-i (2021)	actividades, definiendo el objetivo, el equipo requerido, el tiempo, los materiales y recursos y el paso a paso de cada actividad	Mapa de empatía Diario de campo Cartas de conocimientos Búsqueda de analogías	definidos, un tiempo establecido, un equipo, unos materiales y un paso a paso en cada una de las actividades

Nota: la tabla ilustra la matriz de caracterización de las propuestas didácticas disponibles para favorecer el pensamiento de diseño en educación básica y media. Fuente: elaboración propia.

La segunda matriz, en la Tabla 10, incluye las herramientas y aplicaciones disponibles que utilizan realidad virtual en el área de tecnología e informática con fines educativos o pedagógicos publicadas en los periodos contemplados, desde comienzos del año 2022 hasta junio del 2024, en la cual se incluye el nombre de la herramienta o aplicación, sus características, los requisitos de *hardware* en los dispositivos y las consideraciones con respecto al diseño de la propuesta didáctica que se diseñó en el siguiente objetivo.

Tabla 10

Matriz de caracterización de las herramientas y aplicaciones que utilizan realidad virtual en el área de tecnología e informática con fines educativos o pedagógicos

Nombre de la herramienta y/o aplicación	**Características**	**Requisitos de *hardware* y/o dispositivos**	**Consideraciones en el diseño de la propuesta didáctica**	**Referencias de la utilización**
Gravity Sketch	Es una plataforma que permite realizar el modelado en 3D con realidad virtual, adicionalmente, permite el trabajo colaborativo en equipos multidisciplinarios. Cuenta con una versión que es gratuita. La	Requiere el uso de computador con una buena capacidad de renderizado de imágenes y una memoria RAM de más de 8 GB	Si bien la herramienta cuenta con una versión educativa gratuita, los requerimientos de *hardware* y memoria RAM son considerablemente exigentes.	Vo (2022) https://gravitysketch.com/

	plataforma permite realizar el modelado en tiempo real en diferentes formatos			
Maquette	Es una herramienta gratuita diseñada por Microsoft para la creación de contenido 3D desde estructuras sencillas hasta complejas	Se necesita del uso de un computador con una buena capacidad de manejo de imágenes y una memoria RAM de más de 8 GB	Si bien la herramienta es gratuita, los requerimientos de *hardware* y memoria RAM son considerablemente exigentes	Landvogt S. (2020) https://learn.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/design/maquette
AltspaceVR	Es una plataforma que permite la realización de eventos y experiencias	Los requerimientos del equipo son: memoria RAM de 4GB, tarjeta gráfica, un	La herramienta cuenta con unos requerimientos de *hardware*	Chirico et al. (2022) https://www.meta.com/es-es/experiences/pcvr/altspace

	con realidad mixta en vivo, permitiendo la conexión y colaboración humana. Se Pueden programar una variedad de eventos virtuales, como conciertos en vivo, conferencias, charlas tecnológicas y reuniones de equipo colaborativo	procesador mínimo de quinta generación, capacidad de almacenamiento de 500 MB y un sistema operativo Windows o superior	considerablem ente exigentes que la hace difícil de utilizar en entornos educativos	vr/107230315 2793390/?srsl tid=AfmBOoq mqy219HoHc JV6bSDrgUS QhkUiCVya1i 5Ti-L3YCj2C45T pTEU
transfrinc	Esta aplicación está diseñada para trabajar con elementos	Se requieren dispositivos de realidad virtual,	La gran mayoría del contenido está enfocado a	Furr (2023) https://transfri nc.com/

	peligrosos en "entornos seguros" por medio de la exploración con realidad virtual, fue especialmente diseñada para escuelas públicas de los Estados Unidos.	como Oculus o similares.	ciencias naturales y se requieren dispositivos de realidad virtual con altas prestaciones	
StoryboardThat	Es una herramienta que permite la comunicación visual, por medio de la creación de guiones gráficos que les dan vida a las	Se requieren computadores con una memoria RAM de por lo menos 2GB.	Si bien la herramienta no tiene unos requerimientos altos de *hardware*, está más enfocada en la creación de historietas, no ofrece	Moreno (2022). https://www.storyboardthat.com/es

	palabras y pueden encapsular la imaginación. Mediante el uso de elementos visuales como escenas de personas e imágenes se crean experiencias atractivas para las audiencias		prestaciones para la creación de prototipos o metaversos	
Spatial io	La herramienta permite la creación de metaversos o mundos virtuales, en donde las personas pueden	Es recomendable un computador con una memoria RAM de 16GB y un procesador Intel Core i7. Si se utiliza un computador que	La herramienta permite crear metaversos o mundos virtuales con unos conocimientos mínimos, en	Sriworapong et al. (2022) https://www.spatial.io/

	interactuar con avatares. La plataforma utiliza las tecnologías de realidad virtual y aumentada para la creación de ambientes inmersivos y realistas.	tenga más de 4 años la herramienta puede seguir funcionando, pero es posible que el rendimiento no sea confiable o estable.	donde se pueden visualizar diferentes imágenes o videos. Otra ventaja es la capacidad de utilizar computadores que no sean de última generación.	
Videos de realidad virtual de YouTube	En la plataforma abierta de YouTube se encuentra una gran cantidad de material audiovisual disponible en	Para poder visualizar este material se requiere de unas gafas de realidad virtual, aun cuando cada vez se cuenta en el mercado con	Esta herramienta tiene la ventaja de poder emplearse sin la necesidad de contar con computadores,	Pirker (2021) https://www.youtube.com/

	realidad virtual de diferentes temáticas, entre estos contenidos relacionados con museos que cuentan con diferentes diseños creados a través de la historia para la resolución de diferentes problemas	dispositivos con costos más bajos. Igualmente se requiere contar con un dispositivo móvil.	pero si requiere de los dispositivos de gafas de realidad virtual, aunque no se necesitan dispositivos de realidad virtual de alta gama	
Leonardo IA	Es una herramienta que se basa en inteligencia artificial y permite la creación de modelos,	Se sugiere para el uso de la herramienta un computador con un mínimo de 8GB de memoria RAM, sin embargo, en	La herramienta permite la creación de modelos con pocos conocimientos en modelado o	Djamil M. (2024) https://leonardo.ai/

imágenes y creaciones artísticas en diferentes estilos. Cuenta con un modelo de aprendizaje automático para la creación de imágenes a partir de un conjunto de datos. Los modelos se crean a partir del entrenamiento con millones de imágenes y algoritmos de aprendizaje que permite la creación de	equipos de más de cuatro años, es posible que los modelos no ofrezcan la calidad esperada	programación rápidamente, si bien se requiere de un computador, incluso en dispositivos que no sean de última generación se pueden obtener modelos de buena calidad

	nuevos modelos o imágenes			
Hyperhuman	Es una herramienta para generar modelos en 3D extremadamente realistas, se pueden fácilmente crear a partir de imágenes en 2D. No se requiere conocimientos avanzados en modelado en 3D.	Se requiere un computador con una memoria RAM de al menos de 4GB, y contar con las imágenes prediseñadas	Permite realizar modelos en 3D fácilmente sin la necesidad de conocimientos avanzados en modelado	Min et al. (2014) https://hyper3d.ai/
Imagetostl	Es una herramienta gratuita para ver los archivos 3D en formato	Se requiere de una conexión a internet, el tamaño máximo de los archivos es	La herramienta es muy útil para visualizar modelos 3D	https://imagetostl.com/es/convertir/archivo/pdf/a/stl

FBX, en línea, sin ser necesario la instalación de ningún programa adicional. La herramienta permite la visualización en 3D desde diferentes ángulos	de 100 MB, los requerimientos de memoria son mínimos y la herramienta se puede utilizar desde equipos de bajas prestaciones	sin la necesidad de contar con programas instalados o equipos de cómputo de prestaciones en memoria y procesador

Nota*:* la tabla muestra la matriz de caracterización de las herramientas y aplicaciones que utilizan realidad virtual en el área de tecnología e informática con fines educativos o pedagógicos. Fuente: elaboración propia

Teniendo como referencia las matrices elaboradas se revisaron las principales características de las propuestas didácticas que favorecen el pensamiento de diseño en educación básica y media para buscar los diálogos o relaciones con las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas.

La primera característica es la tendencia de las diferentes propuestas didácticas de contar con cinco fases, la primera definida por algunas propuestas como descubrir o empatizar (Castillo et al., 2014; Universidad Politécnica de Madrid, 2020), busca comprender las necesidades de los usuarios, o los problemas que se buscan resolver con la metodología del pensamiento de diseño. En esta etapa las actividades prácticas permiten que los estudiantes, por medio de cuestionarios,

indaguen a los usuarios acerca de las necesidades o los problemas que se buscan resolver, pero, por otro lado, contar con experiencias en entornos virtuales como el metaverso, también permite recibir información de usuarios que ingresen a un espacio virtual, donde es posible establecer procesos de comunicación en entornos virtuales.

Al revisar la matriz de caracterización de las herramientas y aplicaciones que utiliza la realidad virtual en el área de tecnología e informática con fines educativos o pedagógicos, la herramienta que permite crear metaversos o mundos virtuales con unos conocimientos mínimos en donde se pueden visualizar diferentes imágenes o videos es Spatial io (Spatial io,s.f.); considerando además la postura de Levy (1999), la cual señala que lo virtual no es considerado algo irreal, sino más bien algo que es intangible.

La segunda etapa del pensamiento de diseño se denomina definir o definición (Hasso Plattner Institute of Design at Stanford, 2020). En esta etapa se busca identificar el significado y las causas del problema que se intentará resolver. Para tal fin, las actividades prácticas permiten, por medio de preguntas a los usuarios, establecer las causas y efectos del problema identificado. Pero para consolidar esta información es posible, mediante el uso del metaverso, documentar y socializar el árbol de problemas con la información recopilada de los usuarios.

Adicionalmente, se pueden utilizar experiencias con realidad virtual, utilizando los videos disponibles en la plataforma de YouTube, en las cuales, de acuerdo con lo consolidado en la matriz de caracterización de las herramientas de realidad virtual, se pueden observar los procesos de diseño realizados previamente, por ejemplo, se puede ver a través de realidad virtual el proceso de diseño en el sector de la moda, que se realizó para llegar a diseñar diferentes estilos de zapatos con tacones teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios. (Google Arts & Culture, s.f.).

La tercera etapa del pensamiento de diseño se denomina idear, (Pineda, 2019) o ideación (Colab-i, 2021). En esta fase se busca elaborar ideas o conceptos innovadores para solucionar el problema encontrado; que cumpla con las necesidades de los usuarios.

En este proceso es útil observar los diseños o prototipos elaborados que han resuelto problemas similares, con el fin de establecer si se va a realizar una mejora o una modificación de algún modelo ya creado, o si por el contrario busca adaptar o reordenar algunas soluciones ya elaboradas.

En este proceso, las experiencias con realidad virtual permiten el acceso a museos de diseño, en donde se pueden observar piezas, prototipos, diseños y productos que a lo largo de la historia se han desarrollado con el objetivo de solucionar diferentes problemáticas. De acuerdo con la revisión de la matriz de caracterización de las herramientas y aplicaciones que utilizan realidad virtual en el área de tecnología e informática con fines educativos o pedagógicos, la plataforma de YouTube cuenta con videos en RV, a los cuales se puede acceder de manera virtual a diferentes museos que cuentan con colecciones de inventos diversos y diseños para solucionar problemáticas.

La cuarta etapa del pensamiento de diseño es conocida como de prototipado, (Pineda, 2019), teniendo en cuenta la propuesta pedagógica de la Universidad Oberta de Catalunya, o de prototipar (Castillo et al., 2014), considerando la propuesta de la Universidad de La Serena en Chile. De acuerdo con las características de esta etapa se busca construir prototipos de baja calidad para comunicar las ideas y las propuestas realizadas por el equipo de trabajo a los usuarios, para tener una retroalimentación y así obtener mejores propuestas. En esta etapa también se busca realizar pruebas o test sencillos de dichas propuestas, antes de realizar los prototipos finales. Brown (2008) propone que en el pensamiento de diseño se realicen ciclos de

aprendizaje rápidos con procesos iterativos, facilitando la consecución del principio de “fallar rápido” y con frecuencia.

Teniendo en cuenta la matriz de caracterización de las herramientas y aplicaciones que utilizan realidad virtual en el área de tecnología e informática con fines educativos o pedagógicos, para realizar prototipos se deben seleccionar herramientas que permitan la creación de modelos y prototipos, sin conocimientos avanzados en diseño en 3D. Para tal fin se requiere inicialmente realizar el diseño de modelos en 2D para posteriormente convertirlos en 3D.

Al revisar la matriz, se identificó que una de las herramientas que permiten el diseño de modelos virtuales en diferentes estilos con la ayuda de la inteligencia artificial, sin requerir de conocimientos avanzados en modelado o programación es Leonardo IA (s.f.). Esta herramienta también permite la creación de modelos con pocos requerimientos técnicos por parte de los computadores disponibles.

Para realizar la conversión de los modelos en 2D a modelos 3D creados con la herramienta Leonardo IA, se revisó la matriz de las herramientas disponibles, identificando que Hyperhuman (Hyper3D, s.f.) permite generar modelos 3D bastante realistas a partir de imágenes en 2D, sin la necesidad de conocimientos avanzados en modelado 3D y con unos requisitos básicos en los equipos de cómputo.

Posteriormente, para lograr una visualización adecuada en los modelos en 3D, y de acuerdo con la matriz señalada, la opción recomendada es Imagetostl (ImageToSTL, s.f.), que permite visualizar modelos tridimensionales sin la necesidad de instalar programas adicionales ni contar con equipos de cómputo de alto rendimiento en memoria o procesamiento.

La quinta y última etapa del pensamiento de diseño se denomina de evaluación o testeo, teniendo en cuenta la propuesta didáctica del Laboratorio de Innovación y Coparticipación del Tribunal de Cuentas Federales, Colab-i (2021), y del Hasso Plattner Institute of Design at Stanford (2020). En esta etapa se busca probar los prototipos elaborados por los usuarios para recibir retroalimentación que permita observar las propuestas diseñadas para dar respuesta al problema identificado y a las necesidades de dichos usuarios.

Adicionalmente, en esta etapa se realizan procesos de iteración, hasta encontrar una solución viable que logre resolver el problema planteado. Este proceso es conocido como "cultura de creación de prototipos" (The Field Guide to Human-Centered Design, 2015, p.78). En este punto cobran mayor relevancia los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, ya que las herramientas previamente explicadas de realidad virtual permiten la creación de modelos virtuales que ayudan a los usuarios a verificar si las características de los modelos creados son adecuadas. Finalmente, se pasa a la realización de modelos físicos manipulables con las actividades prácticas, en la que se construye la solución final. Las experiencias con realidad virtual permiten realizar mejoras en los modelos, sin necesidad de crear múltiples prototipos con materiales que pueden ser costosos o de difícil acceso para los estudiantes.

Así mismo, el uso de herramientas de realidad virtual permite que algunos estudiantes que no tienen facilidad para la creación de bocetos a mano, o que no cuentan con los conocimientos suficientes para realizar procesos de diseño o modelado con herramientas informáticas, puedan hacerlo fácilmente.

6.2. Desarrollo segundo objetivo: formular una propuesta didáctica que incentive el pensamiento de diseño a partir de los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática en bachillerato

Para establecer las relaciones o diálogos entre las experiencias de realidad virtual y las propuestas didácticas disponibles para favorecer el pensamiento de diseño, se tomaron en consideración las dos matrices elaboradas, con el fin de relacionar los componentes necesarios de las propuestas didácticas con las herramientas y aplicaciones disponibles de realidad virtual.

El primer elemento en consideración son las etapas del pensamiento de diseño; la tendencia de la mayoría de las propuestas didácticas es la del modelo de Stanford d.school, D.school (2023), en la cual se tienen cinco fases en el proceso de diseño: empatizar, definir, idear, prototipar y probar. Posteriormente, se realizó un análisis de la intencionalidad pedagógica de cada etapa, para establecer los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las propuestas didácticas disponibles que favorecen el pensamiento de diseño en cada una de las cinco etapas.

Inicialmente, las diferentes propuestas didácticas para favorecer el pensamiento de diseño revisadas en la matriz cuentan con una introducción, en la que se realiza una explicación sobre el concepto de pensamiento de diseño, sus características y las etapas del proceso. En esta introducción, y teniendo en cuenta la revisión de las diferentes propuestas didácticas, se aclara que el pensamiento de diseño busca centrarse en las necesidades del usuario, (Blikstein, 2013; Meinel et al., 2017; Faria et al.,2023). Por ello es fundamental contar con medios para obtener información y retroalimentación por parte de los usuarios, con el fin de mejorar las propuestas. El otro elemento a nivel introductorio fundamental es que en el pensamiento de diseño se realiza un trabajo colaborativo entre los diferentes miembros del trabajo en equipo (Eklun et al., 2022).

Teniendo en cuenta estos elementos en la introducción de la propuesta didáctica elaborada, se incluyeron actividades para comenzar el proceso de diseño, teniendo en cuenta estas características. En el caso de propiciar el trabajo colaborativo, es importante organizar a los estudiantes en equipos de trabajo bien estructurados. Por otra parte, para recibir la retroalimentación de las necesidades de los usuarios, socializar los prototipos y el proceso de diseño, al revisar la matriz de las herramientas de realidad virtual disponibles, la herramienta más adecuada es la construcción del metaverso del equipo de trabajo. Al revisar esta matriz, que utiliza la realidad virtual en el área de tecnología e informática con fines pedagógicos o educativos, se observa que la herramienta que permite la creación de metaversos o mundos virtuales es spatial io (Spatial., s.f.), con la cual las personas pueden interactuar en espacios virtuales, pues emplea la realidad virtual para la creación de ambientes inmersivos y realistas. Por lo tanto, en el componente introductorio, incluir la creación del metaverso de cada grupo permite la exposición y socialización del producto final y del proceso de diseño.

La segunda etapa del pensamiento de diseño es la de empatía, cuyo objetivo es comprender las necesidades de los usuarios e identificar los problemas que se buscan resolver mediante la metodología del pensamiento de diseño, teniendo en cuenta la propuesta de la matriz de caracterización del Toulouse Thinking (2021). Para este fin, la herramienta virtual adecuada es la observación de videos en RV de museos de diseño, que permite a los estudiantes visualizar cómo el proceso de diseño contribuye a la construcción de soluciones para resolver diferentes problemas sociales.

Al revisar la matriz de las herramientas y aplicación que utilizan la realidad virtual en el área de tecnología e informática con fines educativos o pedagógicos, se observa que los videos de realidad virtual disponibles en YouTube permiten tener acceso de una manera fácil y accesible

a contenido en realidad virtual, para lo cual es necesario contar con gafas de realidad virtual y un equipo móvil, elementos con los que contaron los estudiantes para esta investigación.

Para consolidar la información de este proceso y socializar los avances en esta etapa, el metaverso o espacio virtual permite documentar el proceso de empatía o descubrimiento, teniendo en cuenta la propuesta del Hasso Plattner Institute of Design at Stanford (2020); en la cual en este espacio virtual se logran socializar las evidencias del proceso, incluyendo las respuestas a los cuestionarios, el análisis de viabilidad y el diseño de los mapas de empatía, utilizando la herramienta seleccionada Spatial (ioSpatial, s.f.)

En la segunda etapa del pensamiento de diseño de definir o interpretar el objetivo es identificar el significado y las causas del problema que se pretende resolver, además de analizar los datos obtenidos para plantear algunas soluciones (Chesson, 2017). La herramienta de realidad virtual adecuada son los videos en RV disponibles en YouTube, en los cuales es posible visualizar cómo se realiza el proceso de diseño, por ejemplo, en el sector de la moda, mostrando cómo se comprenden las necesidades de los usuarios para la creación de modelos y prototipos. El contenido seleccionado fue un video de realidad virtual disponible en YouTube sobre el proceso de diseño de zapatos con tacones (Google Arts & Culture, 2020), teniendo en cuenta las características de facilidad de acceso y disponibilidad por parte de los estudiantes.

En esta etapa del diseño, la guía del Toulouse Thinking (2021), tiene en consideración el instrumento de árbol de problemas, en el que se consolidan las causas y efectos del problema identificado. De igual manera, en esta etapa, para socializar los avances se dispone del espacio virtual o metaverso, la herramienta de realidad virtual adecuada es Spatial io, teniendo en cuenta las características explicadas previamente en la etapa anterior.

En la tercera etapa de ideación, que busca la elaboración de conceptos e ideas innovadoras para solucionar el problema identificado, Wass (2018) y la propuesta de Universidad de La Serena, Chile (Castillo et al. 2014), plantean que el instrumento que permite recopilar la información es el *brainstorming* o mapa de lluvia de ideas, con las propuestas para resolver el problema seleccionado, para luego una evaluación de la viabilidad de su realización. En esta etapa también es adecuada la exposición en el metaverso de los productos de esta fase, empleando la herramienta Spatial io, de la cual ya se explicaron sus características previamente.

En la siguiente etapa de prototipado, se busca la elaboración de prototipos de baja calidad, para comunicar las ideas y propuestas que solucionen el problema identificado, con el fin de permitir que los usuarios puedan ofrecer retroalimentación para mejorar las propuestas diseñadas, teniendo en consideración al Capgemini Invent (Janhagen, 2019). Para realizar la conversión de los modelos 2D a 3D, es necesario utilizar varias herramientas documentadas en la matriz de caracterización. En una primera fase es útil la plataforma Leonardo IA (Leonardo, s.f.), que permite la creación de imágenes y modelos en diferentes estilos a partir de prompts de IA, en los cuales se describe el objeto que se pretende diseñar. Esta herramienta posibilita la creación de los objetos en 2D con un alto nivel de detalle. Para realizar la conversión de los modelos 2D a 3D la herramienta adecuada es Hyperhuman (Hyperhuman, s.f.), documentada en la matriz de análisis. Esta aplicación utiliza inteligencia artificial para la conversión de modelos 2D en modelos 3D de alta calidad, sin la necesidad de contar con conocimientos avanzados en diseño 3D, además de permitir el diseño de modelos con unos requerimientos de cómputo bastante básicos.

Para la visualización de los modelos en 3D desde diferentes ángulos la herramienta adecuada es Imagetostl (s.f.) que se documentó en la matriz de análisis. Esta herramienta no

necesita ser instalada y además permite la conversión de los modelos 3D en formatos como .FBX, que pueden ser construidos en impresoras 3D. Con los prototipos virtuales es posible obtener retroalimentación por parte de los usuarios con respecto a las propuestas y realizar procesos de iteración o de cambio en los diseños, para mejorar los requerimientos de los usuarios. En esta etapa también es adecuada la realización de la exposición en el metaverso de los diseños propuestos, utilizando la herramienta Spatial io, documentada previamente.

En la quinta etapa o de evaluación se busca probar los prototipos elaborados en la etapa anterior, con el fin de recibir retroalimentación de los usuarios para mejorar las propuestas (Dean et al., 2006). Para tal fin, la socialización en el metaverso de las diferentes propuestas permite que los usuarios realicen sus aportes o sugerencias y mejorar los diseños realizados.

En este proceso también es adecuada la utilización del espacio virtual o metaverso para la socialización de los modelos 3D. Por otro lado, los modelos en 3D generados con la herramienta Imagetostl (s.f.) permiten a los usuarios visualizar los modelos desde diferentes ángulos, para ofrecer retroalimentación de los prototipos.

Para diseñar material didáctico, Van Merriënboer et al. (2002) proponen el modelo 4C-ID, que se compone de cuatro componentes. El primero consiste en las tareas de aprendizaje, el segundo es la información de apoyo, el tercero es la información procedimental y el cuarto es la práctica de tareas. Este modelo se adaptó para la creación de la propuesta didáctica para incentivar el pensamiento de diseño, pues se centra en la integración y el desempeño de habilidades específicas en lugar de los tipos de conocimientos, además de recomendar el uso de combinaciones prácticas de tareas, que no se proporciona en los modelos convencionales.

En este modelo, las tareas de aprendizaje tienen como objetivo integrar habilidades, conocimientos y actitudes, por medio de experiencias auténticas, con tareas y actividades que se basan en la vida real, organizadas de las más fáciles a las más difíciles. Se busca que se tenga un apoyo creciente en cada clase de tareas y actividades. En la propuesta didáctica diseñada se incluyeron tareas con experiencias a través de realidad virtual y actividades prácticas con diferentes niveles de dificultad, que dependían de la etapa del pensamiento de diseño que se estuviera realizando.

Para la construcción de la propuesta didáctica se tomó como referencia el modelo de pensamiento de diseño propuesto por Design thinking Stanford d.school, D.school (2023). Este modelo propone cinco fases: empatía o descubrimiento, definir o interpretar, idear, prototipar y evaluar.

Para el diseño de la propuesta se analizó la información de la matriz de caracterización de las propuestas didácticas actualmente disponibles para favorecer el pensamiento de diseño en educación básica y media, que se realizó en el primer objetivo y se documentó en la Tabla 10. También se analizó la información de la matriz que incluye las herramientas y aplicaciones que utilizan realidad virtual en el área de tecnología e informática con fines educativos o pedagógicos más recientes, en donde se revisaron las consideraciones con respecto al diseño de la propuesta didáctica.

La siguiente es la descripción de los componentes de cada una de las etapas de la propuesta didáctica, diseñada para favorecer el pensamiento de diseño a partir de las relaciones entre la realidad virtual y las actividades prácticas.

Introducción de la propuesta didáctica: la primera parte incluye una explicación sobre el significado del pensamiento de diseño (design thinking) y para qué sirve. Posteriormente, se realiza una explicación sobre las características del pensamiento de diseño, como la empatía, el trabajo colaborativo, los procesos experimentales, la iteración, las ayudas visuales y gráficas, y el ambiente lúdico y optimista.

La primera tarea de aprendizaje en esta etapa fue la actividad de introducción, que incluía la conformación de los grupos de trabajo de los estudiantes, adicionalmente, se propuso la observación de un video acerca de la metodología de pensamiento de diseño.

La segunda tarea fue la creación de un metaverso por cada grupo de estudiantes, para lo cual se propuso la observación de un video en YouTube y la utilización de la herramienta gratuita Spatial.io, para crear un metaverso, que era un espacio virtual en donde los grupos de estudiantes organizados podían realizar la exposición de los avances de sus proyectos. En esta actividad, los estudiantes debían elaborar cinco diapositivas y subirlas al metaverso con la explicación de las cinco etapas del pensamiento de diseño, de acuerdo con la información del video observado previamente.

La información de apoyo se presentó tanto en la propuesta didáctica como en los videos sugeridos. Desde esta etapa se involucraron actividades de realidad virtual, como la creación de un metaverso. En el Anexo 3 se encuentra la propuesta didáctica con esta etapa y todos los componentes.

Etapa empatía o descubrimiento: inicialmente se explicaron cuáles eran los objetivos de esta etapa, especialmente el comprender las necesidades de los usuarios con respecto a los

problemas que se buscaban resolver con la metodología de pensamiento de diseño. Posteriormente, se realizó una explicación sobre lo que se pretendía realizar en la fase de empatía o descubrimiento.

La información de apoyo se suministró tanto en formato de texto en la propuesta didáctica como en un video de YouTube sugerido.

La primera tarea propuesta en esta etapa fue la de identificar el problema que cada uno de los grupos de estudiantes buscó resolver. Para esta actividad, el material de apoyo se presentó a través de dos videos de YouTube, los cuales mostraron la realidad virtual propuesta y explicaron la manera de identificar un problema.

Para que los estudiantes pudieran identificar el problema se plantearon cinco preguntas, que les permitieron realizar el proceso.

La segunda tarea de la etapa de empatía fue la de análisis de viabilidad y la selección del problema por cada grupo. En esta etapa, cada uno de los integrantes del grupo de trabajo realizó una exposición de dos a cuatro minutos, en la que explicaba las respuestas a las preguntas planteadas, con el fin de identificar el problema planteado. Los otros integrantes del grupo realizaron la evaluación de cada una de las propuestas, teniendo en cuenta cuatro criterios, el primer criterio era el de innovación, en el cual los integrantes del grupo evaluaban si el problema identificado permitía una solución creativa o innovadora. El segundo criterio era la relevancia del problema, que evaluaba si el problema propuesto era realmente importante y correspondía al entorno de los alumnos. El tercer criterio era el de viabilidad del problema propuesto, en el cual los estudiantes evaluaban si era posible resolverlo con los conocimientos y recursos disponibles por el grupo.

El cuarto criterio era la viabilidad económica, en el cual los integrantes del grupo evaluaban si era posible resolver el problema planteado con los elementos y recursos económicos disponibles por los integrantes del grupo. La calificación se realizaba en una tabla con un puntaje en una escala de uno a cinco en cada uno de los cuatro criterios; se basó en los puntajes obtenidos por cada propuesta, el grupo seleccionaba una de las propuestas, correspondiente al problema.

La tercera tarea fue el diseño del cuestionario para las entrevistas, con la cual se buscó construir un cuestionario para entrevistar a diferentes personas que conocieran el problema, para profundizar en los detalles de la problemática y las necesidades de los usuarios. Se propusieron unas preguntas referentes como ejemplos, pero cada grupo era autónomo para elaborar sus preguntas que dependían del problema a resolver. Como material de apoyo se proporcionó además de los contenidos en la propuesta didáctica, un video en YouTube que trataba acerca de cómo realizar una entrevista a los usuarios con la metodología Design Thinking.

La cuarta tarea fue la realización de entrevistas, con el cuestionario de preguntas diseñado en la tarea anterior por las diferentes personas que conocieran el problema que se buscaba resolver. Se sugirió que, en caso de ser necesario, se podían utilizar medios virtuales o similares para la realización de las entrevistas.

La quinta tarea fue la realización de un mapa de empatía, que es una herramienta para consolidar las respuestas de las entrevistas. Como información de apoyo se propuso además de la explicación en la propuesta didáctica, un video acerca de cómo realizar un mapa de empatía. Como alternativa sugerida, los estudiantes podían utilizar herramientas digitales, como Canva para la creación del mapa de empatía desde un computador o equipo móvil, que dependía de la disponibilidad de los estudiantes y las escuelas.

La sexta tarea fue la digitalización del mapa de empatía y la construcción del metaverso. En esta actividad los estudiantes comenzaron la creación del metaverso, que es un espacio virtual donde se visualizaba el proceso del pensamiento de diseño de cada grupo. El objetivo de esta etapa era consolidar el mapa de empatía en un documento digital que fue visualizado en el metaverso de cada grupo de trabajo.

Etapa definir e interpretar: inicialmente se explicaron los objetivos de esta etapa, con la cual se buscaba identificar las causas y el significado del problema que se pretendía resolver.

La primera tarea de esta actividad fue la creación de un mapa de contexto, que de manera similar al de un mapa conceptual, buscaba relacionar los conceptos, las categorías y los patrones que se encontraban al analizar la información recopilada en las entrevistas realizadas por los estudiantes. En esta tarea se buscó identificar en qué momento ocurría el problema identificado y cuáles eran sus principales causas, también se buscó identificar qué acciones emprenden los usuarios para solucionar dicho problema, así como quiénes lo experimentaban con mayor frecuencia. Por otro lado, se revisaron aspectos, como la sensación de los usuarios y cuáles eran las deficiencias o desventajas de las soluciones actuales.

Para la realización de esta tarea, el material de apoyo que se proporcionó, además de la información de la propuesta didáctica, fue un video recreado en la realidad virtual relacionado con el proceso de diseño.

La segunda tarea de esta actividad fue la creación de un árbol de problemas. Una herramienta que permitía representar de forma gráfica la situación problemática, relacionando las causas y los efectos, con el fin de identificar el problema central. Como material de apoyo los estudiantes contaban con un video sugerido y la información de la propuesta didáctica. La creación

del mapa de empatía se sugirió en caso de contar con conectividad en la escuela, utilizando la herramienta gratuita Canva desde un ordenador con acceso a internet.

La tercera actividad propuesta fue la digitalización del árbol de problemas para la construcción del proceso de la etapa de empatía en el metaverso. Para esto, los integrantes del grupo consolidaron en el metaverso las evidencias de la creación del mapa de contexto, realizado en la Tarea 1, además de las evidencias de la realización del árbol de problemas realizado en la Tarea 2. Con estas evidencias se continuó la creación del metaverso de cada grupo, en el que se visualizó el proceso de diseño.

Etapa idear: en la primera parte se realizó la explicación de los objetivos de esta etapa que, por parte de los estudiantes, buscaba proponer ideas innovadoras que ayudaran a solucionar el problema y permitiera cumplir con las expectativas de los usuarios que tenían el problema.

La primera tarea de esta etapa fue la realización de una lluvia de ideas o *brainstorming,* en la cual los integrantes del grupo trataron de pensar y escribir diferentes propuestas que ayudaran a solucionar el problema identificado.

Como insumos para esta etapa se sugirió considerar el árbol de problemas y el mapa de contexto diseñados previamente. Al mismo tiempo se explicó la importancia de tener en cuenta los costos asociados a la solución de la propuesta. Para guiar la elaboración de la lluvia de ideas, se plantearon preguntas orientadoras que permitieran analizar si las propuestas representaban una mejora, modificación, combinación, adaptación, reordenamiento de soluciones existentes, o bien, una idea completamente novedosa.

La segunda tarea de esta etapa fue la creación de la lluvia de ideas o *brainstorming* grupal. Después de que cada integrante del grupo realizaba una lluvia de ideas individual, el grupo elaboró

una creación colectiva, en la cual se podían complementar o mejorar las ideas de otros compañeros del grupo. Como material de apoyo se contó con un video de YouTube, como guía para la elaboración de una lluvia de ideas.

La tercera tarea de esta etapa fue la selección de la idea o propuesta viable por parte del grupo. Para esta actividad los estudiantes contaron con una tabla que tenía los criterios para evaluar las diferentes propuestas presentadas en el *brainstorming*. Dichos criterios incluían, en primer lugar, evaluar si la idea permitía realmente solucionar el problema; en segundo lugar, determinar si la propuesta era innovadora; en tercer lugar, analizar la viabilidad de llevar a cabo la propuesta, teniendo en cuenta los recursos humanos; y cuarto, evaluar la factibilidad de los recursos necesarios para implementar las diferentes ideas.

La cuarta tarea de la etapa idear fue la de construir el metaverso de todos los productos obtenidos en el proceso, en el cual los estudiantes visualizaban los aportes de las tres tareas realizadas en esta etapa que incluía la lluvia de ideas o *brainstorming* grupal y la tabla para evaluar las propuestas presentadas por los estudiantes y la selección final.

Etapa prototipar: en la primera parte se expusieron los objetivos de esta etapa, que incluían la construcción de prototipos de baja calidad o prototipos virtuales para comunicar las ideas del grupo, así como la realización de pruebas sencillas de las propuestas con los usuarios, con el fin de validar rápidamente las propuestas y recibir retroalimentación.

La primera tarea propuesta consistió en la elaboración de modelos o prototipos virtuales. Como material de apoyo, se presentó un video de YouTube relacionado con el objetivo de la etapa prototipar. Para crear representaciones en 3D, se sugirió comenzar con modelos en 2D generados mediante inteligencia artificial, utilizando la herramienta Leonardo IA. A partir de estas imágenes

los estudiantes podían desarrollar los modelos tridimensionales con la herramienta Hyperhuman, y luego visualizarlos en 3D, a través de la herramienta Imagetostl, lo que les permitió observar sus modelos virtuales en tres dimensiones.

A partir de estos modelos virtuales, los estudiantes evaluaron los prototipos creados, analizando si los prototipos daban forma a las ideas o conceptos propuestos. También se valoró si el prototipo virtual creado permitía comunicar la idea por sí misma, responder a las necesidades expresadas por los usuarios y generar retroalimentación. Además, se examinó su capacidad para evidenciar qué aspectos funcionaban y cuáles no, así como su potencial para mostrar las posibilidades de uso. Finalmente, se utilizó el modelo virtual en 3D para determinar la viabilidad de construir la solución con materiales físicos, considerando los tiempos y los recursos disponibles -tecnológicos, humanos y económicos- .

La segunda tarea de esta etapa consistía en la exposición, dentro de un metaverso virtual, de las imágenes y videos construidos en la primera tarea, los cuales incluían los prototipos en 2D y 3D.

Etapa evaluar: inicialmente, se mostraron los objetivos de esta etapa, los cuales pretendían que los grupos de trabajo probaran los prototipos elaborados en el mundo real. El propósito era recibir retroalimentación por parte de los usuarios sobre los prototipos diseñados, con el objetivo de observar los problemas y proponer soluciones mejoradas. Posteriormente, los estudiantes trabajaron en la mejora de los prototipos, basándose en los comentarios recibidos para ofrecer una respuesta más adecuada a los problemas encontrados.

La primera tarea propuesta para esta etapa fue la revisión de los modelos virtuales construidos en la etapa anterior. Para esto se diligenció una tabla receptora, en la que se evaluaron

diversos aspectos, tales como: qué elementos del prototipo estaban bien, cuáles fueron las críticas recibidas, cuáles fueron las dudas que expresaron los usuarios sobre los prototipos y qué nuevas ideas surgieron en el proceso.

La segunda tarea correspondía al proceso de iteración para mejorar las propuestas. A partir de la información registrada en la tabla receptora de la tarea anterior, se mejoraron los prototipos diseñados en la etapa de prototipar, con el fin de ajustar los modelos de acuerdo con la retroalimentación recibida. Dado que los prototipos se diseñaron de forma virtual, este proceso de mejora podía repetirse tantas veces como fuera necesario.

La tercera tarea consistía en materializar los prototipos mediante elementos físicos. Una vez desarrollados y mejorados los prototipos virtuales y los modelos 3D de la etapa de iteración, se contaba con un modelo virtual que respondía a los requerimientos del problema y necesidades de los usuarios.

De esta manera, los estudiantes realizaban un modelo físico que se acercaba a las características que se establecieron en la fase anterior. Para este proceso, se sugirió la utilización de materiales de bajo costo, como elementos reciclados, papel, cartón y herramientas similares.

Este modelo podía ser revisado por los usuarios, con el fin de evaluar su funcionamiento y en caso de ser necesario, realizar nuevos cambios y ajustes para dar respuesta a las necesidades propuestas en las fases anteriores.

Algunos estudiantes realizaron los prototipos físicos con la ayuda de impresoras 3D, lo que les permitió tomar modelos virtuales en tres dimensiones para convertirlos en elementos físicos.

La cuarta tarea de esta fase se centraba en la construcción dentro del metaverso asociado a la etapa evaluar, en el cual los grupos de trabajo organizaban, en el espacio virtual o metaverso,

las evidencias de los diferentes prototipos virtuales y físicos elaborados, integrando imágenes y videos de los modelos elaborados.

La quinta y última actividad de esta etapa fue la presentación y socialización de la propuesta con los docentes, usuarios y demás grupos de trabajo. Para llevar a cabo esta actividad, los grupos contaron con el metaverso diseñado, las evidencias de las diferentes etapas y los prototipos elaborados, tanto en formatos digitales, para el caso de los prototipos virtuales en 3D, como los prototipos elaborados de manera física.

En el Anexo 3 se incluye la propuesta didáctica que detalla todas las actividades propuestas. En la Tabla 11 se muestra el resumen de los componentes incluidos en la propuesta didáctica y la descripción de las diferentes actividades.

Tabla 11

Resumen de los componentes incluidos en la propuesta didáctica y la descripción de las diferentes actividades

Etapa del pensamiento de diseño	Componente incluido en la propuesta didáctica	Descripción
Introducción	Definición de pensamiento de diseño	Explicación del concepto de pensamiento de diseño con su respectiva referencia bibliográfica.
	Características del pensamiento de diseño	Ilustración de los tipos de habilidades y competencias que se promueven con el pensamiento de diseño y las estrategias de implementación.
	Etapas del pensamiento de diseño	Infografía que realiza una explicación introductoria de los componentes del

		pensamiento de diseño y sus características.
	Tarea 1	Observación de video sobre el concepto de pensamiento de diseño y organización de los grupos de trabajo
	Tarea 2	Creación de la primera versión del metaverso para documentar el proceso de diseño
Empatía o descubrimiento	Objetivos	Explicación sobre lo que se pretende realizar en la fase de empatía. Observación de video sobre la etapa empatía o descubrimiento.
	Tarea 1: descubrimiento e identificación del problema	Observación de videos en realidad virtual de museos de diseño. Resolución de cuestionario de preguntas para la identificación del problema que se busca resolver.
	Tarea 2: análisis de viabilidad y selección del problema	Exposición de los participantes del grupo con la explicación de los problemas identificados. Diligenciamiento de la tabla de calificación de las propuestas para la selección de un problema por resolver.
	Tarea 3: diseño de cuestionarios de entrevistas a usuarios	Observación de video guía sobre la elaboración de cuestionarios. Construcción del cuestionario con las preguntas a los usuarios relacionadas con el problema que se busca resolver.

	Tarea 4: realización de entrevistas	Entrevistas con el cuestionario diseñado para que diferentes usuarios conozcan el problema identificado.
	Tarea 5: realización del mapa de empatía	Observación de video sobre la elaboración de un mapa de empatía. Construcción del mapa de empatía con la consolidación de la información obtenida en las entrevistas.
	Tarea 6: digitalización y construcción del metaverso del proceso de empatía	Consolidación de la información obtenida en la etapa empatía en el metaverso del grupo.
Definir e interpretar	Tarea 1: creación del mapa de contexto	Observación de video en realidad virtual sobre cómo comprender las necesidades de los usuarios o clientes. Elaboración del mapa de contexto para entender el problema identificado.
	Tarea 2: creación del árbol de problemas	Elaboración del árbol de problemas, identificando las causas y efectos del problema identificado.
	Tarea 3: consolidación de la etapa definición en el metaverso	Digitalización y construcción de la etapa definición en el metaverso de cada grupo de trabajo.
Idear	Tarea 1: lluvia de ideas o *brainstorming*	De manera individual, se proponen diferentes ideas para solucionar el problema propuesto.
	Tarea 2: construcción del *brainstorming*	Elaboración grupal del *brainstorming*, con la que

		se proponen diferentes ideas para la resolución del problema identificado.
	Tarea 3: selección de la idea viable	Evaluación grupal de la tabla, para identificar la mejor solución propuesta al problema identificado.
	Tarea 4: construcción metaverso- etapa idear	Consolidación de la etapa idear en el metaverso, con los diferentes productos de esta etapa.
Prototipar	Tarea 1: realización de prototipos virtuales	Construcción de modelos virtuales que permitan iterar o repetir la elaboración de prototipos de baja fidelidad en 3D, empleando herramientas de inteligencia artificial, como Leonardo IA, Hyperhuman 3D e imagetostl. Evaluación de los prototipos con lista de chequeo para determinar su viabilidad.
	Tarea 2: diseño del metaverso- etapa prototipar	Construcción del metaverso con los productos de la etapa prototipar, incluyendo los modelos en 3D de las propuestas para resolver los problemas.
Evaluar	Tarea 1: revisión de modelos virtuales	Los usuarios observan los prototipos virtuales creados y suministran retroalimentación con las observaciones de los modelos virtuales.
	Tarea 2: iteración de modelos	Teniendo en cuenta la retroalimentación recibida de los usuarios, se realizan cambios en los prototipos

		virtuales para ajustar la propuesta a las necesidades de los usuarios.
	Tarea 3: realización de prototipos con elementos físicos	Partiendo de los prototipos virtuales se propone la realización de prototipos físicos con materiales reciclados. Este modelo es revisado por los usuarios y puede ser ajustado y modificado.
	Tarea 4: diseño del metaverso-etapa evaluar	Con los productos de la etapa evaluar se realiza la construcción en el metaverso del proceso realizado.
	Tarea 5: socialización de la propuesta	Los grupos de trabajo socializan sus propuestas, tanto de manera virtual en el metaverso, como de manera presencial con sus pares.

Nota. La tabla muestra el resumen de los componentes incluidos en la propuesta didáctica y la descripción de las diferentes actividades.

Fuente: Elaboración propia.

6.3. Desarrollo tercer objetivo: implementar la propuesta didáctica diseñada que incentive el pensamiento de diseño a partir de los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática en bachillerato

Ya con la propuesta didáctica diseñada se realizó su implementación. La siguiente es la descripción de las instituciones en donde se realizó la intervención.

IE Diosa Chía Cundinamarca

IE Bojacá Chía Cundinamarca

IE Fagua Chía Cundinamarca

IE Castilla Bogotá

IE Alfonso López Michelsen Bogotá

Los docentes de estas instituciones contaron con la propuesta didáctica y a los estudiantes se les proporcionaron gafas de realidad virtual.

La propuesta didáctica fue implementada en las clases de tecnología e informática de las instituciones seleccionadas durante un periodo de ocho semanas.

En la Tabla 12 se muestra el resumen de las actividades que los estudiantes realizaron durante la implementación; se incluyen las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas.

Tabla 12

Actividades realizadas por los estudiantes con actividades de realidad virtual y actividades prácticas durante la implementación de la propuesta didáctica

ETAPA	ACTIVIDADES
EMPATÍA	Observación de videos con realidad virtual
	Resolución de preguntas para identificar el problema a resolver
	Tabla de evaluación viabilidad Canva
	Revisión de video etapa empatía
	Realización de entrevistas

	Realización de mapa de empatía Canva
	Digitalización y construcción del metaverso
DEFINIR	Observación de videos con realidad virtual
	Mapa de contexto Canva
	Realización de mapa de contexto Canva
	Creación de árbol de problemas Canva
	Digitalización y construcción del metaverso
IDEAR	Observación de videos con realidad virtual
	Lluvia de ideas o *brainstorming* Canva
	Revisión video creación *brainstorming*
	Tabla de evaluación viabilidad Canva
	Digitalización y construcción del metaverso
PROTOTIPAR	Revisión de videos y creación de prototipos virtuales
	Realización de prototipos virtuales con la ayuda de la IA
	Primera evaluación de prototipos virtuales
	Digitalización y construcción del metaverso
EVALUAR	Tabla receptora
	Iteración para mejora del prototipo
	Construcción del prototipo con materiales físicos
	Evaluación y mejora de prototipos
	Exposición en el metaverso

Nota*:* la tabla muestra las actividades realizadas por los estudiantes con realidad virtual y prácticas en la implementación de la propuesta didáctica. Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 13 se incluye un resumen de las actividades realizadas por los estudiantes en la intervención, implementando la propuesta didáctica, a través de las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, que incluyen imágenes de algunos productos construidos por los grupos de alumnos en el proceso de diseño.

Tabla 13

Productos realizados por los estudiantes en las diferentes etapas del pensamiento de diseño

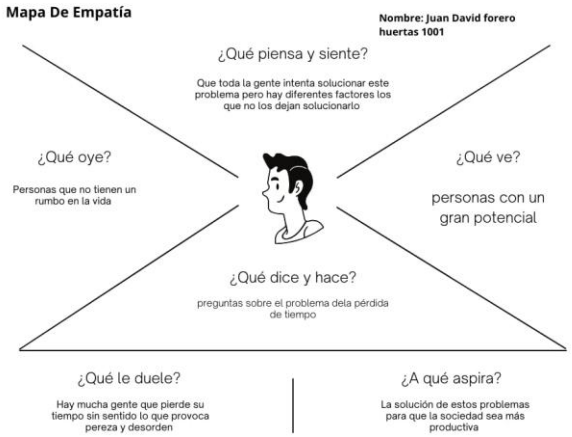
Etapa	Producto realizado por los grupos de estudiantes
Mapa de empatía	
Lluvia de ideas *Brainstorming*	

Observación de videos recreados con realidad virtual



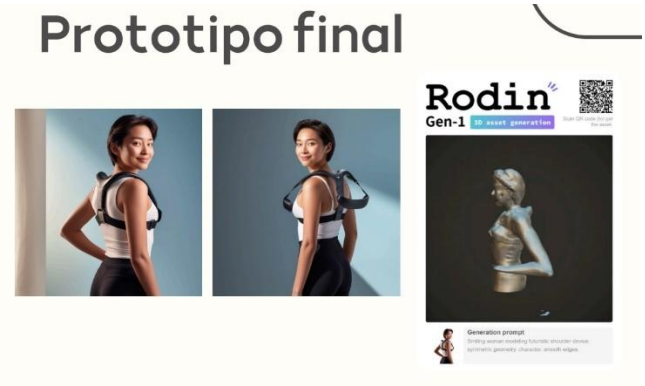


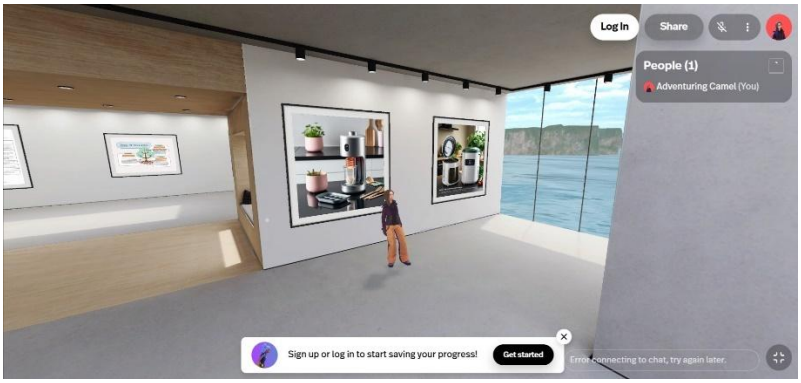
Mapa de empatía



Prototipos virtuales

Correctores de postura



Prototipos virtuales Caneca de reciclaje	PROTOTIPO CANECA DE RECICLAJE EN 3D 
Metaverso o mundo virtual con el proceso de diseño	
Metaverso o mundo virtual con el proceso de diseño	

Prototipos físicos Canecas recicladoras realizadas con impresión 3D	
Prototipos físicos Canecas recicladoras	

Prototipos físicos Tratamiento de agua	
Prototipos físicos Tratamiento de aire	
Prototipos físicos Juego didáctico para incentivar el reciclaje	

Nota*:* la tabla muestra los productos realizados por los estudiantes durante las diferentes etapas del pensamiento de diseño. Fuente: elaboración propia con los productos de los estudiantes.

Entre los productos obtenidos por los grupos de los estudiantes se encentraron soluciones que correspondían a la creación de artefactos para la resolución de problemas del entorno de los estudiantes, entre los más representativos se encuentran canecas para el reciclaje inteligentes, dispositivos para el tratamiento de agua, dispositivos para el tratamiento del aire, un corrector de postura y un mezclador de pintura con IA. Estas propuestas van en línea con lo planteado por Ozturk (2020, p. 34), quien afirma que el pensamiento de diseño sea "diseño y pensamiento de diseñador como creación de artefactos".

El diseño de estos dispositivos también permitió fortalecer el trabajo colaborativo entre los estudiantes (Aflatoony et al. 2018), en el que en el contexto educativo el enfoque de pensamiento promovió la resolución de problemas de manera colaborativa, centrándose en el ser humano y generando soluciones innovadoras que fomentan las habilidades de pensamiento creativo de los estudiantes.

Entre los aportes al proceso de pensamiento de diseño de las experiencias con realidad virtual se encuentra la posibilidad de iterar en la creación de modelos, lo que permite crear ideas en un proceso repetitivo que promueve la creación de prototipos de baja calidad, hasta encontrar una solución viable que logre resolver el problema propuesto. Este proceso se conoce también como "cultura de creación de prototipos" (The Field Guide to Human-Centered Design, 2015, p.78), sin la necesidad de incurrir en elevados gastos en materiales y componentes.

Otro de los aportes de las experiencias con realidad virtual fue la de visualizar las ideas para posibles soluciones a través de medios no verbales, como bocetos, o en este caso, modelos en 3D virtuales, creados con las herramientas de inteligencia artificial seleccionadas previamente, corroborando lo propuesto por (Carroll et al. 2010), en relación con la importancia de la visualización de ideas a través de estos medios.

En esta misma línea, el proceso realizado por los estudiantes confirma las propuestas de Doorley et al. (2018) y Leavy (2010), quienes plantean que el pensamiento de diseño debe tener un énfasis hacia la acción. Gracias a las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, se logró considerar diferentes enfoques para experimentar con las propuestas, construir prototipos y observar sus características.

Otros proyectos realizados por los estudiantes se enfocaron más en soluciones de productos digitales, como propuestas de contenido educativo para mejorar la salud mental de los jóvenes, campañas digitales para la tenencia responsable de mascotas y contenido didáctico para generar conciencia del cuidado medioambiental.

En estos productos digitales las experiencias con realidad virtual permitieron realizar prototipos en los que se implementaron rápidamente muchas ideas para probarlas con los usuarios y encontrar cuáles funcionaban y cuáles no. Esto sigue lo planteado por Brenner et al. (2016), quienes afirman que el pensamiento de diseño con la ayuda de las experiencias de realidad virtual permite implementar nuevas soluciones, por si alguna falla, hasta lograr propuestas viables.

En el caso del diseño de productos digitales, las experiencias con realidad virtual permitieron llevar a cabo lo propuesto por (Tran, 2017), quien plantea que, en el proceso del

pensamiento de diseño, se debe motivar a los estudiantes a la acción, con énfasis en la experimentación, sin limitarse solamente a discusiones teóricas, privilegiando la búsqueda de soluciones más allá del diagnóstico.

Tanto en el diseño de artefactos físicos como en los productos digitales, las relaciones o diálogos entre las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas, permitió mediante la construcción de prototipos virtuales materializar lo planteado por (Schön, 2017), quien señala que el pensamiento de diseño busca promover los razonamientos abductivos, para indagar continuamente nueva información y proponer alternativas. Esta naturaleza abductiva implica una forma de construir soluciones mediante conversaciones con las situaciones o problemas, en busca de soluciones.

Al incorporar las experiencias de realidad virtual en el proceso de diseño también se favorece lo expuesto por (Brown 2008), quien afirma que el pensamiento de diseño busca realizar ciclos de aprendizaje rápidos con procesos iterativos, facilitando la consecución del principio de “fallar rápido y con frecuencia”, de tal manera la realidad virtual permite realizar iteraciones que conducen a ajustes adicionales y a la exploración de nuevas aristas en el proceso de diseño. Estos procesos iterativos permiten, a su vez, satisfacer las necesidades de los clientes o usuarios a largo plazo (Brown 2008).

6.4 .Desarrollo cuarto objetivo: Evaluar la mejora en el desarrollo del pensamiento de diseño en los estudiantes de bachillerato, con la implementación de la propuesta didáctica con experiencias de realidad virtual y actividades prácticas en las clases de tecnología e informática, en cinco instituciones educativas en bachillerato

Para evaluar la mejora en el desarrollo del pensamiento de diseño en los estudiantes de bachillerato, con la implementación de la propuesta didáctica, a través de las experiencias con

realidad virtual y las actividades prácticas en las clases de tecnología e informática, se utilizaron los instrumentos propuestos y validados.

Como se propuso una investigación mixta se obtuvieron datos cualitativos y cuantitativos.

Para el caso de los datos cuantitativos se obtuvieron los datos de la aplicación a los estudiantes, después de la implementación de la propuesta didáctica, del instrumento de escala de pensamiento de diseño de Luecha (2021) realizada y validada por 138 docentes en Asia. El otro instrumento cuantitativo fue el cuestionario de la rúbrica de seguimiento, que se aplicó a los cinco docentes participantes, después de la intervención.

Para el caso de los datos cualitativos, se aplicó el cuestionario para las entrevistas semiestructuradas a los cinco docentes participantes y el cuestionario con preguntas abiertas a los estudiantes.

6.4.1. Análisis de datos cualitativos

Para analizar los datos cualitativos, después de aplicar los instrumentos de la encuesta a docentes y las preguntas abiertas a los estudiantes se procedió a realizar la transcripción de los datos, con el fin de organizarlos para el análisis y llevar a cabo un proceso de limpieza de la información, de acuerdo con lo propuesto por Friese (2014). Inicialmente, los datos se encontraban en una base de datos de archivos de Excel, después de estructurar los datos, se realizó el respectivo estudio de la información cuantificable con la ayuda del programa ATLAS TI; una herramienta que permite realizar el análisis de datos cualitativos, ayudando a procesar grandes volúmenes de datos para facilitar la obtención de resultados, su integración y visualización. (Lewis, 2016).

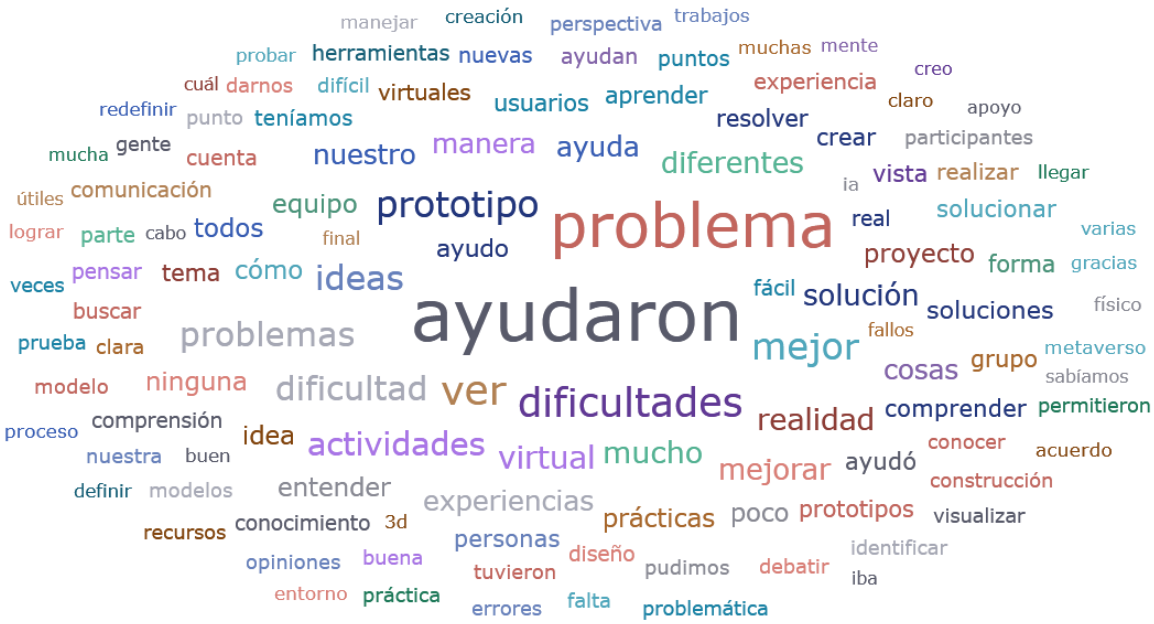
6.4.2. Análisis exploratorio de datos cualitativos de los estudiantes

El análisis exploratorio permitió visualizar un listado de las palabras con más repeticiones en los datos recopilados. Para ello, se utilizó la nube de palabras, lo que permitió observar cuáles fueron algunos de los términos, conceptos y sentimientos más relevantes entre los datos obtenidos. (De Noyelles & Reyes, 2015). Para familiarizarse con los datos se realizó un análisis inicial, empleando Atlas.ti, para generar una nube de palabras como parte del análisis inicial (Silver & Lewis, 2014).

En la Figura 15, se muestra la nube de palabras obtenida a partir del análisis de los datos cualitativos arrojados por los estudiantes.

Figura 15

Nube de palabras datos cualitativos de los resultados a estudiantes

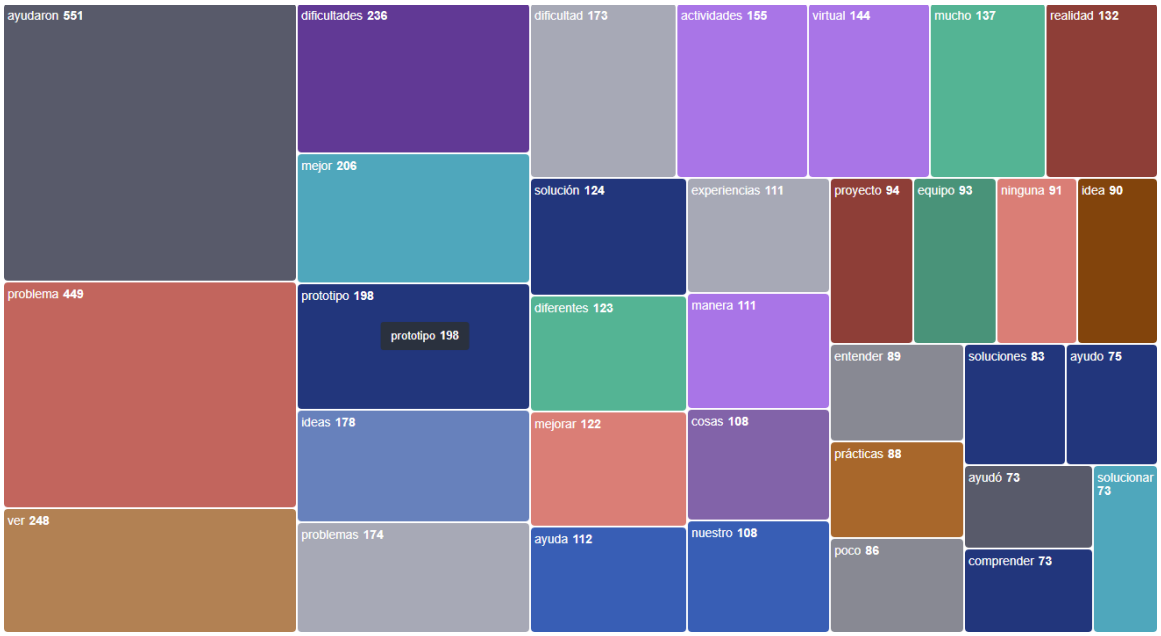


Nota: la figura ilustra la nube de palabras de los resultados cualitativos a estudiantes.
Fuente**:** elaboración propia con la herramienta Atlas TI.

Estos mismos resultados pueden organizarse visualmente para destacar los conceptos con mayor número de apariciones y filtrar los que presentan una cantidad significativa de repeticiones, como se muestra en la Figura 16.

Figura 16

Conceptos con más apariciones en el instrumento cualitativo de estudiantes



Nota: la figura muestra los conceptos con más frecuencia de apariciones en el instrumento cualitativo aplicado a los estudiantes.

Fuente: elaboración propia con la herramienta Atlas TI.

Uno de los primeros hallazgos al analizar es la presencia predominante de sentimientos positivos hacia la intervención, reflejados en con conceptos que tienen alta incidencia y frecuencia de aparición, como ayudaron (551), problema (449), ver (248), dificultades (236), mejor (206), prototipo (198), ideas (178), problemas (174), dificultad (173), actividades (155), virtual (144), mucho (137), realidad (132), solución (124), diferentes (123), mejorar (122) y ayuda (112).

A continuación, se agrupan los términos relacionados que aparecen en la nube de palabras y se totalizan sus frecuencias de aparición.

Ayudaron 551 Ayuda 112 Ayudo 75 Ayudó 73 Total: 811

Problema 449 Problemas 174 Total: 623

Ver 248

Dificultades 236 Dificultad 173 Total: 409

Mejor 206 Mejorar 122 Total: 328

Prototipo 198

Ideas 178 Idea 90 Total: 268

Solución 124 Soluciones 83 Solucionar 73 Total: 280

Entender 89 Comprender 73 Total: 162

Actividades 155 - Virtual 144 - Realidad 132 - Diferentes 123 - Experiencias 111

Manera 111 - Mucho 137 - Nuestro 108 - Cosas 108 - Proyecto 94 - Equipo 93 - Ninguna 91

Al revisar los resultados se observa que entre los conceptos con mayor relevancia se encuentran varios relacionados con los objetivos de investigación, el término “ayudaron” con una frecuencia de 811 veces, se encuentra vinculado con el objetivo general de “favorecer el pensamiento de diseño”. Igualmente, al revisar las unidades lingüísticas se encuentra que el término problema tiene una aparición de 623 veces y se encuentra junto con términos, como: ayudaron, mejor, mejorar, ayuda, mucho. Esto significa que los estudiantes perciben que las

experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas ayudan a la resolución de problemas, tal como se propuso en los objetivos.

Por su parte, un término frecuente fue el de ver con 248, lo que permite deducir que los estudiantes consideran que las experiencias con realidad virtual junto con las actividades prácticas aportan al proceso de diseño, ayudando a la visualización de ideas, prototipos y soluciones.

Otro término con un número significativo de frecuencia es el de prototipo; con 198 apariciones. Este concepto se encuentra fuertemente relacionado con la etapa de prototipado del pensamiento de diseño, por lo tanto, se deduce que las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas contribuyeron a realizar los procesos de prototipado del pensamiento de diseño.

Igualmente, el término ideas tiene una frecuencia de 268 apariciones, lo que permite inferir que al realizarse las experiencias de realidad virtual junto con las actividades prácticas se favorece la etapa de ideación del proceso de pensamiento de diseño.

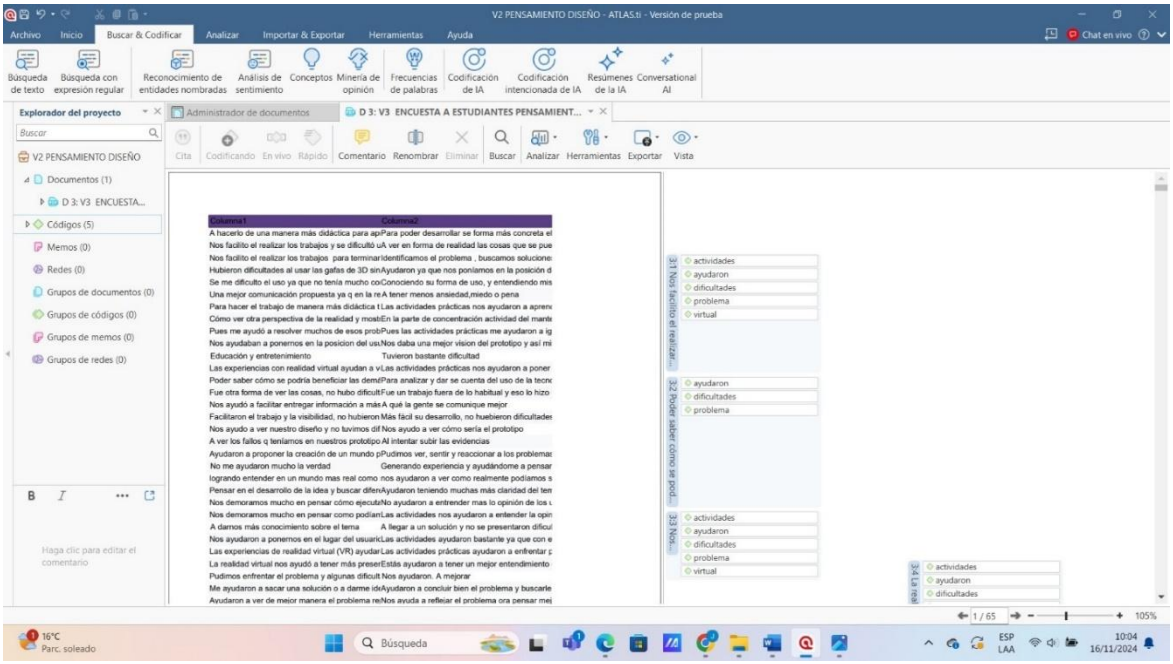
Al revisar los conceptos con mayor frecuencia y al examinar las unidades lingüísticas, teniendo en cuenta lo propuesto por Sabariego (2014), para encontrar estos conceptos y analizar con qué términos se encuentran relacionados, se observa una respuesta positiva por parte de los estudiantes a la intervención con la propuesta didáctica, incluyendo las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas para favorecer el pensamiento de diseño, en concordancia con lo propuesto en los objetivos.

En la siguiente etapa del análisis se realizó un proceso de codificación manual, con el fin de clasificar los conceptos en grupos, categorías y subcategorías, de acuerdo con lo propuesto por Sharma (2024) en el análisis cualitativo de datos.

La Figura 17 muestra el proceso para la asignación de códigos, paso previo a la organización de categorías con la ayuda del *software* Atlas TI.

Figura 17

Proceso de asignación de códigos, empleando el software Atlas TI



Nota: la figura ilustra el proceso de asignación de códigos empleando el software Atlas TI.

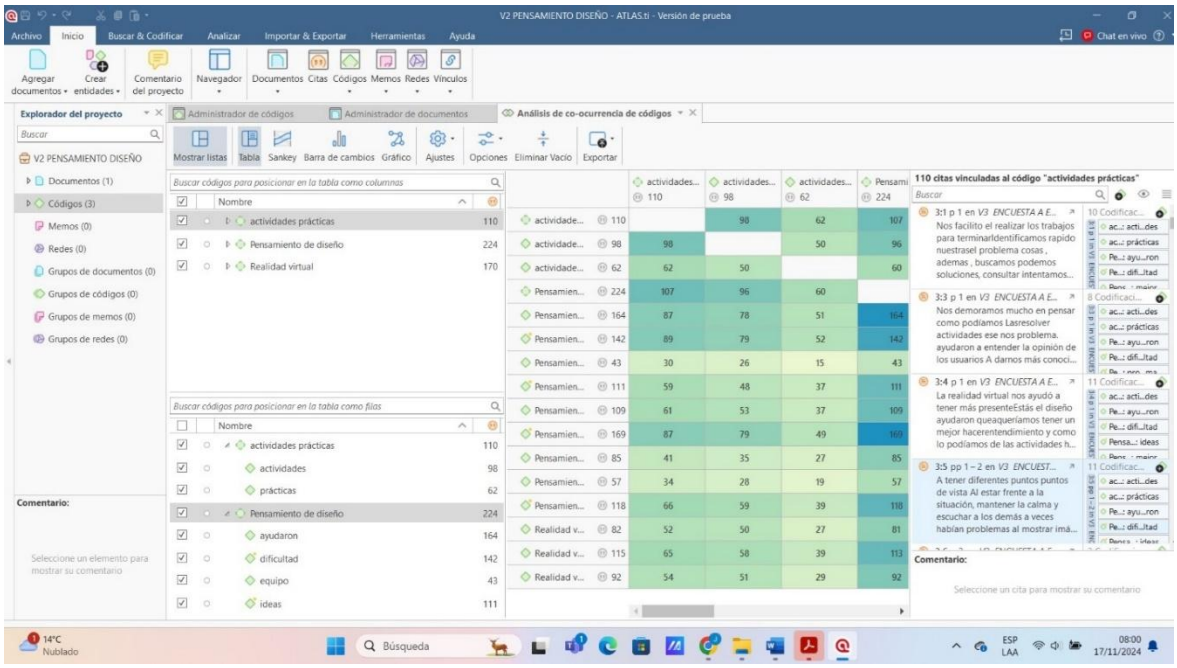
Fuente: elaboración propia con el software Atlas TI

Posteriormente, se conformó un sistema de códigos, para clasificar los conceptos en grupos, consolidar las categorías principales y los subcódigos o subcategorías, como lo propone Sharma (2024). Para realizar este proceso, fue necesario leer los datos varias veces; en algunos casos se requirió cambiar las etiquetas de los códigos y establecer definiciones operativas que permitieran explicar el significado de cada uno.

En la Figura 18 se ilustra el proceso de organización en categorías y subcategorías.

Figura 18

Organización en categorías y subcategorías con el software Atlas TI



*Nota***.** La figura ilustra la organización en categorías y subcategorías con el *software* Atlas TI. Fuente: Elaboración propia con el software Atlas TI.

Como se observa, se clasificó la información en tres categorías principales, las cuales corresponden al objetivo de la investigación; el pensamiento de diseño, la realidad virtual y las actividades prácticas.

Una vez conformadas las categorías se realizó un proceso de comparación y contrastación entre los subconjuntos de datos correspondientes y los conjuntos temáticos o subcategorías identificadas.

Uno de los análisis que se realizó fue el de coocurrencia entre categorías y subcategorías, teniendo en cuenta a Friese (2019). Esto permitió establecer la cantidad de veces que dos o más códigos aparecían juntos en los datos. El análisis evidenció la frecuencia de la coocurrencia entre

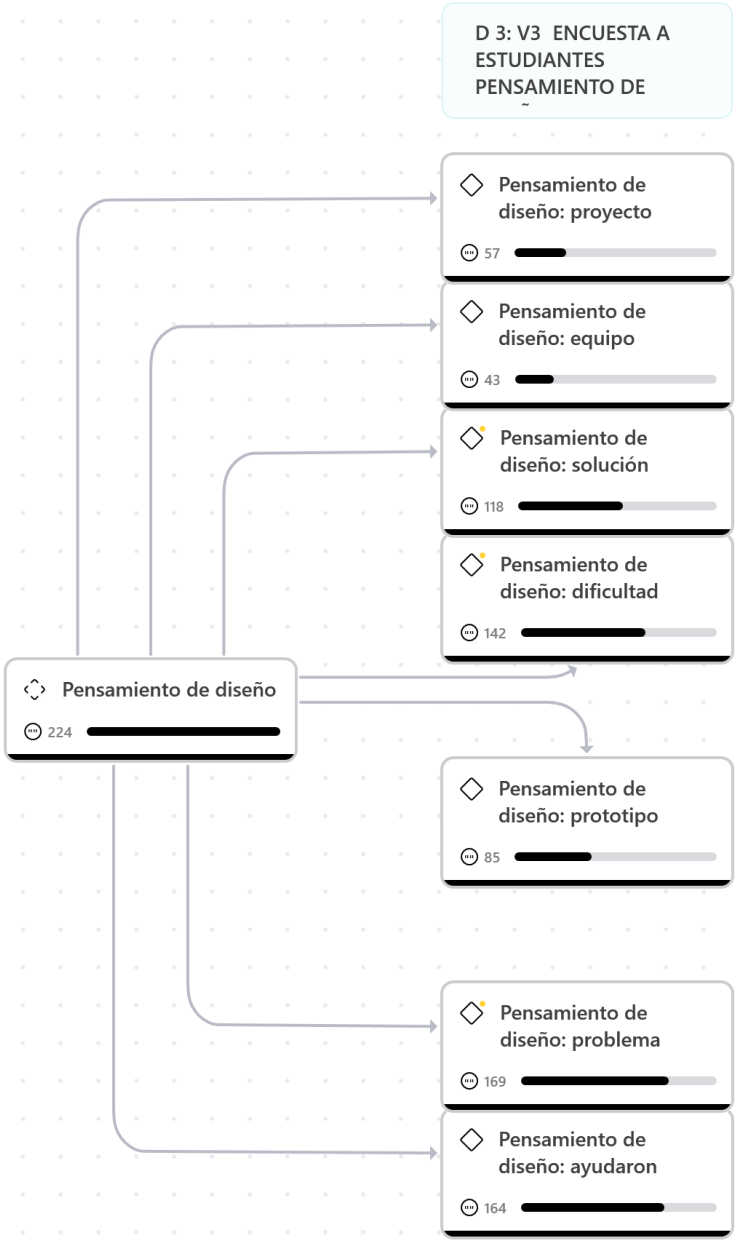
categorías principales y entre categorías y subcategorías, lo que demuestra la fortaleza de las relaciones entre categorías principales, o entre categorías y subcategorías.

La Figura 19 muestra las coocurrencias entre la categoría de pensamiento de diseño y las subcategorías más relevantes del análisis.

Para determinar y organizar las subcategorías se analizaron los significados de los términos con mayor frecuencia de aparición, organizando los conceptos con significados relacionados.

Figura 19

Análisis de coocurrencia entre la categoría pensamiento de diseño y los subcódigos más representativos



Nota*:* la figura ilustra el análisis de coocurrencia entre la categoría pensamiento de diseño y los subcódigos más representativos.
Fuente: elaboración propia con el *software* Atlas TI.

Para comprender las coocurrencias, fue necesario interpretarlas y analizarlas dentro del contexto de los datos; la herramienta Atlas TI permitió observar las citas específicas en donde se

producían las coocurrencias para comprender la naturaleza de las relaciones entre las categorías y las subcategorías. (Friese, 2019).

Se observó que las coocurrencias con altos niveles de frecuencia se encuentran entre la categoría de pensamiento de diseño y las subcategorías de problema (169 coocurrencias), ayudaron (164 coocurrencias), dificultad (142 coocurrencias), solución (118 coocurrencias), prototipo (85 coocurrencias), proyecto (57 coocurrencias) y conformación de equipos (43 coocurrencias).

Para comprender las relaciones se revisaron de forma detallada las unidades lingüísticas. Se encontró que la subcategoría de problema estaba relacionada principalmente con términos como ayudaron y solución. La subcategoría de dificultad se vinculaba con los términos de solución y entender.

Se deducen relaciones con altos niveles de correlación entre la categoría de pensamiento de diseño y las subcategorías ayudaron y solución de problemas; solución y entender dificultades, prototipos, proyectos y conformación de equipos.

Se puede entonces observar una respuesta favorable desde las voces estudiantes con respecto a la intervención, para plantear la solución de problemas, además del entendimiento y solución de dificultades. De igual manera, se evidencia algunas respuestas favorables con respecto a los procesos de realización de prototipos y proyectos, que corresponde a una de las etapas de pensamiento de diseño y la conformación de equipos; un proceso fundamental en la fase de ideación del pensamiento de diseño.

Una manera visual de observar las coocurrencias son los diagramas de Sankey, pues permiten representar las relaciones entre categorías y subcategorías para identificar conexiones y

patrones. En este sentido, hay que tener en cuenta que el ancho de las líneas indica qué tan fuerte es la magnitud del flujo o las relaciones entre los conceptos. (Friese, 2021)

En la Figura 20 se muestra el diagrama Sankey, en el cual se observan las relaciones entre la categoría de realidad virtual y los diferentes conceptos que aparecen con mayor frecuencia y que se revisaron en la nube de palabras. Se observan fuertes niveles de relación entre la categoría realidad virtual y las subcategorías de: ayudaron, problema, dificultad, mejor, solución, ideas, proyecto, equipo, prototipo, ver y experiencias.

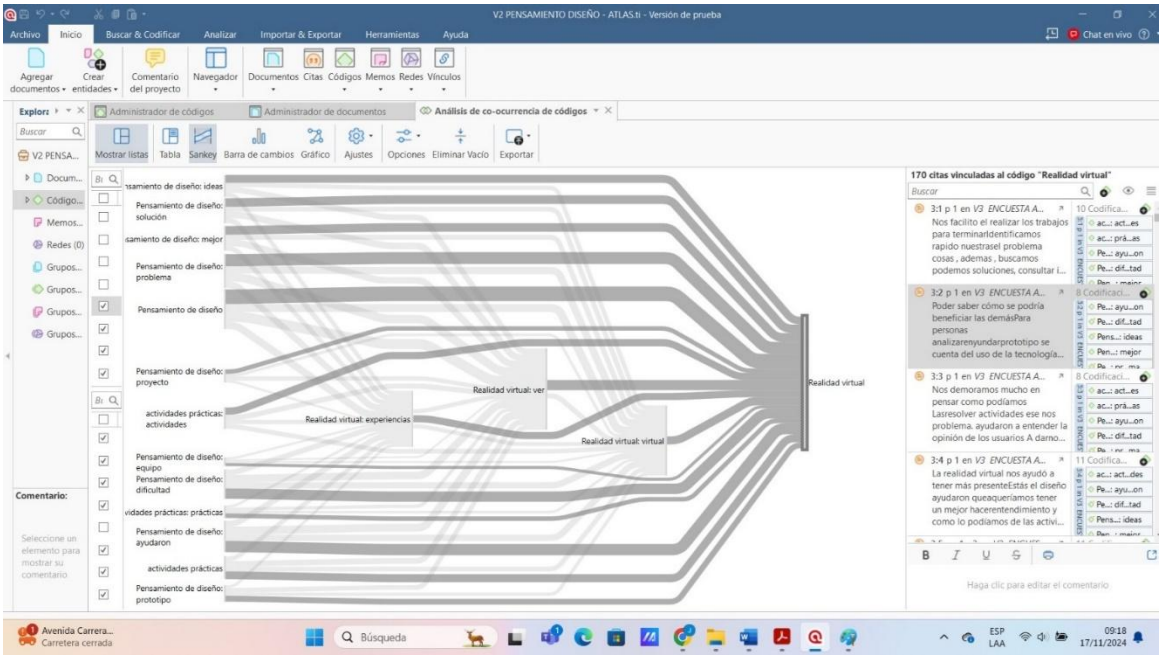
Por lo tanto, se puede inferir que la categoría de realidad virtual, de acuerdo con las voces de los estudiantes, se encuentra fuertemente relacionada con la subcategoría de ayudaron. Al revisar las unidades lingüísticas, este concepto se encuentra relacionado con otros, como solución, ideas, prototipo y proyecto. Esta relación implica que la realidad virtual aporta al objetivo principal de la investigación de "favorecer el pensamiento de diseño".

Por otra parte, se detecta la relación que existe entre la categoría de realidad virtual y la subcategoría de ver, que a su vez se relaciona con los conceptos de experiencias, solución, mejor e ideas. De acuerdo con los estudiantes, se infiere una relación entre las experiencias de realidad virtual y una mejor visualización de soluciones e ideas.

De la misma forma, al revisar las unidades lingüísticas se evidencia cómo la realidad virtual aporta en los procesos de creación de prototipos y proyectos; componentes de la etapa de prototipado con experiencias que mejoran la solución de problemas.

Figura 20

Diagrama Sankey con las relaciones entre la categoría de realidad virtual y las subcategorías relacionadas con la categoría de pensamiento de pensamiento de diseño



Nota. La figura ilustra el diagrama Sankey con las relaciones entre la categoría de realidad virtual y las subcategorías relacionadas con la categoría de pensamiento de diseño.

Fuente: elaboración propia con el software Atlas TI

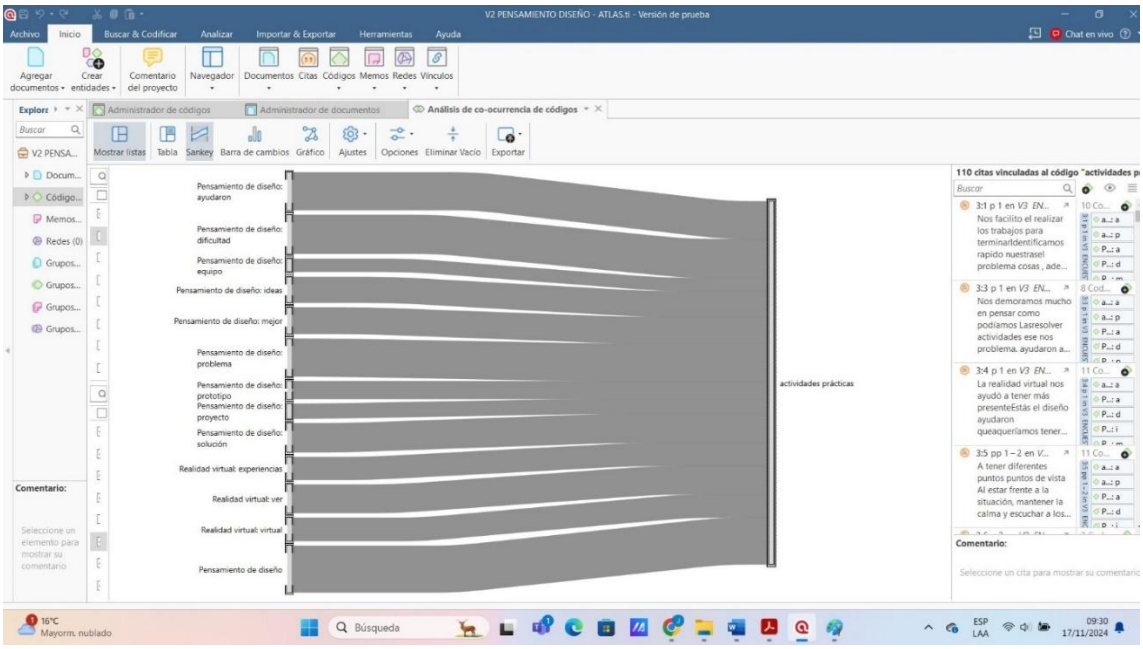
Por otro lado, en la Figura 21 se muestra el diagrama Sankey, en la que se observan las relaciones entre la categoría de actividades prácticas y las diferentes subcategorías de la categoría de pensamiento de diseño. Se evidencian fuertes niveles de coocurrencias entre las actividades prácticas y las subcategorías de pensamiento de diseño de problema: ayudaron, dificultad, solución, mejor, ideas, equipo, prototipo y proyecto.

Algunas de estas subcategorías también se encontraban relacionadas con la categoría de realidad virtual, pero en algunos casos, los niveles de relación son mayores o menores, como se revisará en detalle con los gráficos de barras.

Por otra parte, se observa una relación de la subcategoría ver y experiencias, en la categoría de realidad virtual, particularmente.

Figura 21

Diagrama Sankey con las relaciones entre la categoría de realidad virtual y los diferentes componentes de la categoría de pensamiento de pensamiento de diseño



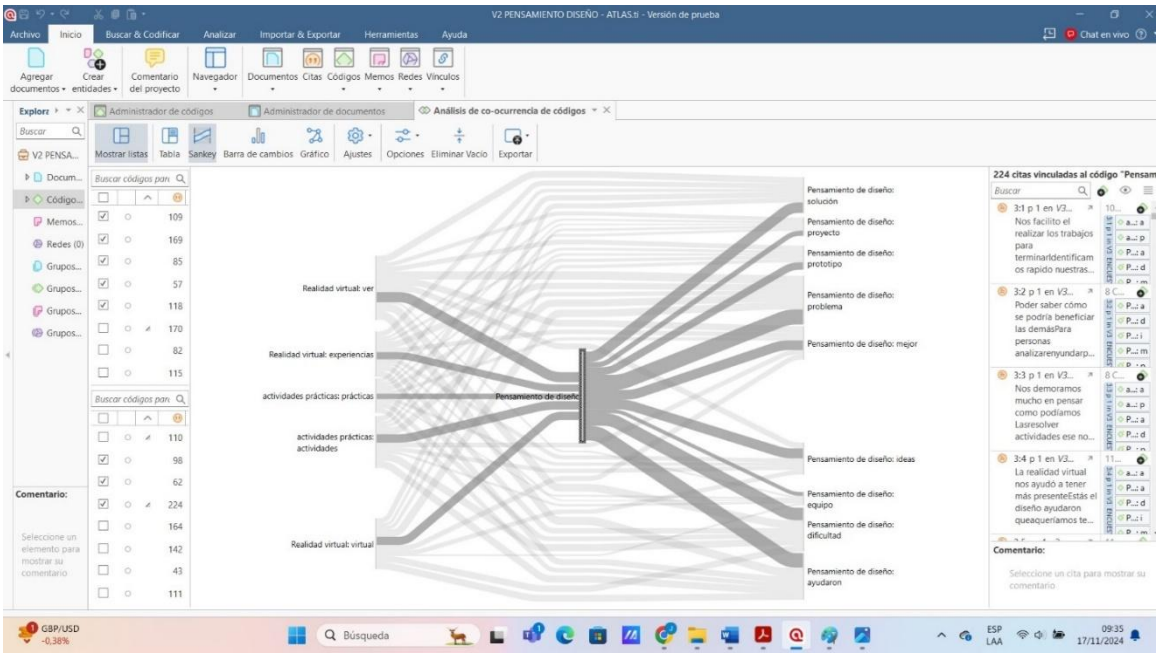
Nota: la figura ilustra el Diagrama Sankey con las relaciones entre la categoría de realidad virtual y los diferentes componentes de la categoría de pensamiento de diseño.
Fuente: elaboración propia con el software Atlas TI.

De manera similar, en la Figura 22 se muestra el diagrama Sankey, en el que se observan las relaciones que hay entre la categoría de pensamiento de diseño, que se encuentra en el centro de la Figura 22, con las categorías de realidad virtual y actividades prácticas que se encuentran a la izquierda, y las subcategorías más relevantes que manifestaron los estudiantes. Estas se

encuentran en el lado derecho de la imagen y son: ayudaron, problema, dificultad, solución, proyecto, prototipo, mejor, ideas y equipo.

Figura 22

Diagrama Sankey con las relaciones entre las categorías de pensamiento de diseño, realidad virtual, las actividades prácticas y las subcategorías más relevantes



Nota: la figura ilustra el diagrama Sankey con las relaciones entre las categorías de pensamiento de diseño, realidad virtual, las actividades prácticas y las subcategorías más relevantes.

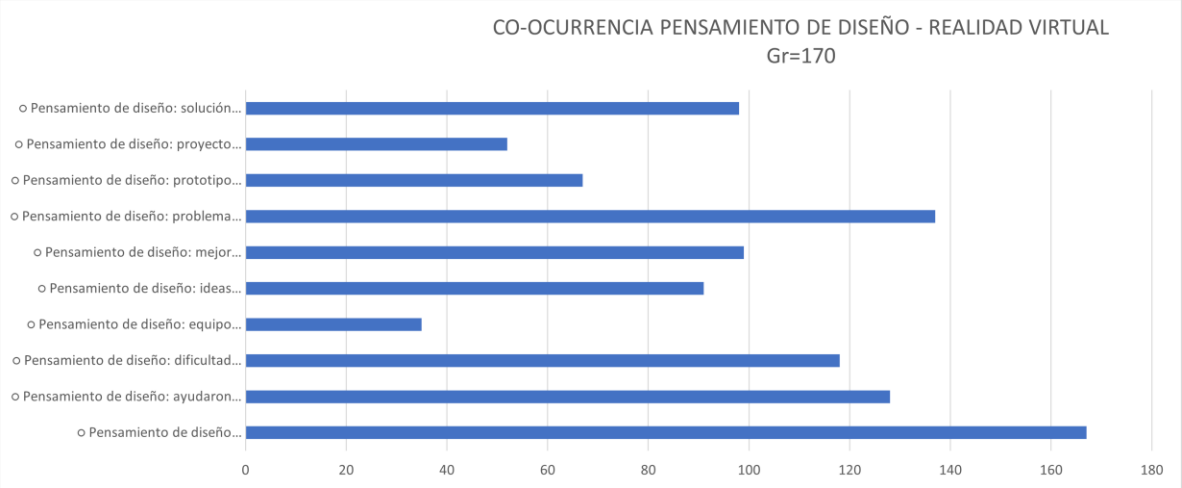
Fuente: elaboración propia con el software Atlas TI

Según Friese (2021), otra manera de visualizar los niveles de coocurrencias entre las categorías es por medio de gráficos de barras, gracias a la herramienta Atlas TI.

En la Figura 23 se muestran los niveles de coocurrencia entre subcategorías de la categoría de pensamiento de diseño y la realidad virtual en un gráfico de barras.

Figura 23

Gráfico de barras con las coocurrencias entre las categorías de pensamiento de diseño y realidad virtual



Nota: la figura ilustra el gráfico de barras con las coocurrencias entre las categorías de pensamiento de diseño y realidad virtual.
Fuente: elaboración propia con el software Atlas TI.

Este gráfico permite observar con más claridad los niveles de relación entre la categoría de realidad virtual y las subcategorías de pensamiento de diseño; con la subcategoría de problema, con unas coocurrencias de 138, ayudaron con 128, dificultad con 118, mejor con 96, solución con 96, ideas con 90, prototipo con 68, proyecto con 50 y equipo con 34.

Al revisar en detalle las relaciones y vínculos de estos conceptos, cuando se leen las unidades lingüísticas, se encuentra la relación del concepto de problema con ayudaron, solución y proyecto; así como relaciones entre el concepto de ayudaron, solución y dificultad. Por otra parte, se encuentran relaciones entre el concepto de mejor e ideas.

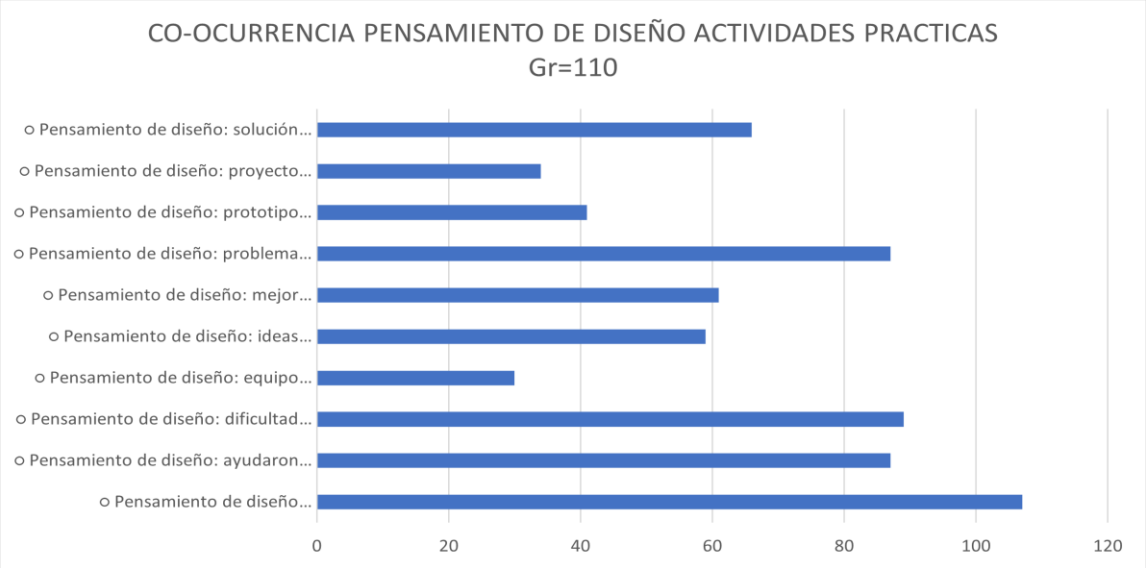
De acuerdo con las voces de los estudiantes, se puede deducir que las experiencias con realidad virtual ayudaron a la solución del problema y a la realización del proyecto, además de

contribuir al hallazgo de alternativas y la superación de dificultades, a la vez que aportaron para proponer mejores ideas.

En la Figura 24 se muestran los niveles de coocurrencia entre las subcategorías de pensamiento de diseño y la categoría de actividades prácticas. Se reitera fuertes relaciones entre la categoría de actividades prácticas y las subcategorías del pensamiento de diseño de dificultad con unas coocurrencias de 90, ayudaron con 88, problema con 88, solución con 66, mejor con 62, ideas con 58, prototipo con 42, proyecto con 32 y equipo con 30.

Figura 24

Gráfico de barras con las coocurrencias entre las categorías de pensamiento de diseño y actividades prácticas



Nota: la figura ilustra el gráfico de barras con las coocurrencias entre las categorías de pensamiento de diseño y actividades prácticas.
Fuente: elaboración propia con el software Atlas TI.

En este punto sin embargo se observa cómo se tienen diferentes niveles de coocurrencia entre las subcategorías de pensamiento de diseño y las categorías de realidad virtual y las actividades prácticas, situación que se analizará con más detalle en la discusión de resultados.

6.4.3. Análisis exploratorio de datos cualitativos de los docentes

Para realizar el análisis cualitativo de los datos obtenidos de las entrevistas a los docentes se utilizó inicialmente la nube de palabras, que permitió observar cuáles fueron los términos, conceptos y sentimientos más representativos desde las voces de los docentes.

En la Figura 25 se muestra la nube de palabras obtenida del análisis de los datos cualitativos recopilados de los docentes.

Figura 25

Nube de palabras obtenida del análisis de los datos cualitativos recopilados de los docentes

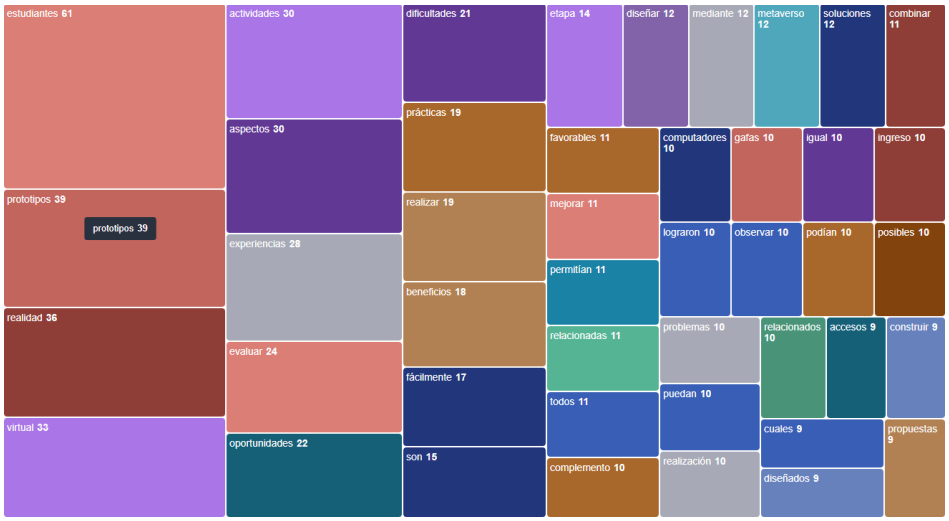


Nota: la figura ilustra la Nube de palabras obtenida del análisis de los datos Cualitativos recopilados de los docentes.
Fuente: elaboración propia con el software Atlas TI

Estos mismos resultados se pueden visualizar ordenados con sus frecuencias, mostrando los conceptos con más apariciones y filtrando los términos con un número importante de repeticiones, como se muestra en la Figura 26.

Figura 26

Figura de conceptos con más frecuencias obtenidos en las entrevistas a los docentes



Nota: la figura muestra los conceptos con mayor frecuencia, obtenidos en las entrevistas a los docentes.

Fuente: elaboración propia con el software Atlas TI.

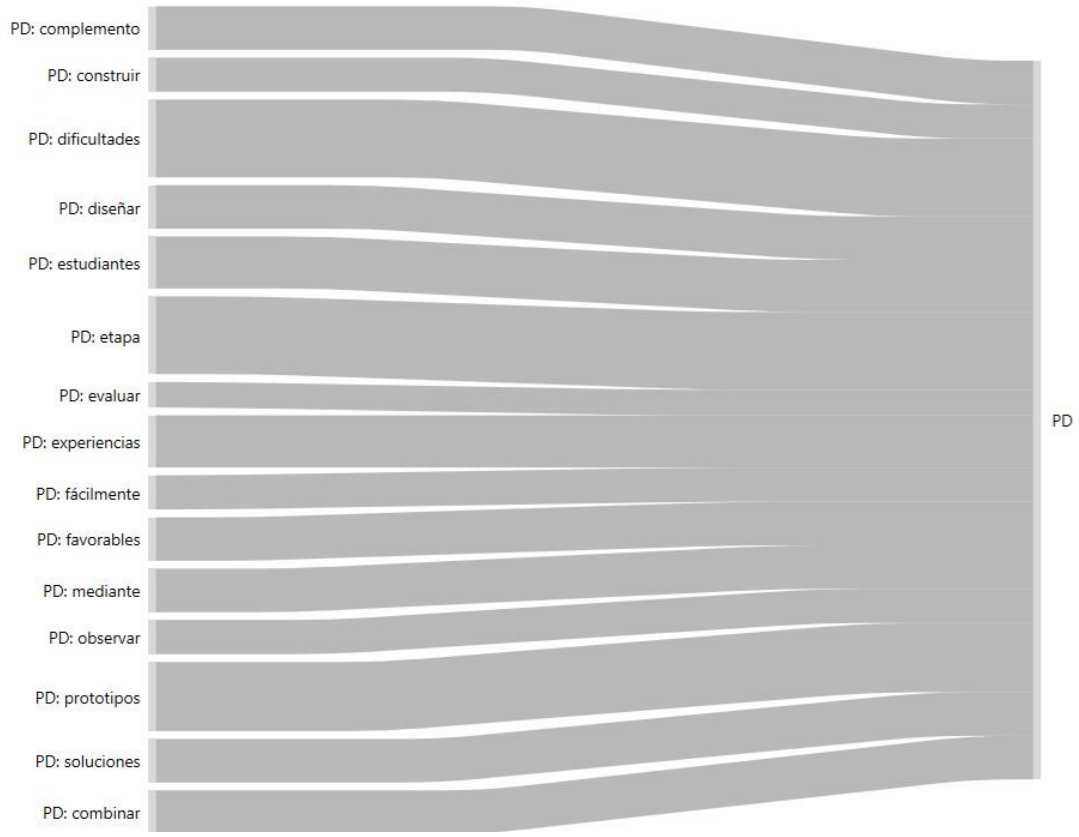
Al igual que pasó con las voces de los estudiantes, en este caso se observa en los resultados principalmente sentimientos positivos con respecto a la intervención, a través de conceptos que tienen alta incidencia como: estudiantes (61), prototipos (39), realidad (36), virtual (33), actividades (30), aspectos (30), experiencias (28), evaluar (24), oportunidades (22).

Con el fin de organizar estos conceptos en subcategorías, se analizaron los significados para encontrar relaciones temáticas o patrones, teniendo en cuenta lo propuesto por Braun y Clarke (2006).

La relación entre la categoría de pensamiento de diseño y las subcategorías que emergen, se pueden visualizar en Figura 27; los niveles de fortaleza entre estas relaciones, por medio de los diagramas Sankey.

Figura 27

Diagrama Sankey entre categoría pensamiento de diseño y las subcategorías emergentes



Nota: la figura muestra el diagrama Sankey entre categoría pensamiento de diseño y las subcategorías emergentes.

Fuente: elaboración propia con el software Atlas TI.

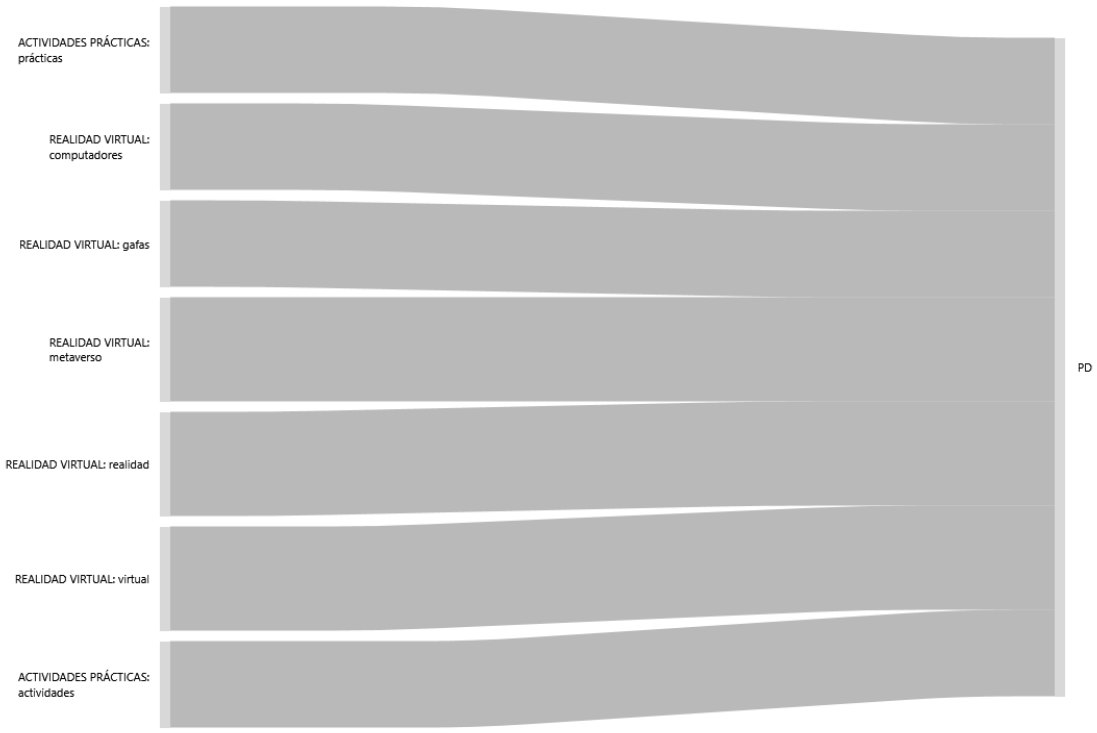
Al revisar cómo se relacionan las diferentes subcategorías teniendo en cuenta las unidades semánticas y las relaciones causales que establecen los vínculos entre las subcategorías y los

conceptos con mayor relevancia, de acuerdo con los propuesto por Strauss (1998), se encuentran relaciones entre la categoría de pensamiento de diseño y las combinaciones de subcategorías: construir prototipos fácilmente, diseñar soluciones favorables, evaluar estudiantes, mediante experiencias, observar soluciones, combinar experiencias, soluciones dificultades y complemento etapa.

Con respecto a las coocurrencias entre la categoría de pensamiento de diseño y las categorías de realidad virtual y actividades prácticas, que se muestra en la Figura 28, se observan fuertes niveles de relación, a través del siguiente diagrama Sankey.

Figura 28

Diagrama Sankey entre categoría pensamiento de diseño y las categorías realidad virtual y actividades prácticas



Nota*:* la figura muestra el diagrama Sankey y la relación entre categoría pensamiento de diseño y las categorías realidad virtual y actividades prácticas.
Fuente: elaboración propia con el software Atlas TI.

Se observan unos altos niveles de coocurrencia, para el caso de la categoría realidad virtual con los conceptos de computadores, gafas, metaverso, realidad virtual.

Si bien los resultados cualitativos, desde las voces de los estudiantes y los docentes van en la misma línea, a través de respuestas positivas con respecto a la implementación de la intervención, en el apartado de discusión de resultados, se profundizará en las convergencias, divergencias y vacíos de los resultados obtenidos.

6.4.4. Análisis de datos cuantitativos

Para realizar el análisis de datos cuantitativos se consolidó la información obtenida en los instrumentos aplicados a estudiantes y docentes. En el caso de los estudiantes, el instrumento aplicado fue la escala de pensamiento de diseño desarrollado por Luecha (2021) y validado por 138 docentes en el campo STEM, y para el caso de los docentes, el instrumento fue el cuestionario, la rúbrica de seguimiento que se aplicó después de la intervención. Este instrumento también fue validado por expertos; los docentes evaluaron el aporte de las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, para favorecer el pensamiento de diseño en cada una de las etapas realizadas.

El programa empleado para el análisis de datos fue Jamovi, el cual, de acuerdo con Lino et al. (2024) es un *software* de uso gratuito, de licencia libre, que permite el análisis de datos cuantitativos, porque trabaja sobre lenguaje R y analiza la información de investigaciones de diferentes áreas del conocimiento.

6.4.4.1 Análisis de datos cuantitativos a estudiantes

Los datos cuantitativos obtenidos provienen de la aplicación del instrumento de la escala de pensamiento de diseño, desarrollada por Luecha (2021). Para la aplicación en esta investigación el instrumento fue adaptado y validado por los expertos que colaboraron en el proceso de validación. En el Anexo 3 se puede observar el instrumento completo. De acuerdo con Harpe (2015), la escala de pensamiento de diseño utiliza una escala de Likert de 5 niveles. Los niveles 4 y 5 se consideran actitudes positivas hacia la afirmación evaluada, donde el nivel 5 indica que está totalmente de acuerdo y el nivel 4 indica que está de acuerdo. El nivel 3 se considera neutral, lo que significa que se puede considerar que no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, mientras que los niveles 1 y 2 indican totalmente en desacuerdo y en desacuerdo, respectivamente.

La primera dimensión que evaluó el instrumento de escala de pensamiento de diseño fue la de estar cómodo con los problemas, que contó con tres ítems, de los cuales se obtuvieron los resultados que se visualizan en la Tabla 14.

Tabla 14

Resultados de los ítems de la dimensión estar cómodo con los problemas

Ítems dimensión estar cómodo con los problemas	**Mediana**	**RIC**	**Mínimo**	**Máximo**
No tengo dificultad al enfrentarme con problemas no resueltos	3,00	1,00	1	5

Acepto si el resultado de la resolución de problemas es inesperado	4,00	1,00	1	5
Cuando resuelvo un problema difícil lo enfrento con tranquilidad	4,00	1,00	1	5

Nota*:* la tabla muestra los resultados de cada uno de los ítems de la dimensión estar cómodo con los problemas. Fuente: elaboración propia

La segunda dimensión que evalúo el instrumento es la empatía del usuario, que contaba con tres ítems, de donde se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15

Resultados de los ítems de la dimensión empatía del usuario

Ítems dimensión empatía del usuario	**Mediana**	**RIC**	**Mínimo**	**Máximo**
Durante el proceso de diseño, trato de comprender las necesidades de los usuarios	4,00	1,00	1	5

Durante el proceso de diseño, a menudo veo el problema desde la perspectiva de los usuarios	4,00	1,00	1	5
Durante el proceso de diseño, a menudo me pongo en el lugar de los usuarios	4,00	2,00	1	5

Nota. La tabla muestra los resultados de cada uno de los ítems de la dimensión empatía del usuario. Fuente: elaboración propia.

La tercera dimensión que evaluó el instrumento fue la atención plena en el proceso, que contaba con tres ítems; se obtuvieron resultados que se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16

Resultados de los ítems de la dimensión atención plena en el proceso

Ítems dimensión atención plena en el proceso	**Mediana**	**RIC**	**Mínimo**	**Máximo**
Soy consciente de cuándo debo tener la mente abierta y cuándo	4,00	2,00	1	5

tengo que centrarme en una cosa				
Creo que es importante descubrir cosas nuevas, en lugar de preocuparme por resultados fallidos	4,00	1,75	1	5
Soy consciente cuando necesariamente tengo que redefinir el problema con mayor claridad	4,00	1,00	1	5

Nota*:* la tabla muestra los resultados de cada uno de los ítems de la dimensión atención plena en el proceso. Fuente: elaboración propia.

La cuarta dimensión que evaluó el instrumento fue la de trabajo colaborativo con la diversidad, que contaba con tres ítems; se obtuvieron resultados que se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17

Resultados de los ítems de la dimensión trabajo colaborativo con la diversidad

Ítems dimensión trabajo colaborativo con la diversidad	**Mediana**	**RIC**	**Mínimo**	**Máximo**

Me gusta trabajar en grupo más que trabajar solo.	4,00	2,00	1	5
Me gusta trabajar con personas que vienen de diferentes grupos	3,00	2,00	1	5
Acepto las decisiones del grupo, aunque no puedo estar de acuerdo con ellos	3,00	1,00	1	5

Nota. La tabla muestra los resultados de cada uno de los ítems de la dimensión trabajo colaborativo con la diversidad. Fuente: elaboración propia.

La quinta dimensión que evaluó el instrumento fue la de orientación al aprendizaje, que contaba con siete ítems; se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18

Resultados de los ítems de la dimensión orientación al aprendizaje

Ítems dimensión orientación al aprendizaje	**Mediana**	**RIC**	**Mínimo**	**Máximo**
A menudo aplico cosas nuevas que he aprendido	4,00	1,00	1	5

Me gusta aprender de las experiencias, observaciones, y acciones	4,00	1,00	1	5
Me gusta aprender con compañeros dentro y fuera de grupos	4,00	2,00	1	5
Me gusta aprender de quienes tienen conocimientos diversos y perspectivas diferentes	4,00	1,00	1	5
Me gusta recibir comentarios y aprender de ellos	4,00	2,00	1	5
Intento obtener información que nunca he obtenido o conocido	4,00	2,00	1	5
Puedo discutir, compartir y aprender de los errores	4,00	1,00	1	5

Nota: la tabla muestra los resultados de cada uno de los ítems de la dimensión orientación al aprendizaje. Fuente: elaboración propia.

La sexta dimensión que evaluó el instrumento fue la confianza creativa, que contaba con cinco ítems, de la cual se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19

Resultados de los ítems de la dimensión confianza creativa

Ítems dimensión confianza creativa	**Mediana**	**RIC**	**Mínimo**	**Máximo**
Puedo realizar deducciones y proponer ideas basadas sobre información incompleta	4,00	1,00	1	5
Me gusta usar el pensamiento de diseño para resolver problemas complejos.	4,00	1,00	1	5
Me gusta pensar en cosas nuevas que sean diferentes de las que se tienen	4,00	1,00	1	5
Me gusta crear un modelo para representar una nueva idea.	4,00	1,00	1	5

Me gusta crear nuevas condiciones para probar otras posibilidades.	4,00	2,00	1	5

Nota: la tabla muestra los resultados de cada uno de los ítems de la dimensión confianza creativa. Fuente: elaboración propia.

Otro de los análisis utilizados mediante el *software* Jamovi fue el cálculo del alfa de Cronbach para cada ítem, cuyos resultados se muestran en la Tabla 20. Este índice proporcionó una medida de la confiabilidad o consistencia de cada ítem, lo que permitió confirmar que las preguntas del grupo evaluaban un mismo concepto o constructo.

Tabla 20

Alfa de Cronbach de los 24 ítems del instrumento escala de pensamiento de diseño

Ítem	**Alfa de Cronbach**	**Ítem**	**Alfa de Cronbach**	**Ítem**	**Alfa de Cronbach**
P1	**0,884**	P9	**0,878**	P17	**0,877**
P2	**0,882**	P10	**0,890**	P18	**0,875**
P3	**0.,882**	P11	**0,889**	P19	**0,876**
P4	**0,877**	P12	**0,883**	P20	**0,879**
P5	**0,879**	P13	**0,875**	P21	**0,878**
P6	**0,876**	P14	**0,876**	P22	**0,876**
P7	**0,879**	P15	**0,876**	P23	**0,879**
P8	**0,880**	P16	**0,876**	P24	**0,876**

Nota*:* la tabla muestra el alfa de Cronbach de los 24 ítems del instrumento escala de pensamiento de diseño. Fuente: elaboración propia con el *software* Jamovi.

El alfa de Cronbach promedio de los 24 ítems del instrumento fue de 0,884. Un valor entre 0,8 y 0,9 indica que existió un nivel significativo de confiabilidad entre los ítems del cuestionario. (Tavakol & Dennick, 2011).

Otro de los análisis realizados fue el cálculo de la distribución de frecuencias para cada categoría, que se presenta en la Tabla 21. Este análisis permitió mostrar el número de elementos, o en este caso, de estudiantes, que seleccionó cada uno de los cinco ítems de respuesta de la escala de Likert utilizada en el instrumento de la escala de pensamiento de diseño.

A continuación, se presenta la distribución de frecuencias para cada dimensión evaluada con el instrumento.

Tabla 21

Distribución de frecuencias para cada dimensión evaluada con el instrumento

Respuestas a la dimensión 1 estar cómodo con los problemas	**Frecuencias**	**% del Total**	**% Acumulado**
1	0	0	0
2	6	2,5 %	2,5 %
3	63	26,5 %	29,0 %
4	134	56,3 %	85,3 %
5	35	14,7 %	100,0 %

Respuestas a la dimensión 2 empatía del usuario	Frecuencias Total	% del	% Acumulado
1	1	0,4 %	0,4 %
2	3	1,3 %	1,7 %
3	62	26,1 %	27,7 %
4	88	37,0 %	64,7 %
5	84	35,3 %	100,0 %

Respuestas a la dimensión 3 Atención plena en el proceso	Frecuencias Total	% del	% Acumulado
1	1	0,4 %	0,4 %
2	2	0,8 %	1,3 %
3	32	13,4 %	14,7 %
4	139	58,4 %	73,1 %
5	64	26,9 %	100,0 %

Respuestas a la dimensión 4 Trabajo colaborativo con la diversidad	Frecuencias Total	% del	% Acumulado
1	3	1,3 %	1,3 %
2	12	5,0 %	6,3 %

3	99	41,6 %	47,9 %
4	102	42,9 %	90,8 %
5	22	9,2 %	100,0 %

Respuestas a la dimensión 5 Orientación al aprendizaje	**Frecuencias**	**% del Total**	**% Acumulado**
1	2	0,8 %	0,8 %
2	3	1,3 %	2,1 %
3	31	13,0 %	15,1 %
4	111	46,6 %	61,8 %
5	91	38,2 %	100,0 %

Respuestas a la dimensión 6 Confianza creativa	**Frecuencias**	**% del Total**	**% Acumulado**
1	1	0,4 %	0,4 %
2	7	2,9 %	3,4 %
3	43	18,1 %	21,4 %
4	110	46,2 %	67,6 %
5	77	32,4 %	100,0 %

Nota: la tabla muestra la distribución de frecuencias para cada dimensión evaluada con el instrumento. Fuente: elaboración propia con el *software* Jamovi.

En la Tabla 22 se sintetizan los resultados de las seis dimensiones evaluadas con el instrumento de escala de pensamiento de diseño.

Tabla 22

Resultados consolidados de las seis dimensiones evaluadas por el instrumento de escala de pensamiento de diseño

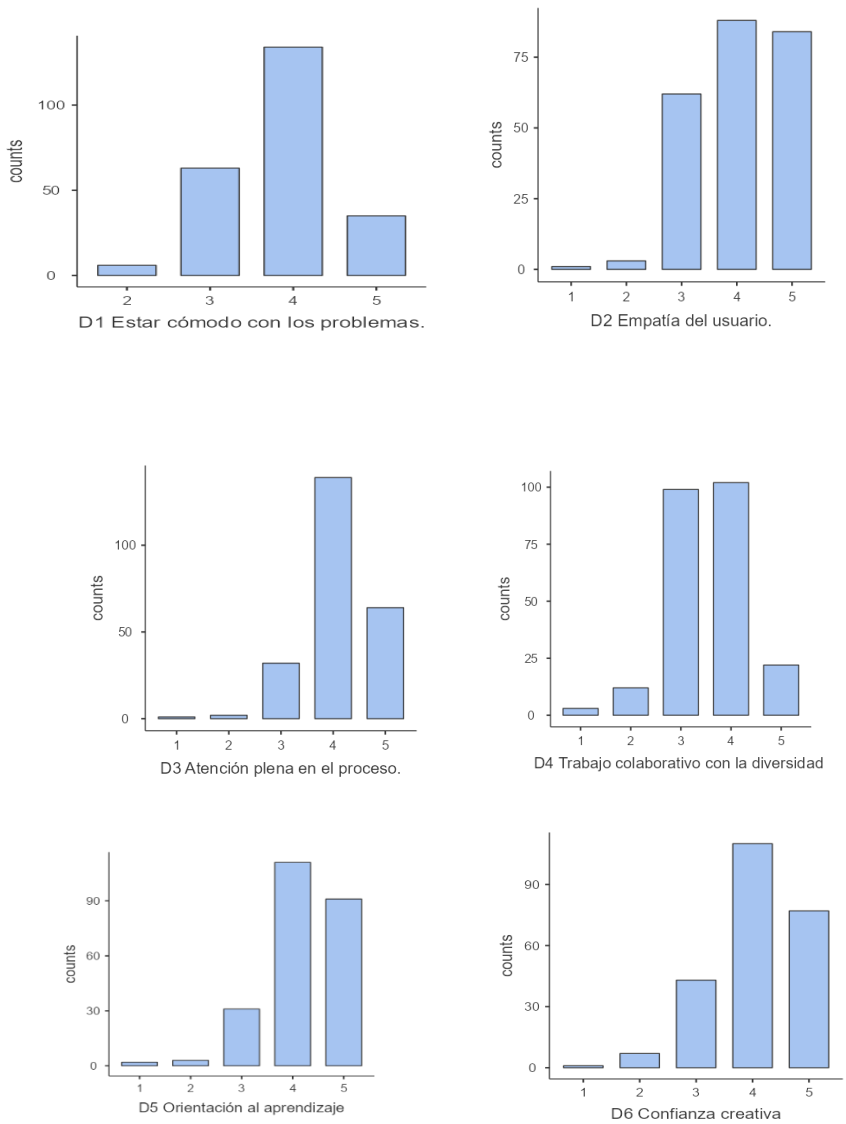
Dimensión	Mediana	RIC	Mínimo	Máximo
D1 Estar cómodo con los problemas	4,00	1,00	2	5
D2 Empatía del usuario	4,00	2,00	1	5
D3 Atención plena en el proceso	4,00	1,00	1	5
D4 Trabajo colaborativo con la diversidad	4,00	1,00	1	5
D5 Orientación al aprendizaje	4,00	1,00	1	5
D6 Confianza creativa	4,00	1,00	1	5

Nota: la tabla muestra los resultados consolidados de las 6 dimensiones evaluadas por el instrumento de escala de pensamiento de diseño. Fuente: elaboración propia con el *software* Jamovi.

Los siguientes resultados, mostrados de manera gráfica en la figura 29, corresponden a cada una de las seis dimensiones evaluadas por el instrumento de escala de pensamiento de diseño.

Figura 29

Resultados para cada una de las seis dimensiones evaluadas con la escala de pensamiento diseño



Nota: La figura muestra los resultados para cada una de las seis dimensiones evaluadas con la escala de pensamiento de diseño.

Fuente: elaboración propia con el s*oftware* Jamovi.

En la Tabla 23 se presentan los porcentajes de respuestas de cada dimensión que correspondieron a los niveles 4 y 5 de la escala de Likert, los cuales indican una respuesta positiva

por parte de los estudiantes hacia la intervención con experiencias de realidad virtual y actividades prácticas para favorecer el pensamiento de diseño.

Tabla 23

Porcentaje de respuestas en nivel 4 y 5 en la escala de pensamiento de diseño para cada dimensión evaluada

Dimensión	Porcentaje de respuestas en nivel 4 y 5
D1 Estar cómodo con los problemas	71%
D2 Empatía del usuario	72,3%
D3 Atención plena en el proceso	85,3%
D4 Trabajo colaborativo con la diversidad	52,1%
D5 Orientación al aprendizaje	84,8%
D6 Confianza creativa	78,6%

Nota: la tabla muestra el porcentaje de respuestas en nivel 4 y 5 en la escala de pensamiento de diseño para cada dimensión evaluada. Fuente: elaboración propia con el *software* Jamovi.

Se observa que, si bien en las seis dimensiones se obtuvieron resultados favorables —con porcentajes superiores al 50 % en todas ellas— La dimensión con resultados más destacados fue la de atención plena en el proceso, con un 85,3 % de respuestas en los niveles 4 y 5. Esta dimensión está relacionada con los procesos de ideación, en los cuales los estudiantes manifiestan tener la mente abierta a nuevas soluciones, desarrollando pensamiento divergente para explorar múltiples posibilidades y, posteriormente, aplicando procesos convergentes para centrarse en una solución concreta. Otro de los elementos que influye en esta dimensión es la habilidad de descubrir nuevas

cosas sin temer al error, lo que se relaciona con la capacidad de fallar rápido o iterar. Un tercer elemento clave de esta dimensión es la capacidad de estar consciente de cuándo es necesario redefinir el problema con mayor claridad, lo que se vincula con el proceso de definición del problema.

La segunda dimensión con mayor porcentaje de respuestas en los niveles 4 y 5 fue la de orientación al aprendizaje, con un 84,8 %. En esta dimensión se evidencian diversos aspectos valorados por parte de los estudiantes, como la aplicación de conceptos aprendidos, el gusto por aprender a partir de las experiencias, observaciones y acciones, así como la preferencia por el aprendizaje colaborativo al interior y al exterior del grupo. También se destaca el interés por aprender de quienes tienen conocimientos diversos y distintas perspectivas, la disposición a recibir retroalimentación, la búsqueda de nueva información, y la capacidad de aprender tanto de los errores como del intercambio de ideas en el debate.

La tercera dimensión con mayor porcentaje de respuestas favorables en los niveles 4 y 5 fue la de confianza creativa, con un 78,6 % . Estos resultados reflejan una actitud positiva por parte de los estudiantes en cuanto a su capacidad de proponer ideas fundamentadas en deducciones, su interés por utilizar el pensamiento de diseño para resolver problemas complejos, su gusto por generar ideas nuevas , su inclinación a crear modelos que representen esas ideas, y su disposición a explorar otras posibilidades con nuevas condiciones.

La cuarta dimensión con mejores resultados fue la de empatía con el usuario, con un porcentaje de 72,3 % de respuestas favorables en los niveles de 4 y 5 en la escala de Likert. Este resultado indica una buena disposición de los estudiantes para comprender las necesidades de los usuarios en los procesos de diseño, adoptar su perspectiva y ponerse en su lugar.

La quinta dimensión que mostró resultados favorables fue la de estar cómodo con los problemas, que obtuvo un 71 % de respuestas en los niveles 4 y 5 de la escala de Likert. Esto evidencia que los estudiantes tienen una actitud adecuada frente a problemas no resueltos; aceptan que los resultados pueden no ser los esperados y enfrentan los problemas difíciles con tranquilidad.

6.4.4.2. Análisis de datos cuantitativos a docentes

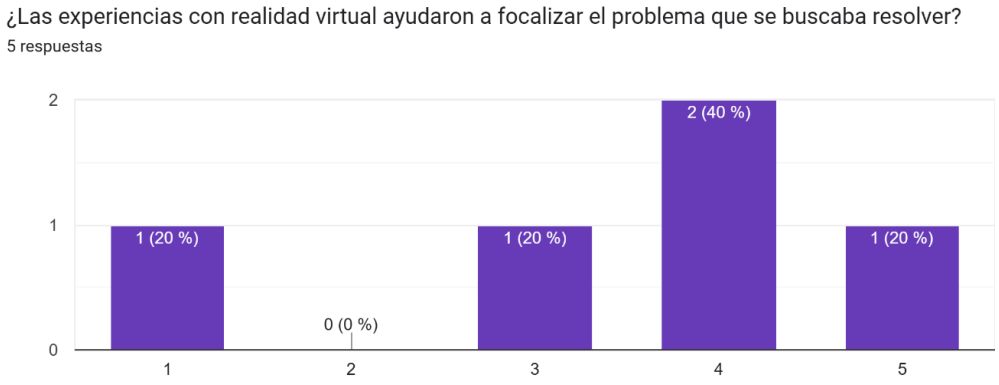
El instrumento utilizado para recopilar datos cuantitativos proporcionados por los docentes fue la rúbrica de seguimiento. Esta incluía un cuestionario con una serie de preguntas que ofrecían opciones de respuesta en una escala de Likert de cinco niveles, con el fin de evaluar el aporte de las experiencias con realidad virtual y de las actividades prácticas en cada una de las etapas de pensamiento de diseño.

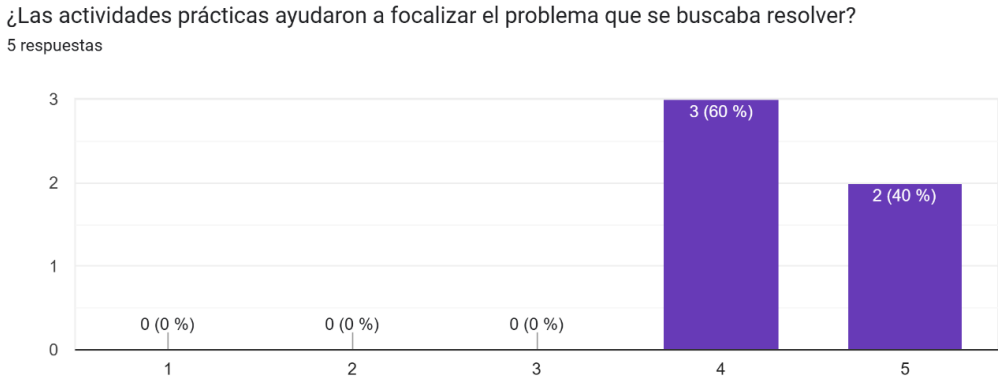
A continuación, se presentan los resultados que corresponden a cada una de las etapas, de acuerdo con las voces de los docentes.

En cuanto a la etapa de empatía, los resultados se visualizan en la Figura 30.

Figura 30

Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa empatía





Nota. La figura muestra los resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes-etapa empatía.

Fuente: elaboración propia con el *software* Jamovi.

Se observa que, si bien tanto las experiencias virtuales como las actividades prácticas contribuyeron a focalizar el problema que se buscaba resolver, las actividades prácticas mostraron un aporte más significativo en la etapa de empatía.

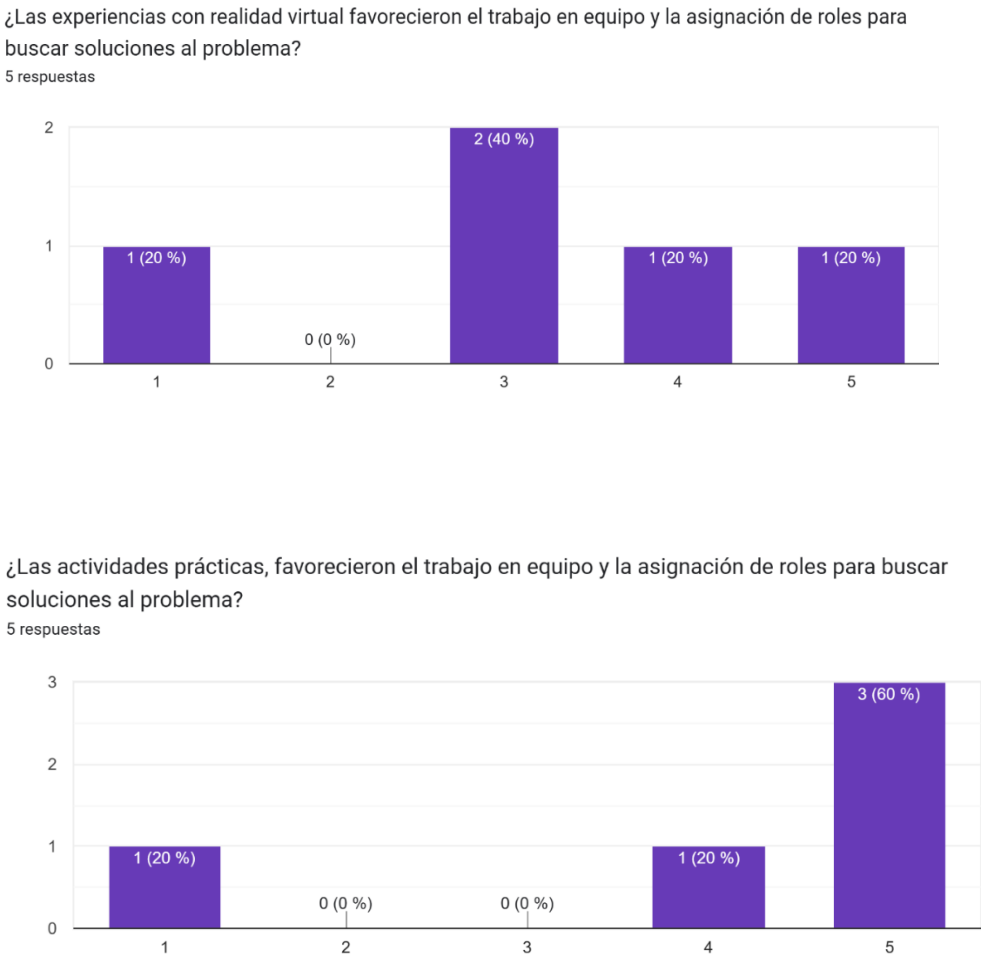
En el caso de la categoría realidad virtual, el 60 % de los docentes mostraron respuestas favorables en relación con el aporte de las experiencias a través de realidad virtual para focalizar el problema que se buscaba resolver; el 20 % de las respuestas fueron neutras y el 20 % fueron respuestas negativas.

En cuanto a la categoría de actividades prácticas, el 100 % de los docentes respondieron de manera favorable con relación al aporte de las actividades prácticas para focalizar el problema que se buscaba resolver.

Con respecto a la etapa de definición, los resultados se muestran en la Figura 31.

Figura 31

Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa definición



Nota. La figura muestra los resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa definición.

Fuente: elaboración propia con el software Jamovi

En el caso de la categoría realidad virtual, se observa que el 40 % de los docentes respondió de manera positiva en cuanto al aporte de las experiencias de realidad virtual, para favorecer el trabajo en equipo y la asignación de roles, con el fin de buscar soluciones al problema. El 40 %

de los docentes mostró respuestas neutras, mientras que el 20 % manifestó una percepción negativa.

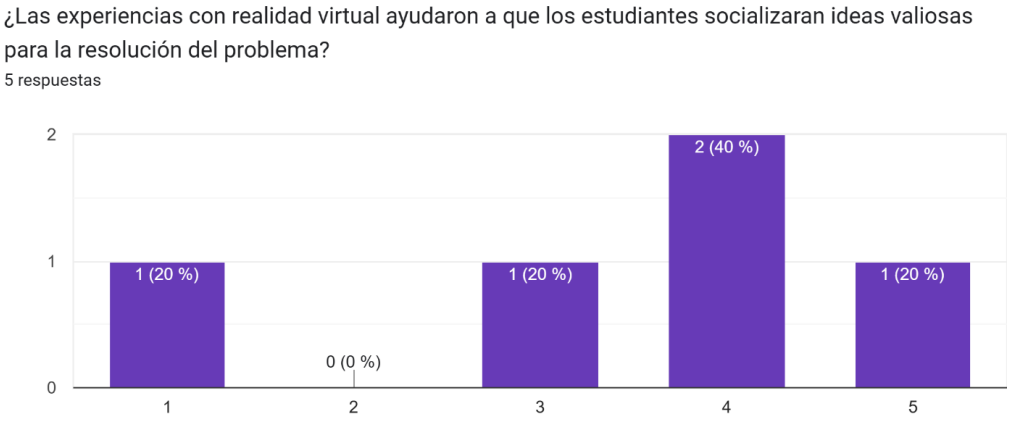
Con respecto a la categoría actividades prácticas se observa que, el 80 % de los docentes respondió de manera positiva con respecto al aporte de las actividades prácticas, para favorecer el trabajo en equipo y la asignación de roles para buscar soluciones al problema. El 20 % mostró una impresión negativa.

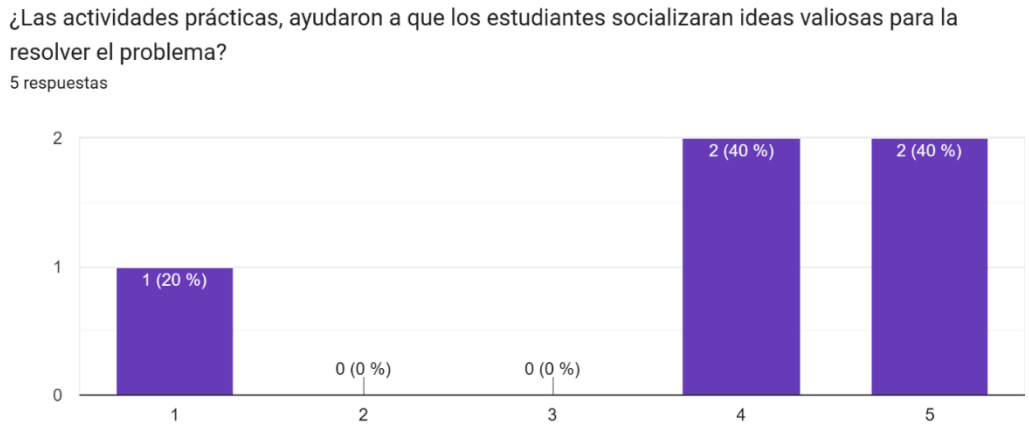
Se observa que, si bien tanto las experiencias virtuales como las actividades prácticas favorecieron el trabajo en equipo y la asignación de roles para buscar soluciones al problema, se observa un aporte con mayor relevancia en la etapa de definición de las actividades prácticas.

En lo que respecta a la etapa idear, los resultados se muestran en la Figura 32.

Figura 32

Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa idear





Nota: la figura ilustra los resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa idear.

Fuente: elaboración propia con el *software* Jamovi.

En cuanto a la categoría de realidad virtual se evidencia que el 60% respondió de manera favorable en relación con el aporte de las experiencias con realidad virtual para ayudar a que los estudiantes socialicen ideas valiosas para la resolución de problemas. El 20% respondió de manera neutra y el 20% reflejó resultados negativos.

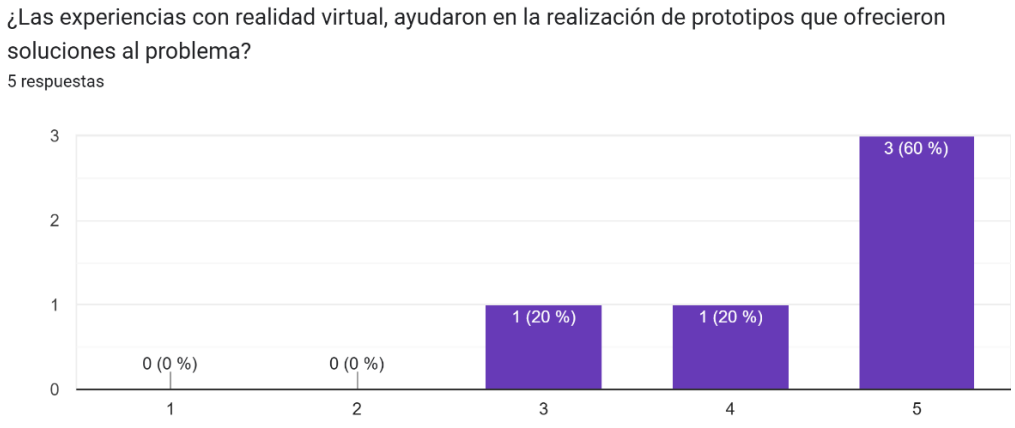
Con respecto a la categoría de actividades prácticas se evidencia que el 80% respondió de manera favorable en cuanto al aporte de las actividades prácticas para ayudar a que los estudiantes socialicen ideas valiosas para la resolución de problemas y el 20% evidenció resultados negativos.

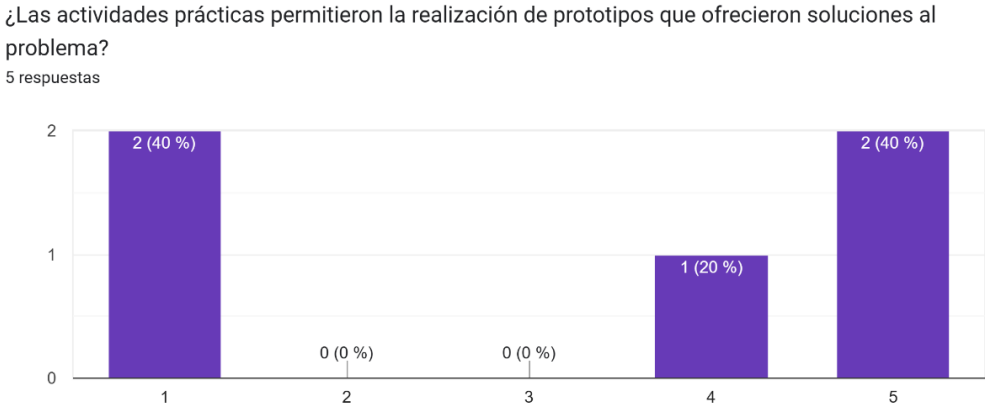
Se observa que, aunque tanto las experiencias virtuales como las actividades prácticas ayudaron a que los estudiantes socializaran ideas valiosas para resolver el problema, se destaca que las actividades prácticas y las experiencias con realidad virtual contribuyeron de manera más equilibrada en la etapa idear.

Con respecto a la etapa de prototipar, los resultados se muestran en la Figura 33.

Figura 33

Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa prototipar





Nota: la figura muestra los resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa prototipar.

Fuente: elaboración propia con el *software* Jamovi.

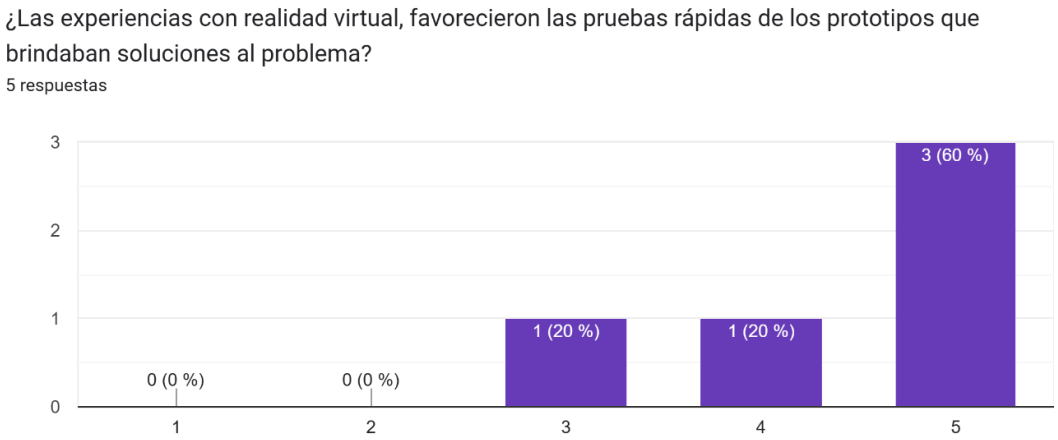
Para la etapa prototipar, se realizaron dos preguntas. La primera, respecto al aporte de la categoría de realidad virtual para la realización de prototipos que ofrecieran soluciones al problema, evidenció que el 80 % de los docentes mostró respuestas favorables, mientras que el 20% mostró respuestas neutras.

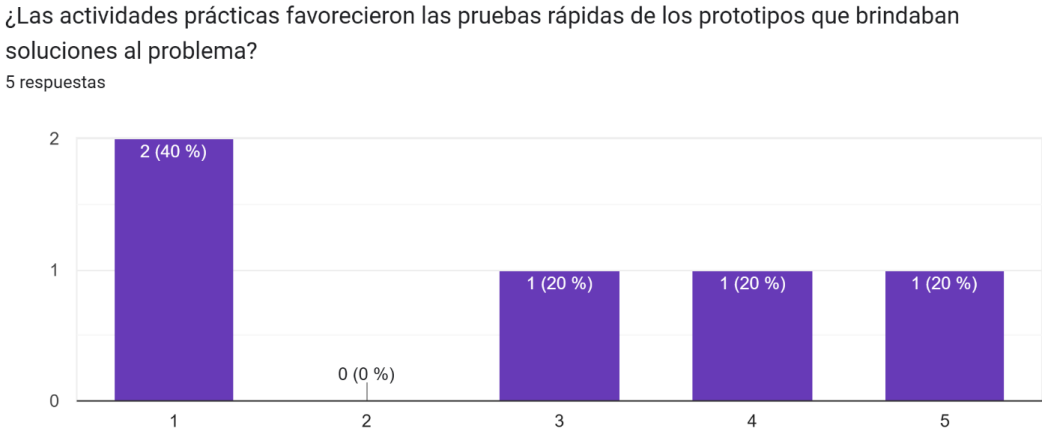
En cuanto al aporte de la categoría de actividades prácticas para la realización de prototipos que ofrecieran soluciones en la solución al problema, se observó que el 60% de los docentes evidenció respuestas favorables, mientras que el 40% dio respuestas desfavorables.

La Figura 34 muestra los resultados de la segunda pregunta en relación con la etapa prototipar.

Figura 34

Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes pruebas rápidas de la etapa prototipar





Nota: la figura muestra los resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes en las pruebas rápidas de la etapa prototipar.

Fuente: elaboración propia con el software Jamovi

Con relación a la segunda pregunta de la etapa prototipado, se observó que, en cuanto a la categoría de realidad virtual, el 80% de los docentes respondió de manera favorable al aporte de

esta categoría para la realización de pruebas rápidas de los prototipos que ofrecían soluciones a los problemas, mientras que el 20% mostró respuestas neutras.

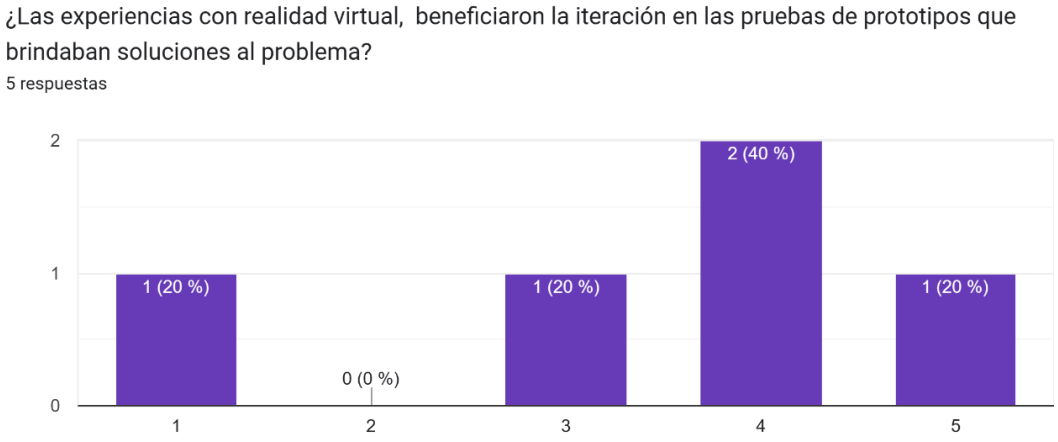
En relación con la categoría de actividades prácticas, el 40 % de los docentes valoró positivamente su aporte para la ejecución ágil de dichas actividades dentro de los prototipos orientados a la solución de problemas, el 20 % evidenció una postura neutral y el 40 % respondió de manera negativa.

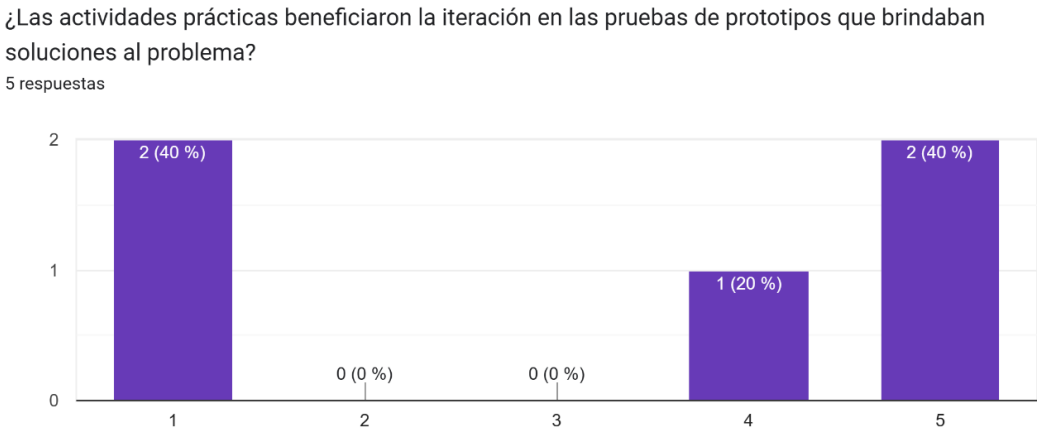
Si bien tanto las experiencias virtuales como las actividades prácticas facilitaron la implementación rápida de los prototipos orientados a resolver el problema, las experiencias relacionadas con realidad virtual mostraron un impacto más significativo durante la etapa de prototipado de las experiencias.

En cuanto a la etapa evaluar, los resultados se muestran en la Figura 35.

Figura 35

Resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa evaluar





Nota: la figura muestra los resultados instrumento rúbrica de seguimiento a docentes etapa evaluar.

Fuente: elaboración propia con el software Jamovi.

Con relación a la categoría de realidad virtual en la etapa de evaluar, el 60 % de los docentes evidenció que las experiencias con realidad virtual beneficiaron la iteración en las pruebas de prototipos que brindaban soluciones al problema. El 20 % respondió de manera neutra y el 20% de manera negativa.

Respecto a la categoría de actividades prácticas en la etapa de evaluar, el 60% de los docentes mostró que las actividades prácticas beneficiaron la iteración en las pruebas de prototipos que brindaban soluciones al problema y el 40 % respondió de manera negativa.

Se observa que, aunque las experiencias virtuales como las actividades prácticas beneficiaron la etapa de evaluación mediante procesos de iteración en las pruebas de prototipos que ofrecían soluciones al problema, las experiencias con realidad virtual tuvieron un impacto más significativo en esta etapa.

6.5. Análisis de resultados triangulación de datos

Para la triangulación de datos se tienen en cuenta los resultados obtenidos tanto en los análisis cuantitativos como en los cualitativos (Denzin, 2008). Por su parte, Creswell (2003) propone la estrategia de triangulación concurrente, en la cual después de recopilar los datos cuantitativos y cualitativos, se comparan los resultados para encontrar convergencias, diferencias o algunas combinaciones; otros autores denominan a este proceso validación cruzada (Greene et al.,1989). Se pretende llevar a cabo procesos de comparación de resultados en paralelo, utilizando los datos cualitativos para contar la frecuencia de aparición de los resultados. En el caso de esta investigación se tomaron en cuenta tanto las frecuencias obtenidas en la nube de palabras como los significados derivados de las respuestas del instrumento cualitativo.

Teniendo en cuenta lo propuesto por Creswell (2003), se diseñó la Tabla 24, en la cual se relacionan los resultados cuantitativos y cualitativos a partir de las respuestas de los estudiantes. Como elemento de referencia, se utilizaron los resultados de las seis dimensiones del instrumento de la escala de pensamiento de diseño, propuesta por Luecha (2021), el cual fue validado por 138 docentes de área. En la Tabla 24, se busca establecer relaciones entre los resultados cuantitativos evidenciados en los porcentajes de respuestas favorables en la escala de pensamiento de diseño (niveles 4 y 5 de la escala de Likert), y las respuestas del instrumento cualitativo aplicado a los estudiantes. El objetivo es mostrar cómo existe una correspondencia entre los resultados en cada dimensión del pensamiento de diseño evaluada. Posteriormente, se analizan las respuestas de los estudiantes y sus significados para establecer los diálogos o relaciones entre las categorías de realidad virtual y las actividades prácticas en las diferentes dimensiones evaluadas del pensamiento de diseño.

Para codificar a los participantes, se les asignó un número precedido por la letra P (Participante), que identifica a cada uno dentro de la muestra, numerados del 1 al 238. Por ejemplo, el participante 10 fue codificado como P10.

Tabla 24

Triangulación de datos en donde se relacionan los resultados cuantitativos y cualitativos

Dimensión del pensamiento de diseño	Porcentajes de respuestas favorables en la escala de pensamiento de diseño (resultados cuantitativos)	Componentes relacionados de la dimensión de pensamiento de diseño	Expresiones desde las voces de los estudiantes (resultados cualitativos)
D1 Estar cómodo con los problemas	71 %	No tengo dificultad al enfrentarme con problemas no resueltos	P211: RV: "Siento que ayudaron a ver el problema desde una perspectiva más realista y poder conocer los problemas más a fondo"
			P132: AP: "Para poder desarrollar de forma más concreta el proyecto propuesto y encontrar los pros, contras e ideas a mejorar"
		Acepto si el resultado de la resolución de problemas es inesperado	P85: RV: "Ayudaron mucho las experiencias con realidad virtual; ayudaron a crear nuevas cosas y solucionar problemas a través de las redes"
			P148: AP: "Entendiendo mis dificultades y cómo resolverlas".

		Cuando resuelvo un problema difícil lo enfrento con tranquilidad	P27 RV: “Pensar en el desarrollo de la idea y buscar diferentes propuestas para presentar”. P107: AP: “A tener menos ansiedad, miedo o pena”
D2 Empatía del usuario	72,3 %	Durante el proceso de diseño, trato de comprender las necesidades de los usuarios	P231: RV: “Ayudaron a entender más sobre la solución de problemas” P16: AP: “Nos ayudaron a comprender los distintos puntos de vista de los usuarios”
		Durante el proceso de diseño, a menudo veo el problema desde la perspectiva de los usuarios	P93: RV: “Nos ayudaron a ponernos en el lugar del usuario y poder hacer un prototipo adecuado para los usuarios”. P161: AP: “Nos daba una visión más globalizada y nos hacía analizar si nuestro prototipo realmente iba a ayudar a los usuarios”.
		Durante el proceso de diseño, a menudo me pongo en el lugar de los usuarios	P194: RV : “Nos daba una visión más globalizada y nos hacía analizar si nuestro prototipo realmente iba a ayudar a los usuarios”. P37: AP: “Nos ayudó a entender si es un problema en los usuarios o no”
D3 Atención plena en el proceso	85,3 %	Soy consciente de cuándo debo tener la mente abierta y cuándo tengo que centrarme en una cosa	P54: RV: “Varias experiencias que nos hizo enfocar en algo concreto para realizar un prototipo y desarrollar nuevas ideas, y ayudar a todos como personas”

			P102: AP: “Ayudaron a poner en práctica nuestras propuestas de diseño y de esa manera mostrar las propuestas y solucionar uno que otro conflicto”
		Creo que es importante descubrir cosas nuevas en lugar de preocuparme por resultados fallidos	P51: RV: “Ayudaron para tener en cuenta de los errores que estábamos cometiendo y para cambiarlos”
			P74: AP: “Nos ayudaron a buscar las debilidades y fallas del prototipo y nos dejaba arreglarlas de la mejor manera”
		Soy consciente de cuándo necesariamente tengo que redefinir el problema con mayor claridad	P166: RV: “Ayudó a cambiar nuestra idea del proyecto y hacer algo mejor elaborado”.
			P204: AP: “Nos ayudó porque recibíamos críticas e ideas de mejoras para nuestro prototipo de mis mismos usuarios”.
D4 Trabajo colaborativo con la diversidad	52,1%	Me gusta trabajar en grupo más que trabajar solo	P03: RV: “Nos fomentaron un buen trabajo en equipo, ya que cada persona aportó una parte a toda la información necesaria”
			P83: AP: “Nos ayudó porque teníamos que unirnos en grupo para hacer el análisis y las entrevistas para poder analizar nuestro prototipo”
		Me gusta trabajar con personas que vienen de diferentes grupos	P158: RV: “Me ayudaron a mejorar el trabajo en equipo y colaborar mejor”
			P181: AP: “Nos ayudaron a conseguir más opiniones sobre los prototipos”.
		Acepto las decisiones del grupo, aunque no	P29: RV: “Estas ayudaron a la comunicación y socialización del grupo”

		puedo estar de acuerdo con ellos	P93: AP: “El habernos enfrentado a un problema juntos, el apoyarse el uno al otro”
D5 Orientación al aprendizaje	84.8 %	A menudo aplico cosas nuevas que he aprendido	P49: RV: “Buscamos diferentes dificultades y soluciones”
			P234: AP: “Nos dieron una idea de cómo hacer la lluvia de ideas basados en el proceso de análisis”
		Me gusta aprender de las experiencias, observaciones, y acciones.	P12: RV: “Si veíamos cómo queda el trabajo nos ayudaría a tomar mejor decisiones”
			P46: AP: “Ayudaron al hacer las entrevistas y las mejoras de nuestro prototipo”
		Me gusta aprender con compañeros dentro y fuera de grupos	P159: RV: “Con la imagen de la idea todos dieron su opinión”
			P130: AP: “Ayuda a tomar en cuenta a los demás”
		Me gusta aprender de quienes tienen conocimientos diversos y perspectivas diferentes	P91: RV: “Ayudo porque las personas podían analizar y darnos una opinión para poder mejorar nuestro prototipo”
			P125: AP: “A ver los diferentes puntos de vista”
		Me gusta recibir comentarios y aprender de ellos	P54: RV: “Las experiencias virtuales proporcionaron distintos puntos de vista sobre el problema propuesto”
			P72: AP: “Ayudaron a entender la manera de solucionar los conflictos y razonar la manera en la que se pueden solucionar y poner en práctica nuevas propuestas para conseguir una solución universal que ayude en

			beneficio del ambiente y de la comunidad”
		Intento obtener información que nunca he obtenido o conocido	P147: RV: “Buscando sobre el tema y qué problemáticas tenía y cómo se podía solucionar mediante el problema propuesto”
			P183: AP: “Nos ayudaron a realizar encuestas y darnos más puntos de vista de las demás personas sobre nuestro problema”
		Puedo discutir, compartir y aprender de los errores	P165: RV: “Ayudaron a saber debatir sobre las buenas propuestas, teniendo en cuenta la opinión de nosotros y los usuarios”
			P29: AP: “Abriendo más la mente y teniendo en cuenta las opiniones de todos”
D6 Confianza creativa	78.6 %	Puedo realizar deducciones y proponer ideas basadas sobre información incompleta	P234: RV: “A desarrollar un pensamiento más analítico y tener una buena calidad de la puesta hecha”
			P118: AP: “Nos ayudaron a plasmar nuestras ideas”
		Me gusta usar el pensamiento de diseño para resolver problemas complejos	P196: RV: “Nos ayudaron como inspiración y también encontrar un problema en sí”
			P102: AP: “Para enfrentarnos a los problemas reales que puedan existir y tomar decisiones”
		Me gusta pensar en cosas nuevas que sean diferentes de las que se tienen	P173: RV: “Ayudaron a tener más creatividad sobre temas del proyecto”
			P15: AP: “Ayudaron a tener varios planes entre materiales y diseños del prototipo”

	Me gusta crear un modelo para representar una nueva idea	P31: RV: “Para ver un modelo básico de la idea que queríamos dar” P162: AP “Nos ayudaron a ser más creativos al momento de realizar el prototipo”
	Me gusta crear nuevas condiciones para probar otras posibilidades	P157: RV “Nos ayudaron a poder ver cómo nos quedaría el prototipo y cómo hacerlo , dándonos más oportunidades para mejorarlo y proponer nuevas cosas” P104: AP: “Las actividades prácticas promovieron la construcción y prueba de prototipos al permitir la experiencia directa”.

Nota: triangulación de datos cuantitativos y cualitativos, en los que se relacionan los resultados obtenidos a partir de la escala de pensamiento de Luecha (cuantitativos) con las expresiones de los estudiantes asociadas a la dimensión evaluada (cualitativos), considerando tanto los aportes de la categoría de realidad virtual (RV), como los de las actividades prácticas (AP). Fuente: elaboración propia.

La Tabla 24 evidencia la correlación entre los resultados cuantitativos y cualitativos, pues para cada una de las dimensiones del pensamiento de diseño evaluadas con la escala de pensamiento de Luecha (2021), los indicadores cuantitativos se relacionan con respuestas del componente cualitativo −expresadas por los participantes − que reflejan el desarrollo de los elementos evaluados en los respectivos ítems.

Sin embargo, para profundizar en el análisis y la triangulación se tiene como punto de partida la pregunta de investigación, “¿qué tipos de diálogos entre la realidad virtual y las

actividades prácticas son necesarios para favorecer el pensamiento de diseño, para la resolución de problemas del entorno de los estudiantes en bachillerato? El objetivo entonces es "establecer qué tipos de diálogos entre la realidad virtual y las actividades prácticas son necesarios para favorecer el pensamiento de diseño, con el propósito de resolver problemas del entorno de los estudiantes que cursan bachillerato". Se realiza un análisis para cada dimensión del pensamiento de diseño, con el objetivo de comprender cómo dialogan o se relacionan las categorías de realidad virtual y las actividades prácticas, en función de favorecer el pensamiento de diseño.

Primera dimensión estar cómodo con los problemas: para esta dimensión se evidencia que el 71% de los estudiantes consideró que la intervención fue favorable, según los resultados del componente cuantitativo. En cuanto a los resultados cualitativos, un análisis detallado revela que hay algunos componentes que se ven más favorecidos por las experiencias con realidad virtual, mientras que otros se promueven en mayor medida a través de las actividades prácticas.

En el caso de la realidad virtual, uno de los aportes más importantes al desarrollo de la primera dimensión evaluada está relacionada con los procesos de observación y visualización, como se evidencia en las siguientes citas extraídas de las respuestas de los estudiantes que hacen referencia a este concepto.

P22: "Ayudaron a **ver** de mejor manera el problema representándolo".

P141: "Siento que ayudaron a **ver** el problema desde una perspectiva más realista y poder conocer los problemas más a fondo y la dificultad fue que no se tiene un acceso tan libre a la realidad virtual".

P178: "Ayudaron a **ver** varias cosas de diferentes maneras".

P107: “Ayudaron de manera positiva, ya que es una manera nueva de **ver** nuestros proyectos que aún no han sido físicos.”.

P214: “Ayudaron a poder hacer un prototipo que nos haga **ver** el diseño que teníamos de una forma más clara y completa”

Estas respuestas se correlacionan igualmente con los resultados del análisis cualitativo de la nube de las palabras, donde el término “ver” apareció con una frecuencia de 248 menciones, ocupando el tercer lugar entre los términos más recurrentes.

Otro de los aportes importantes de las experiencias de realidad virtual en la primera dimensión, relacionada con estar cómodo con los problemas, es la aparición del término “idea” y los conceptos relacionados, como se evidencia en las siguientes citas de las respuestas de los estudiantes.

P06: “Me ayudaron a sacar una solución o a darme **ideas** y la dificultad fue que a veces no daban buenas **ideas** o eran muy complicadas”

P108: “Ayudaron a generar más **ideas** para resolver el problema”.

P17: “Me ayudaron bastante, ya que no había una **idea** muy clara, las dificultades fueron muy pocas, pero más que todo fue con las imágenes”

P173: “Pensar en el desarrollo de la **idea** y buscar diferentes propuestas para presentar”.

Estas respuestas se correlacionan también con los resultados del análisis cualitativo de la nube de las palabras, en el cual el término “ideas” tuvo una frecuencia de aparición de 178 veces, y el término “idea”, de 90 veces.

En el caso de las actividades prácticas, también se identifican aportes a la primera dimensión —estar cómodo con los problemas —, especialmente en los procesos de generación de ideas, como se observa en las siguientes citas extraídas de las respuestas de los estudiantes.

P63: “Dieron variación de **idea** para solucionar un problema de forma activa y creativa”

P48: “Se pudo generar más **ideas** para resolver el problema”

P183: “Las actividades ayudaron a facilitar las **ideas** propuestas, resolver los inconvenientes y las dudas del proyecto”

P61: “Nos dio nuevas **ideas** para solucionarlo”

De igual forma, se evidencia un aporte significativo de las actividades prácticas a la primera dimensión, especialmente en los procesos relacionados con la comunicación, en interacción con los compañeros del grupo de trabajo y los usuarios.

P06: “A tener **menos ansiedad, miedo o pena**”

P227: “A qué la gente se **comunique** mejor”

P14: “Mucho, debido a que permitieron realizar y **dialogar** entre los compañeros del equipo a plantear situaciones”

En relación con la primera dimensión de estar cómodo con los problemas, se puede concluir que las categorías de las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas mantienen una relación complementaria. Ambas contribuyen al desarrollo de esta dimensión, especialmente en el componente de generación de nuevas ideas en los estudiantes. Sin embargo, las experiencias con realidad virtual ofrecen un aporte más significativo en los procesos visuales,

específicamente en la capacidad de ver o visualizar las soluciones a los problemas. Por su parte, las actividades prácticas destacan por su contribución a los procesos de comunicación.

Con relación a las dificultades en esta dimensión se evidencian inconvenientes con la calidad de la conectividad para realizar las experiencias de realidad virtual y la curva de aprendizaje de algunas herramientas utilizadas. En el caso de las actividades prácticas las dificultades de los estudiantes estuvieron relacionadas con la falta de algunos recursos y ciertos inconvenientes para el trabajo en grupo, especialmente para lograr que todos los integrantes del grupo estuvieran de acuerdo.

Segunda dimensión empatía con el usuario: en esta dimensión se evidencia que el 72,3% de los estudiantes consideró que la intervención fue favorable desde el componente cuantitativo. En cuanto a los resultados cualitativos, al revisar en detalle los datos, se observa que hay algunos componentes que son más favorecidos por las experiencias con realidad virtual y otros que se promueven más con las actividades prácticas.

En el caso de la realidad virtual, uno de los aportes más influyentes en el desarrollo de la segunda dimensión evaluada se relaciona con la empatía hacia el usuario y la comprensión de sus necesidades, así como con los procesos relacionados de creación de modelos y prototipos en 3D, como observa en las siguientes citas de las respuestas de los estudiantes relacionados con este concepto.

P114: “Nos ayudaron a realizar nuestro **modelo en 3D** para poder ponerlo en práctica”

P138: “Nos ayudaron bastante para poder crear nuestro **prototipo en 3d** y luego poder ponerlo en práctica”.

P77: “Nos ayudaba, ya que podíamos ver el problema propuesto y analizar el problema, además al realizar el **prototipo en 3D** nos ayudaba a visualizar y ver si sería rentable hacerlo”.

Así mismo, se observa la tendencia a favorecer los procesos de visualización e ideación, como se evidencia en las siguientes citas de las respuestas de los estudiantes relacionados con este concepto.

P201: “Me di cuenta de que cuando creamos una actividad o encuestas con realidad virtual , videos y esas cosas nos guían, nos dan más **ideas** más propuestas y eso me parece superinteresante”.

P154: “Nos daba una mejor **visión** desde el lugar del usuario para poder solucionarlo de la mejor manera”

De otro lado, se observa un aporte importante de las actividades prácticas a la segunda dimensión también, especialmente en los procesos relacionados con la visualización y la generación de ideas centradas en los usuarios.

P09: “Pidiendo **opiniones** sobre nuestro prototipo a otra gente y **viendo** qué opina para mejorar”

P219: “A **ver** las soluciones posibles a diferentes problemas”.

P58: “A darnos soluciones, ya que podíamos captar una **idea** rápido y poder darnos la **comprensión** necesaria para resolver el problema”

Adicionalmente, en el caso de las actividades prácticas se observa un aporte importante con respecto a la comprensión de las necesidades de los usuarios, la búsqueda de la viabilidad de las propuestas y los procesos de comunicación, como se observa en las siguientes citas.

P123: “Pidiendo **opiniones** sobre nuestro prototipo a **otra gente** y viendo **qué opina** para mejorar”.

P90: “Nos ayudaron a comprender los distintos **puntos de vista** de los usuarios”.

P28: “Nos permitió **ponernos en el lugar de los usuarios**”

P168: “Nos ayudaban a **colocarnos en el lugar** de la que se encuentra en el ambiente del problema”.

P198: “Podíamos ver si el proyecto era **viable**”.

P202: “Nos ayudaron con la **socialización** del problema con los demás y a hacer mejoras”.

P16: “Ayudaron a mejorar la **expresión en público** de los estudiantes y a mejorar su **diálogo**”.

Se puede concluir que, con relación a la segunda dimensión, referida a la empatía con el usuario, las categorías correspondientes a las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas tienen una relación complementaria. No obstante, se evidencia un mayor aporte de las actividades prácticas. Aunque las experiencias con realidad virtual permiten realizar modelos y prototipos en 3D, así como el fomento de los procesos de visualización e ideación. Las actividades prácticas no solo favorecen estos procesos, sino que también fortalecen de manera más significativa la comprensión de las necesidades de los usuarios, la búsqueda de la viabilidad de las propuestas y los procesos de comunicación.

En cuanto a las dificultades asociadas a esta etapa, se identificaron problemas relacionados con la conectividad, la curva de aprendizaje de las nuevas herramientas y la concreción de propuestas, mediante experiencias con realidad virtual. Por su parte, en las

actividades prácticas se presentaron limitaciones vinculadas a la disponibilidad de recursos, los procesos de comunicación entre el grupo de trabajo y los tiempos limitados en las actividades.

Tercera dimensión atención plena en el proceso: en esta dimensión, se evidenció que el 85,3 % de los estudiantes consideró que la intervención fue favorable desde el componente cuantitativo, siendo esta la dimensión con los mejores resultados cuantitativos. En cuanto a los resultados cualitativos, un análisis detallado de los datos muestra algunas diferencias entre los aportes de las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas.

En el caso de la realidad virtual los aportes más importantes al desarrollo de la tercera dimensión se relacionan con los procesos de ver, identificar y visualizar los errores y problemas, lo cual facilita realizar cambios y mejoras, como se observa en las siguientes citas:

P01: “Nos ayudaron a **ver problemas** que teníamos y no lográbamos observar a simple vista , por lo que, al **mirarlos** , cambiamos esos puntos y los **mejoramos**”.

P220: “Las experiencias con realidad virtual proporcionaron **puntos de vista** distintos sobre el problema propuesto y nos ayudaron **a ver** los **puntos débiles** de las soluciones propuestas.”

P31: “Las experiencias de realidad virtual ayudaron a **redefinir** el problema de la contaminación oceánica, al permitir una **visión** más inmersiva y directa de los **daños**.”.

P182: “Al **ver** todas las **dificultades** de este **problema** y ver los nuevos problemas que se generan vimos las **diferentes soluciones**”

Además, también se observan aportes relacionados con los procesos de generación de nuevas ideas, que favorecen la implementación de cambios, mejoras y un mayor enfoque en la solución, como se evidencia en las siguientes citas:

P139: “A entender más acerca de la problemática, cada vez que realizo algo, lo analizo y puedo **cambiarle** algo , mejorar mi **idea**”

P107: “Ayudó a **cambiar** nuestra **idea** del proyecto y hacer algo **mejor** elaborado”.

P69: “Varias experiencias que nos hizo enfocar en algo concreto para realizar un prototipo y **desarrollar** nuevas **ideas**, y ayudar a todos como personas”.

Con respecto al aporte de las actividades prácticas también se observa un fortalecimiento de los procesos de visualización e ideación, aunque que, con mayor énfasis en la consideración de la opinión de los usuarios, para realizar cambios o mejoras en las propuestas, como se evidencia en las siguientes citas:

P224: “Me ayudaron a complementar la **idea** principal de todo, teniendo en cuenta las **opiniones** de los **usuarios,** ayudando a tener una **mejor** versión del proyecto”

P175: “Nos ayudaron a ver los **puntos de vista de todos** y agregar **nuevas ideas** al problema propuesto”.

P28: “Me **mostraba** algunas cosas que estaban mal en el prototipo y así **mejorarlas** y solucionar el problema”

P143: “Ayudó al saber la **opinión** de los **usuarios** para poder **modificar** el prototipo”

P173: “Ayudaron bastante, porque nos pudieron dar más **ideas** o qué podemos **cambiar**”

Se puede concluir que, con relación a la tercera dimensión de —atención plena en el proceso —, las categorías de las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas tienen una relación complementaria, con un aporte significativo por parte de ambas. Estas contribuyeron especialmente en los procesos de ideación y visualización, elementos clave para

redefinir el problema, generar cambios y mejoras. Sin embargo, las actividades prácticas aportaron un tanto más, ya que incorporaron de manera más marcada las opiniones de los usuarios en la toma de decisiones para realizar los ajustes necesarios. Y con respecto a las dificultades, estas se relacionan principalmente con la curva de aprendizaje asociado a las nuevas herramientas y con la dificultad para comprender los modelos en 3D y convertirlos en modelos físicos.

Cuarta dimensión trabajo colaborativo con la diversidad: en esta dimensión se evidencia que el 52,1 % de los estudiantes consideró que la intervención fue favorable desde el componente cuantitativo, lo que representa el porcentaje más bajo entre todas las dimensiones evaluadas. Sin embargo, el análisis cualitativo, revela matices importantes: mientras que hay algunos componentes que se ven más favorecidos por las experiencias con realidad virtual, otros muestran una mayor contribución por parte de las actividades prácticas.

En el caso de la realidad virtual, los aportes más importantes al desarrollo de la cuarta dimensión evaluada se relacionan con los procesos de comprensión y reconocimiento del punto de vista de los demás. Esto se respalda, por ejemplo, en los resultados cualitativos de nube de palabras, donde los términos de entender y comprender aparecieron con una frecuencia de 89 y 73 veces, respectivamente. Además, se identifican contribuciones relevantes en los procesos de comunicación y colaboración en el trabajo en grupo, especialmente en la generación de ideas y la búsqueda de acuerdos, como se observa en las siguientes citas:

P04: “Aportaron **tolerancia y respeto** hacia las **otras personas,** ya que **no todos pensamos igual**, la dificultad fueron las **ideas** que tenía cada uno”

P182: “Las experiencias virtuales fomentaron la **colaboración,** al mejorar la **comunicación** del equipo.”.

P13: “Mucho, **uniéndonos** demasiado y permitiendo que las **ideas** de todos se pudieran añadir a la solución que teníamos en mente”.

P237: “Nos ayudó a mejorar la **comunicación** con nuestros compañeros para **trabajar en equipo** y así mismo cada uno desplegar sus **ideas”**

P10: “Nos ayudaron a **comprender** cómo el **compañero** piensa, cómo poder **solucionar** el problema y cómo se expresa **el otro**, además de que son dos pensamientos muy diferentes; pero con todo y diferencias se tenían que **juntar** para dar el producto final”

P181: “Ayudaron que todos hacíamos algo y **dialogamos** sobre lo realizado en la realidad virtual”

P84: “aportaron en cómo **trabajar en equipo** y tomar conciencia de los problemas y ser inicialistas para **resolverlo**.”

Por otro lado, en las actividades prácticas también se observaron aportes significativos en los procesos relacionados con el comprender y reconocer los puntos de vista de los otros integrantes del grupo. Así mismo, se observaron contribuciones en la comunicación y la colaboración en el trabajo en grupo, especialmente en la generación de ideas y la búsqueda de acuerdos. Estas contribuciones se ven enriquecidas por la presencia física y por componentes socioemocionales, como el manejo del estrés y la paciencia.

P49: “Las actividades prácticas fomentaron el **trabajo en grupo,** al tener en cuenta la **opinión** de los **demás**”.

P168: “En las prácticas cada uno de los **integrantes** tenía que poner su **idea** propuesta y **estar de acuerdo**”.

P84: “Las actividades prácticas, al ser desarrolladas en un entorno físico, fomentan las **interacciones físicas** y el trabajo realizado por los **integrantes** del **grupo**”.

P117: “A manejar el **estrés y la paciencia** con las demás personas y conmigo misma.”

P206: “Ayudaban que nos teníamos que **reunir** para hacer el prototipo y **discutir** su función”.

Es relevante observar que esta fue la dimensión en la que, según las respuestas cualitativas de los estudiantes, se manifestaron más aspectos desfavorables, lo cual está en coherencia con los resultados cuantitativos.

Se puede concluir que, en relación con la cuarta dimensión de trabajo colaborativo con la diversidad, las categorías correspondientes a las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas presentan una relación sinérgica. La combinación de ambas favorece el trabajo en equipo, ya que aportaron a los procesos relacionados con el comprender y el reconocer los puntos de vista de los otros integrantes del grupo. También se evidenciaron aportes importantes en los procesos de comunicación y la colaboración en el trabajo en grupo, necesarios para la generación de ideas y la búsqueda de acuerdos.

Sin embargo, las actividades prácticas aportaron elementos adicionales al fomentar interacciones físicas y algunos componentes socioemocionales. Con relación a las dificultades, en el caso de las experiencias con realidad virtual, se reportaron problemas de conectividad, la curva de aprendizaje de algunas herramientas, y una mayor propensión a la distracción de algunos estudiantes. Por su parte, en las actividades prácticas surgieron algunos desafíos

relacionados con la dificultad para llegar a acuerdos, la desigualdad de participación, la falta de recursos y diferencias entre los estudiantes del grupo.

Quinta dimensión orientación al aprendizaje: para esta dimensión se evidenció que el

84,8 % de los estudiantes consideró que la intervención fue favorable desde el componente cuantitativo, ubicándose como la segunda dimensión con los resultados más favorables. Con respecto a los resultados cualitativos, el análisis detallado de los datos muestra que algunos componentes fueron más favorecidos por las experiencias con realidad virtual, mientras que otros se promovieron con mayor eficacia a través de las actividades prácticas.

En el caso de la realidad virtual, los aportes más importantes al desarrollo de la quinta dimensión evaluada se relacionan con los procesos de pensamiento divergente. A través de la visualización (ver) de los modelos, los estudiantes reciben diferentes ideas y opiniones desde diferentes perspectivas o puntos de vista, lo que les permite entender el problema y buscar soluciones, como se observa en las siguientes citas:

P17: “Ayudaron, porque teníamos que buscar un problema factible y al poderlo **ver** en realidad virtual y hacer el modelo 3D veíamos cómo quedaría y **funcionaría** nuestro prototipo”.

P24: “Mucho, ya que nos dejaban **ver** desde todos los **ángulos** nuestro proyecto y así mismo nos permitían saber cuáles eran las **problemáticas**”

P163: “Las experiencias virtuales proporcionaron **distintos puntos de vista** sobre el **problema** propuesto.”.

P74: “Nos ayudaron a **ver** los pros y los contras, llevándonos a **debatir** sobre lo que estaba bien y lo que no”.

P182: “Tomando **ideas** y **opiniones** de todos los usuarios y evaluadores; otra, la prosperidad del proyecto”

P24: “al **ver** de forma virtual, ya no solo el prototipo y al **ver** el problema, ya más centrado en un tema pudimos generar más **soluciones**”.

P188: “Presentando y **evidenciando** de manera detallada los **diferentes puntos de vista”.**

Por otro lado, las actividades prácticas aportaron a los procesos relacionados con el pensamiento convergente. Se identificaron las dificultades y necesidades para solucionar el problema, además de pensar en su utilidad para la propuesta.

P236: “Al ver lo opinión general de los usuarios **sabemos qué dificultades** hay en el tema y **lograr solucionarlo**”

P124: “Las actividades prácticas facilitaron el **debate** al ofrecer **experiencia directa**”

P157: “Presentando y **evidenciando** de manera detallada los **diferentes puntos** de vista al igual que la VR”

P54: “Ayudaron en **definir** más el proyecto y ya **cambiará** los últimos **detalles**”

P12: “Ayudaban, ya que pensábamos **cómo sería utilizado** dicho prototipo”

P209: “Entre tantas ideas nos ayudó a **estar todos de acuerdo** y **encontrar una solución** entre todos”.

Se puede concluir con relación a la quinta dimensión de orientación al aprendizaje, que las categorías de las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas tienen una relación sinérgica, en la que cada una aporta desde enfoques complementarios. Las experiencias con realidad virtual tienen un aporte más significativo en los procesos de pensamiento

divergente, facilitando la visualización de modelos y la consideración de diferentes ideas, para entender el problema y buscar soluciones. Por su parte, las actividades prácticas aportan de manera más significativa a los procesos de pensamiento convergente, al centrarse en la identificación de las dificultades y necesidades, con el objetivo de proponer soluciones y pensar en la utilidad de la propuesta. En cuanto a las dificultades, nuevamente se evidencian problemas técnicos relacionados con la conectividad. Además, durante el proceso de concreción de las propuestas, surgieron problemas de trabajo en equipo para tomar decisiones definitivas, como conflictos y falta de acuerdos.

Sexta dimensión confianza creativa: en esta dimensión se evidenció que el 78,6 % de los estudiantes consideró que la intervención fue favorable desde el componente cuantitativo, ubicándola como la tercera dimensión con los mejores resultados. En cuanto a los aspectos cualitativos, al revisar en detalle los datos, se observa que hay algunos componentes fueron más favorecidos por las experiencias con realidad virtual, mientras que otros se favorecieron más con las actividades prácticas.

En el caso de la realidad virtual, los aportes más importantes al desarrollo de la sexta dimensión evaluada están relacionados con la capacidad de visualizar posibilidades para construir o diseñar los modelos y prototipos, lo cual se vincula con el pensamiento divergente de diseño, como se observa en las siguientes citas:

P23: “Ayudaron muchísimo, debido a que **construimos** nuestro **modelo** en 3D, pudimos hacer nuestro multiverso y logramos sacar los **prototipos** en 3D”.

P150: “El **diseñar** la manera de **cómo sería**, su tema, de qué trataría, su forma y utilidad para su creación y objetivo, **diseñándolo** ya en un entorno diferente, como el tridimensional y haciendo más fácil realización a su **prototipo** físico”.

P92: “El **modelo** 3D en la aplicación fue difícil de procesar o de encontrar una manera adecuada para **ejemplificarlo** y **conseguirlo**”.

P102: “Las experiencias virtuales ayudar a **ver** cómo iba a ser el **prototipo** y qué cosas podría llevar para ayudar a los usuarios”

P203:“Nos ayudaron a poder **ver** cómo nos quedaría el **prototipo** y cómo hacerlo , dándonos más oportunidades para mejorarlo y proponer nuevas cosas”.

P71: “De forma de **evitar** costos, sabiendo que si se utiliza **prototipos** físicos y sale mal saber que evitar los costos”

P81: “**Vimos** uno de los errores que nos **dificultaba** para avanzar, y los solucionamos en equipo, mientras lo socializamos con los otros grupos”

P06: “Las experiencias virtuales facilitaron la **construcción** y prueba de **prototipos** mediante **simulaciones interactivas**”

Con respecto a las actividades prácticas, el aporte está relacionado en cómo ayudaron a concretar las propuestas, realizando prototipos de acuerdo con las ideas ya planteadas y mediante el “hacer”, en la construcción y prueba de prototipos , realizando procesos de pensamiento convergente.

P114: “Ayudaron a **identificar** qué podría servir como ejemplo y ayuda a los usuarios y qué les gustaría ver para ser apoyados”

P169: “Las actividades prácticas promovieron la **construcción** y **prueba** de **prototipos** al permitir la experiencia directa”

P104: “ Nos dieron la i**dea** de hacer **prueba y error** al prototipar, basados en los gustos o necesidades ajenas”

P24: “Cada actividad práctica dejó mucho más clara la i**dea** desarrollada y propuesta”

P211: “Nos ayudaron, ya que teníamos las **ideas** era solo **plasmar**”

P172: “En saber si el material que usamos está bien **y soporta** lo que queremos **hacer**”

P140: “A hacer modelos y **pruebas** donde el **invento** diera resultados”

P61: “Ayudaban a tener en claro la **solución** de dicho problema”

P115: “**Probar** distintas **cosas e ideas**”

P08: “Ayudaron en **practicar** diversos **materiales y soluciones**”.

P104: “Se pudo **probar** el **proyecto** con éxito”

Se puede concluir que, con relación a la sexta dimensión de confianza creativa, las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas mantienen una relación sinérgica, en la cual cada una contribuye con sus enfoques. Las experiencias con realidad virtual ofrecieron un aporte más significativo en los procesos de pensamiento divergente, especialmente en la visualización de posibilidades para construir o diseñar los modelos y prototipos. Por su parte, las actividades prácticas, ayudaron a la concreción de las propuestas, mediante la elaboración de prototipos, basados en ideas previamente planteadas. A través del “hacer”, se promovieron procesos de pensamiento convergente, orientados a la construcción, prueba y ajuste de soluciones. Con respecto de las dificultades, en las experiencias con realidad virtual se

presentaron principalmente problemas técnicos de conectividad. En el caso de las actividades prácticas, los problemas estuvieron relacionados con los tiempos limitados, la falta de recursos y el trabajo en equipo.

Otra estrategia para analizar los datos es la que se hace por medio de triangulación por estamentos, en la que se comparan las perspectivas que vienen de diferentes estamentos o grupos sociales (Denzin 1989). En el caso de esta investigación se comparan los resultados obtenidos de los docentes con los resultados de los estudiantes.

Al comparar los resultados, las voces de los docentes y los estudiantes manifiestan que en la etapa de empatía, la cual indagaba si las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas ayudaban a focalizar el problema que se buscaba resolver, los resultados tienen una tendencia más favorable al aporte de las actividades prácticas, en la cual el 100 % de los docentes contestaron de manera favorable con relación al aporte de las actividades prácticas para focalizar el problema que se buscaba resolver, mientras que el 60 % de los docentes mostraron respuestas favorables, con relación al aporte de las experiencias con realidad virtual para focalizar el problema que se buscaba resolver. Estos resultados son coherentes con los resultados del análisis de la segunda dimensión de los resultados, a partir de las voces de los estudiantes, con lo que se concluyó que, si bien las experiencias con realidad virtual contribuían en los procesos de visualización, realización de modelos y prototipos en 3D e ideación, las actividades prácticas tenían un aporte más significativo en esta dimensión, pues aportaban en los procesos relacionados con la comprensión de las necesidades de los usuarios, la búsqueda de la viabilidad de las propuestas y los procesos de comunicación, que son fundamentales en esta dimensión. Por lo tanto, aunque las experiencias con realidad virtual realizan un aporte importante, se puede

inferir que las actividades prácticas son irremplazables, para lograr entender los requerimientos de los usuarios y realizar procesos de comunicación entre los integrantes del grupo.

Con relación a la etapa de definición, en la cual se evaluaba cómo las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas favorecían el trabajo en equipo y la asignación de roles para buscar soluciones al problema, se observó cómo el 80% de los docentes respondió de manera positiva en cuanto al aporte de las actividades prácticas y el 40 % de los docentes respondió de manera positiva respecto al aporte de las experiencias de realidad virtual. Estos resultados son coherentes con el análisis de los resultados de los estudiantes de la cuarta dimensión del instrumento cualitativo, relacionada con el trabajo en equipo. Se concluyó que tanto las experiencias con realidad virtual como las actividades prácticas aportaron a los procesos relacionados con el comprender y el reconocer los puntos de vista de los otros integrantes del grupo. Además, ambas favorecieron los procesos de comunicación y la colaboración en el trabajo en grupo, para realizar los procesos de generación de ideas y la búsqueda de acuerdos. Sin embargo, las actividades prácticas ofrecieron un aporte relevante al facilitar las interacciones físicas y algunos componentes socioemocionales.

En el caso de la etapa de ideación, la cual evaluó cómo las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas ayudaban a los estudiantes en la socialización de ideas valiosas para la resolución del problema, el 60 % de los docentes respondió de manera favorable al aporte de las experiencias con realidad virtual, mientras que el 20 % respondió de manera neutra. En cuanto a la categoría de actividades prácticas se evidenció que el 80% respondió de manera favorable.

Estos resultados van en la misma dirección de los que se obtuvieron en el análisis de las voces de los estudiantes, en los cuales se evidenció que, en relación con la generación de ideas,

la realidad virtual tenía un aporte significativo para proponer nuevas ideas, con una contribución importante para visualizar las ideas que proponían los estudiantes. En ese proceso, las actividades prácticas también ofrecieron un aporte sustancial en los procesos de comunicación.

Por lo tanto, se evidencia que las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas tienen una relación complementaria, aportando significativamente a los procesos de ideación, visualización de soluciones y comunicación.

Con respecto a la etapa de prototipar, en la cual se analizó el aporte de las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas a la realización de prototipos que ofrecían soluciones al problema, se observó que el 80% de los docentes mostró una respuesta favorable de las experiencias con realidad virtual, mientras que el 20 % tuvo una respuesta neutra. Para las actividades prácticas, el 60% de los docentes evidenció una respuesta favorable, mientras que el 40% dio una respuesta no favorable.

Estos resultados son coherentes con los obtenidos desde las voces de los estudiantes, para el caso de la sexta dimensión de confianza creativa, las experiencias con realidad virtual tienen un aporte más significativo en los procesos de pensamiento divergente, que están relacionados con los procesos de visualizar diferentes posibilidades para construir o diseñar los modelos y prototipos. Mientras que las actividades prácticas, permiten concretar las propuestas, realizando prototipos de acuerdo con las ideas ya planteadas y, mediante el “hacer”, la construcción y prueba de prototipos, realizando procesos de pensamiento convergente.

De esta manera, se concluye que, en los procesos de prototipado las experiencias con realidad virtual ofrecen una mayor oportunidad de realizar procesos de pensamiento divergente, permitiendo visualizar diferentes posibilidades para construir o diseñar los modelos y prototipos,

gracias a que no requiere la implementación con materiales físicos. Por otro lado, las experiencias prácticas permiten tener procesos de pensamiento convergente para concretar las propuestas, al permitir llevar a cabo la construcción y prueba de prototipos.

Para el caso de etapa evaluar o probar, en el que se evaluaba cómo las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas beneficiaban la realización de pruebas. El 60 % de los docentes evidenciaron que las experiencias con realidad virtual beneficiaron la iteración en las pruebas de prototipos que brindaban soluciones al problema, y el 20% respondió de manera neutra. Mientras que, con respecto a la categoría de actividades prácticas en la etapa de evaluar, el 60% de los docentes evidenció que las actividades prácticas beneficiaron la iteración en las pruebas de prototipos que brindaban soluciones al problema, y el 40 % respondió de manera negativa.

Esto resultados se contrastan con los obtenidos en los análisis de los datos recopilados de los estudiantes relacionados con la etapa de confianza creativa, en la que se observó cómo las experiencias con realidad virtual permitían visualizar las soluciones en modelos 3D, lo que facilitaba realizar evaluaciones, cambios o iteraciones fácilmente, para complementarse con las actividades prácticas, en las que se concretaban las propuestas y se realizaban las pruebas finales necesarias.

Por lo tanto, en la etapa de evaluar o probar, las dos categorías tienen una relación sinérgica, en la que es evidente cómo las experiencias con realidad virtual tienen un aporte más significativo en los procesos de pensamiento divergente, permitiendo a los estudiantes visualizar posibilidades para construir o diseñar los modelos y prototipos. Mientras que las actividades prácticas permiten realizar procesos de pensamiento convergente para concretar las propuestas,

realizando prototipos de acuerdo con las ideas ya planteadas mediante la construcción y prueba de prototipos.

6.6. Discusión de resultados

Al tener en consideración la pregunta de investigación propuesta, ¿qué tipos de diálogos entre la realidad virtual y las actividades prácticas son necesarios para favorecer el pensamiento de diseño, para la resolución de problemas del entorno de los estudiantes en bachillerato?, se evidencia que se tienen diferentes tipos de diálogos, como las relaciones de complemento y de sinergia, que muestran cómo las categorías de realidad virtual y las actividades prácticas interactúan para favorecer el pensamiento de diseño.

Teniendo en cuenta los procesos de análisis y triangulación de datos, las categorías se relacionan de manera complementaria y sinérgica para contribuir a favorecer el pensamiento de diseño, en la que cada categoría tiene diferentes aportes significativos que, al combinarse, favorecen el pensamiento de diseño.

Al contrastar los resultados con otras investigaciones, las experiencias con realidad virtual tienen un aporte significativo en los procesos visuales, tanto para visualizar soluciones al problema, como para la realización de modelos y prototipos en 3D, para comprender el problema, lo que facilita la comprensión del problema y la iteración o modificación de los modelos de una manera más amigable para los estudiantes. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Buhl et al.(2019).

Otro de los aportes fundamentales de la realidad virtual para favorecer el pensamiento de diseño, está relacionado con la generación de ideas, tanto para proponer soluciones iniciales, como para plantear otras alternativas y mejorar las propuestas. Además, propicia los procesos de

pensamiento divergente, en los que se contemplan diferentes ideas y puntos de vista para solucionar el problema. Estos hallazgos se alinean con los obtenidos por Yang et al. (2023).

Igualmente, la realidad virtual aporta de manera significativa a la creación de prototipos y modelos para visualizar las soluciones propuestas, así como a la generación de nuevas ideas. Esto, gracias a la facilidad de iteración y cambios que permiten el uso de herramientas digitales, resultados que también fueron evidenciados por Lake et al. (2021).

Teniendo en cuenta los resultados, la realidad virtual tiene el potencial de compensar en algunos procesos la falta de habilidades prácticas de los estudiantes para realizar dibujos, bocetos y modelos en 3D, lo que, de acuerdo con los resultados de algunas investigaciones, lleva a la frustración y la desmotivación de los estudiantes (Li et al., 2023). El aporte de las experiencias con realidad virtual facilita a los estudiantes alcanzar la confianza creativa para llegar al final del proceso de diseño.

Al incluir las experiencias con realidad virtual en el desarrollo del pensamiento de diseño, se logra ofrecer a los estudiantes interfaces visuales interesantes, que permiten realizar las diferentes etapas, favoreciendo la creatividad y la motivación. Estos hallazgos coinciden con lo encontrado por Liu et al. (2020).

Si bien las experiencias con realidad virtual tienen aportes valiosos y significativos para favorecer el pensamiento de diseño, se puede concluir que el aporte de esta categoría es complementario a las actividades prácticas, pues estas últimas, son en todo caso, esenciales para promover el trabajo en equipo, la empatía, la comunicación y los procesos de pensamiento convergente para concretar el proceso de diseño.

Sin embargo, en contextos con escasez de recursos para la elaboración de modelos y prototipos, la realidad virtual es una herramienta que permite a los estudiantes realizar propuestas para observar sus ideas, sin la necesidad de tener a disposición una buena cantidad de recursos y materiales.

Los diálogos entre las categorías de la realidad virtual y las actividades prácticas para favorecer el pensamiento de diseño deben tener, por lo tanto, un componente de intencionalidad pedagógica, para establecer si se realizan experiencias con un mayor aporte de la realidad virtual o de las actividades prácticas.

De acuerdo con los resultados de esta investigación, en los procesos en los cuales se pretende favorecer la empatía, el trabajo en equipo, la colaboración y la finalización de la propuesta, las actividades prácticas son completamente relevantes y necesarias. Mientras que, en los procesos de ideación, prototipado, visualización de modelos y redefinición de propuestas, las experiencias con realidad virtual tienen un aporte fundamental.

Los diálogos entre las categorías de realidad virtual y las actividades prácticas también deben tener en cuenta aspectos técnicos, pues las condiciones de disponibilidad de conectividad y de equipos de cómputo, son factores fundamentales para lograr realizar los modelos en 3D con éxito, y llevar a cabo las experiencias con realidad virtual de manera adecuada. De igual forma, las gafas de realidad virtual empleadas requieren que un alto porcentaje de los estudiantes cuenten con un dispositivo móvil con conectividad, situación que, en algunos contextos, como las escuelas rurales pueden afectar la calidad de las experiencias.

Otro elemento por considerar al contar con experiencias con realidad virtual, son los relacionados con la curva de aprendizaje de las herramientas que se utilicen, tanto de *software*

como de *hardware*, pues, si bien se buscó emplear aplicaciones de fácil uso, es posible que en algunos casos los estudiantes requieran tiempos adecuados para su familiarización y conocimiento.

Con relación a la teoría, los resultados permiten afirmar que las experiencias con realidad virtual aportan en el proceso de diseño, de acuerdo con lo propuesto por Kolb (2011), en el que, mediante las observaciones perceptivas relacionadas con el ver las ideas o propuestas, se fomenta el pensamiento divergente para la formulación de nuevas ideas, mejorar las propuestas y para finalmente pasar a procesos de pensamiento convergente, en los que, con las experiencias prácticas mediante el hacer, permiten que se concreten las propuestas para llegar a una solución.

De otro lado, los resultados evidencian cómo, al lograr que los estudiantes realicen todos los procesos de las etapas del pensamiento de diseño, superando las dificultades de acceso a materiales y componentes, y la falta de habilidades prácticas, como la elaboración de modelos a mano y dibujos en 3D, se alcanza la confianza creativa propuesta en el modelo teórico de Rauth (2010). Por lo tanto, las experiencias con realidad virtual permiten superar en los estudiantes los estados de frustración, ayudando a que los estudiantes puedan realizar todas las etapas y las fases del pensamiento de diseño.

Teniendo en cuenta los diferentes hallazgos, se puede concluir entonces que sí se cumple la hipótesis de partida, que era: “al realizar procesos pedagógicos con diálogos entre la realidad virtual y las actividades prácticas se favorece el pensamiento de diseño, para la resolución de problemas del entorno de los estudiantes en bachillerato”. Se obtuvieron resultados cuantitativos positivos desde las voces de los estudiantes con relación a las seis dimensiones evaluadas del pensamiento de diseño. Adicionalmente, desde las voces de los docentes se evidencian aportes significativos desde ambas categorías, tanto con las experiencias con realidad virtual, como con

las actividades prácticas. Sin embargo, hay que tener en cuenta las consideraciones respecto a cómo dialogan o se relacionan estas categorías en las diferentes etapas, además de considerar aspectos de tipo técnico, en particular las capacidades de las escuelas de contar con una conectividad adecuada y equipos de cómputo que permitan realizar las actividades propuestas.

Para establecer los diálogos entre los resultados obtenidos y los referentes del estado del arte, se consideraron las diferentes tendencias encontradas en las investigaciones revisadas en el estado del arte, con el fin de contrastarlas con los hallazgos de esta investigación.

En el estado del arte, autores como Starrett et al. (2021) y Drigas et al. (2022) sostienen que la realidad virtual favorece los procesos de diseño. En particular, Starrett (2021) plantea que esta tecnología facilita la realización de tareas que requieren de la manipulación y visualización de espacios y objetos tridimensionales. De acuerdo con los hallazgos de este estudio, las experiencias con realidad virtual pueden reforzar los procesos que exigen el desarrollo de capacidades espaciales y la visualización de objetos en tres dimensiones.

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman estos planteamientos por diversas razones. Por un lado, en los datos cualitativos del instrumento aplicado a los estudiantes, con mayor frecuencia en la nube de palabras, fue “ver” con 248 apariciones. Estos hallazgos se refuerzan en el análisis de la triangulación de datos, donde se observó que, en la dimensión de estar cómodo con los problemas, el 71 % de los estudiantes contestó de manera afirmativa. Además, una buena parte de las respuestas de los estudiantes se relacionaron con los procesos vinculados a la visualización o al “ver”, tanto del proyecto como del diseño realizado por los estudiantes.

En esa misma línea, Papanastasiou et al. (2019) proponen que la realidad virtual, además de contribuir a la visualización de los diseños y de los avances del proyecto, impacta positivamente en las capacidades de manipular y tomar decisiones en espacios tridimensionales y bidimensionales, al permitir la interacción en entornos virtuales, lo que optimiza la habilidad espacial. En esta investigación, se corroboran estos resultados, ya que, en los datos cualitativos obtenidos de los estudiantes, uno de los conceptos con mayor frecuencia en la nube de palabras fue “ver” con 248 apariciones; además, los términos relacionados con “solución” o “solucionar” alcanzaron una frecuencia de 280. Estos hallazgos también se confirman en el análisis de resultados, donde se observó que, en los datos recogidos de las diferentes dimensiones, se evidenciaron respuestas que resaltan el beneficio de la realidad virtual en la elaboración de modelos y prototipos en 3D, los cuales permitieron visualizar el proyecto desde diferentes ángulos. Estas referencias a la creación y observación de representaciones tridimensionales aparecieron tanto en las respuestas correspondientes a la segunda dimensión, empatía con el usuario, como en la sexta, confianza creativa, en la que el 78,6 % de los estudiantes consideró que la intervención fue favorable.

Otro de los resultados de esta investigación que coinciden con los obtenidos por otros autores, se relaciona con el aporte de la realidad virtual como herramienta para proporcionar estímulos visuales que favorecen la generación de ideas (She & MacDonald, 2014; (Rieuf et al., 2015; Huang & Chang, 2023;Yang & Lee, 2020; Yang et al., 2023). Estas investigaciones concluyen que la realidad virtual ofrece beneficios para representar ideas, así como para compartir y expresar construcciones espaciales y visuales vinculadas al proceso de diseño. Los hallazgos de este estudio confirman que la realidad virtual contribuye a mejorar los procesos cognitivos involucrados en la creación de nuevas ideas.

Estos hallazgos se corroboran en la presente investigación, teniendo en cuenta que, en los resultados de la nube de palabras de las respuestas de los estudiantes, uno de los conceptos con más repeticiones está relacionado con el término “ideas” con una frecuencia de 268 apariciones, al igual que términos relacionados con el concepto “soluciones”, con 270.

De igual manera, en el análisis de resultados se observó que, en las dimensiones en donde se obtuvo un alto porcentaje mayor frecuencia de respuestas favorables por parte de los estudiantes está relacionada con la generación y socialización de ideas. En particular, se destacan los aportes significativos de la realidad virtual para la generación de nuevas ideas al revisar los resultados cuantitativos en la primera dimensión (estar cómodo con los problemas), en la segunda (empatía con el usuario), en la tercera (atención plena en el proceso), y en la cuarta (trabajo colaborativo con la diversidad).

Otro de los hallazgos de la investigación está relacionado con el aporte de la realidad virtual para realizar procesos de iteración que permitan lograr modelos más viables y valiosos, resultados que coinciden con las investigaciones de Liedtka & Bahr (2019), Kuhn (2021), Lake et al. (2022) y Marks (2017). Los procesos de iteración o cambio de las propuestas son fundamentales para lograr promover la confianza creativa en la resolución de problemas (Wolcott & Mclaughlin, 2020). La realidad virtual muestra su potencial al permitir la realización de modelos de bajo costo para efectuar cambios sin necesidad de invertir grandes recursos en materiales o modelamiento de prototipos en 3D.

El aporte de la realidad virtual para la iteración en la creación de prototipos se evidencia en los resultados de esta investigación por varias razones. La primera es que, en la nube de palabras generada a partir de las respuestas de los estudiantes, entre los términos con más apariciones se encuentran “mejorar” o “mejor” con 323 menciones, “prototipo” con 198

apariciones, “diferentes” con 123 y los términos relacionados con “soluciones” con 280 apariciones.

Por otro lado, al revisar los resultados cuantitativos, en la quinta dimensión de orientación al aprendizaje —relacionada con los procesos de pensamiento divergente, en los cuales se proponen diferentes soluciones o ideas para la resolución de problemas—, el 84,8% de los estudiantes manifestó una respuesta favorable de la intervención.

En esta dimensión, los resultados cualitativos mostraron cómo los estudiantes percibieron que la realidad virtual les permitía visualizar cómo podía quedar el prototipo, observar diferentes puntos de vista, debatir sobre lo que estaba bien y lo que debía mejorarse, así como identificar o ver dificultades, para hacer ajustes y encontrar soluciones más adecuadas. El aporte de la realidad virtual también se evidenció en la dimensión de confianza creativa, donde, según las voces de los propios estudiantes, permitió visualizar diferentes posibilidades para construir modelos o prototipos, promoviendo el pensamiento divergente.

Así mismo, en los resultados cualitativos se destacó que las experiencias con realidad virtual facilitaron la construcción de modelos y prototipos en 3D, permitiendo observarlos y proponer nuevas ideas sin incurrir en los costos asociados a los prototipos físicos. Los estudiantes también manifestaron que pudieron detectar errores, realizar pruebas y experimentar con diferentes enfoques.

Estos resultados permiten corroborar los resultados de las investigaciones previas de Yu (2020) Wang et al. (2018) Yu & Xu (2024) Forlizzi & Battarbee (2004) Buhl et al., (2019) y Goldschmidt & Smolkov (2006), que evidencian cómo la realidad virtual estimula la creatividad y el pensamiento creativo. Estos resultados coinciden con la hipótesis propuesta en esta

investigación, según la cual al establecer unos diálogos o relaciones entre las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas, se favorece el pensamiento de diseño.

Esta afirmación se sustenta en los resultados. Para el caso de los datos cuantitativos de la escala de pensamiento de Luecha (2021), con las respuestas de los estudiantes, las seis dimensiones lograron resultados favorables, con porcentajes superiores positivos superiores al 50 % en todas ellas, destacándose especialmente la dimensión de atención plena en el proceso, con un 85,3 % de respuestas en los niveles 4 y 5 de la escala de Likert, y en la dimensión de orientación al aprendizaje, con un 84,8 % de respuestas en los mismos niveles. En estas etapas están involucrados de manera importante los procesos de generación de ideas, creación de prototipos, visualización de prototipos, iteración, diseño de modelos en 2D y 3D, pruebas, mejoras, evaluación y el fallar rápido. También se observaron resultados bastante positivos, con un 78,6 % en niveles 4 y 5 de la escala de Likert, en la dimensión de confianza creativa, donde se evaluaba el gusto por pensar cosas distintas, dimensión relacionada con el pensamiento divergente y la capacidad de probar otras posibilidades. Estos resultados cuantitativos son coherentes con los obtenidos desde las voces de los docentes, donde, de acuerdo con los datos cuantitativos, el aporte más significativo de las experiencias con realidad virtual en el proceso de diseño se evidenció en las etapas de prototipar, en las que el 80 % de los docentes expresó un aporte favorable de dichas experiencias para la construcción de prototipos y la realización de pruebas rápidas. Resultados similares se observaron en la etapa de evaluación, donde el 80 % de los docentes manifestó que las experiencias con realidad virtual beneficiaron la iteración de los prototipos diseñados.

De igual manera, cuando se realizó el proceso de triangulación, relacionando los resultados cuantitativos y cualitativos, se evidenció una correlación en los resultados, donde en

cada una de las dimensiones evaluadas con el instrumento cuantitativo de la escala de pensamiento de Luecha (2021), aplicado a los estudiantes, se observaron respuestas del componente cualitativo, desde las voces de los estudiantes, que correspondían al desarrollo de los componentes de los respectivos ítems.

Por lo tanto, esta investigación corrobora los resultados de las investigaciones referenciadas previamente, en relación con el aporte de las experiencias con realidad virtual para fomentar el pensamiento de diseño en aspectos como la creatividad, la generación de ideas, la creación y visualización de modelos en 2D y 3D, la visualización de prototipos y los procesos de iteración para fallar rápido.

Pero en este estudio se realizó un aporte adicional, que consiste en establecer cómo las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas dialogan o se relacionan para favorecer el pensamiento de diseño, pues también se muestra cómo las actividades prácticas son necesarias en los procesos de esta metodología, en los que se busca fomentar la empatía, el trabajo en equipo, la colaboración y la finalización de la propuesta, evidenciando que dichas actividades prácticas son completamente relevantes y no pueden ser reemplazadas por completo por las experiencias con realidad virtual.

Adicionalmente, la presente investigación muestra cómo, para establecer los diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, se deben tener en cuenta los aspectos relacionados con la curva de aprendizaje de las herramientas utilizadas por los estudiantes. Además, se deben considerar aspectos técnicos como la disponibilidad de conectividad, los equipos de cómputo disponibles en las aulas y las gafas de realidad virtual.

Capítulo 7. Conclusiones

7.1. Alcances y limitaciones

Con relación a los alcances de la investigación, se lograron cumplir los objetivos planteados, consiguiendo diseñar una propuesta didáctica para favorecer el pensamiento de diseño con las experiencias de realidad virtual y las actividades prácticas, para posteriormente implementarla y evaluar la mejora en el pensamiento de diseño de los estudiantes. También se logró dar respuesta a la pregunta de investigación, estableciendo los tipos de diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas, necesarias para favorecer el pensamiento de diseño. Igualmente, se logró validar la hipótesis de partida de la investigación a partir del análisis y la triangulación de datos.

Sin embargo, la investigación tiene las siguientes limitaciones: hay que considerar que la población del estudio fue de 238 estudiantes, que, si bien se encuentra por encima de buena parte de las investigaciones de las categorías relacionadas, requiere de más estudios para corroborar los resultados obtenidos. Por otra parte, en esta investigación no se realizó un pretest para evaluar el estado inicial de los estudiantes, con relación al pensamiento de diseño, de acuerdo con el instrumento utilizado de la escala Luecha (2021). Sin embargo, es importante aclarar que la gran mayoría de las investigaciones que evaluaban el pensamiento de diseño realizaron solamente pruebas al final de la intervención. Otra limitación está relacionada con no contar con dos grupos, uno de control y otro experimental, en los que se podrían comparar los resultados entre los dos grupos: un grupo con experiencias con realidad virtual y actividades prácticas, y el otro grupo solamente con actividades prácticas, para evaluar si las experiencias con realidad virtual tienen un aporte significativo para favorecer el pensamiento de diseño y determinar las

dimensiones en las cuales las experiencias con realidad virtual pueden ofrecer mayores beneficios.

Otra limitación tiene que ver con los aspectos técnicos, teniendo en cuenta que, en el contexto de la investigación, si bien la calidad del internet era aceptable, en algunos casos se contaba con equipos de cómputo algo obsoletos, lo que limitaba el acceso a aplicaciones de mejores prestaciones, además de restringir la construcción en tiempos adecuados de los metaversos y la interacción en estos espacios virtuales. En ese mismo aspecto, las gafas de realidad virtual empleadas en esta investigación eran genéricas; contar con dispositivos de mejores prestaciones podría tener un efecto positivo en la mejora de las experiencias.

7.2. Aportes a la línea de investigación

Esta investigación ofrece algunos resultados que pueden aportar a la línea de investigación de currículo y evaluación. Por un lado, se tiene el aporte al micro currículo de una propuesta didáctica que puede favorecer el pensamiento de diseño, y puede adaptarse a las escuelas públicas de Colombia y de otros países latinoamericanos. Por otro lado, se ofrecen resultados prometedores sobre cómo las experiencias con realidad virtual pueden aportar en los procesos de diseño y elaboración de prototipos, experiencias que pueden utilizarse en metodologías similares, como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en retos y el diseño de proyectos con enfoque STEM. En el plano del meso currículo la investigación ofrece criterios para promover en los planes de estudio de tecnología e informática de las instituciones educativas, el pensamiento de diseño, teniendo en cuenta las consideraciones del contexto. En esa misma línea, la investigación ofrece referentes para lograr desde los planes curriculares, fomentar el desarrollo de las competencias y habilidades que promueven el pensamiento de diseño. En el componente de evaluación se ofrecen resultados con relación a

nuevas estrategias para evaluar desde la realización de proyectos, además de información sobre cómo lograr implementar la metodología del pensamiento de diseño y cómo evaluar sus diferentes etapas y componentes.

7.3. Conclusiones

Esta investigación permitió determinar qué tipos de diálogos entre las experiencias con realidad virtual y las actividades prácticas son necesarios para favorecer el pensamiento de diseño, logrando establecer cómo se articulan y se relacionan estas categorías para lograr la resolución de problemas del entorno de los estudiantes que cursan bachillerato. Entre los hallazgos se encuentran que las experiencias con realidad virtual tienen un aporte significativo en los procesos visuales del diseño, tanto para visualizar soluciones al problema, como para la realización de modelos y prototipos en 3D, para comprender el problema y facilitar la iteración o los cambios de los modelos de una manera más amigable para los estudiantes. Las experiencias con realidad virtual tienen aportes significativos para favorecer el pensamiento de diseño en los procesos relacionados con la generación de ideas, tanto para proponer soluciones iniciales, como para plantear diferentes soluciones y mejoras en las propuestas, además de propiciar los procesos de pensamiento divergente, donde se contemplan diferentes ideas y puntos de vista para solucionar el problema. Igualmente, la realidad virtual aporta de manera significativa en la creación de prototipos y modelos para visualizar las soluciones propuestas, ayudando a la generación de nuevas ideas gracias a la facilidad de iteración y cambios que permite el uso de herramientas digitales. La realidad virtual tiene el potencial de compensar en algunos procesos la falta de habilidades prácticas de los estudiantes para realizar dibujos, bocetos y modelos en 3D, que llevan a la frustración y a la desmotivación de los estudiantes. Al incluir las experiencias con realidad virtual en el desarrollo del pensamiento de diseño, se logra ofrecer a los estudiantes

interfaces visuales interesantes, que permiten realizar las diferentes etapas favoreciendo la creatividad y la motivación. No obstante, si bien las experiencias con realidad virtual tienen aportes valiosos y significativos para favorecer el pensamiento de diseño, se puede concluir que el aporte de esta categoría es complementario a las actividades prácticas, pues estas son, en todo caso, esenciales para promover el trabajo en equipo, la empatía, la comunicación y los procesos de pensamiento convergente para concretar el proceso de diseño. Las dimensiones que más se favorecieron con la intervención, fueron las de atención plena en el proceso, la orientación al aprendizaje y la confianza creativa. Sin embargo, para incluir las experiencias con realidad virtual en el proceso de diseño con éxito, se deben considerar las condiciones técnicas con relación a la disponibilidad de conectividad y la calidad de los equipos de cómputo del contexto. Además, se debe tener en cuenta la curva de aprendizaje de las herramientas y las aplicaciones y programas que se utilizarán de acuerdo con el nivel y conocimientos previos de los estudiantes. La investigación ofrece resultados para lograr implementar el pensamiento de diseño en las escuelas públicas de Colombia y en países latinoamericanos en los que se cuenta con escasez de laboratorios de tecnología y ciencias.

Referencias Bibliográficas

Abrahams, I. & Millar, R. (2008) Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, *30*(14), 1945–1969.

Adams, T. E., & Holman, S. (2008). Autoethnography is queer. In. Denzin, Y. S. Lincoln, & L. T. Smith (Eds.) *Handbook of critical and indigenous methodologies*. (pp. 373-390). Sage.

Aflatoony, L. Wakkary, R., & Neustaedter, C. (2018). Becoming a design thinker: assessing the learning process of students in a secondary level design thinking course. *The International Journal of Art & Design Education*, 438-453.

Ahtiainen, R. (2023). *Leadership in educational contexts in Finland: Theoretical and empirical perspectives.* DOI https://doi.org/10.1007/978-3-031-37604-7

Allcoat, D., & A Von Mühlenen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, (26). http://dx.doi.org/10.25304/rlt.v26.2140.

Álvarez J. (2020). *Un modelo de evaluación métrica para garantizar la generación de modelos de negocio basados en innovación disruptiva*. [Tesis doctoral]. Universidad Rey Juan Carlos.

Álvarez, G. & Bassa, L. (2013). TIC y aprendizaje colaborativo: el caso de un blog de aula para mejorar las habilidades de escritura de los estudiantes preuniversitarios. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento* (RUSC). *10*(2), 5-19. http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v10n2-alvarez-bassa/v10n2-alvarez-bassa-es.

Álvarez, J.L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. Paidós.

Andalib, S. Y., & Monsur, M. (2024). Co-Created Virtual Reality (VR) Modules in Landscape Architecture Education: A Mixed Methods Study Investigating the Pedagogical Effectiveness of VR. *Education Sciences, 14*(6). https://doi.org/10.3390/educsci14060553

Anderson, T. (2005). Design-based research and its application to a call center innovation in distance education. *Canadian Journal of Learning and Technology*, *31*(2), 69-84. http://www.jofde.ca/index.php/jde/article/view/18/552

Anfara, V. A., Brown, K.M. & Mangione, T.L. (2002). Qualitative analysis on stage: Making the research process more public. *Educational Researcher, 31*(7), 28-38.

Aranda, M. (2024). Análisis documental, un proceso de apropiación del conocimiento. *Revista digital universitaria, 25*(6). DOI: http://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2024.25.6.1

Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology.*

Baceviciute, S. (2021). *Designing Virtual Reality for Learning.* [Tesis doctoral]. University of Copenhagen. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/349313006_PhD_Dissertation_Designing_Virtual_Reality_for_Learning.

Bailey, L. W. (2019*). Educational Technology and the New World of Persistent Learning*. IGI Global.

Bandura, A. (2010). Self-Efficacy. In Weiner, I., & Craighead, W.E. (Eds.), *The Corsini Encyclopedia of Psychology.* (4th ed., pp 1-3). John Wiley & Sons.

Banks, J. (2020). *Exploring Design Thinking for Instructional Practice.* https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/19fa204a-b047-42a4-a9c9-7813d72e4fc4/content

Bauman, Z. (2012, agosto 20). *Nos han dicho que hay que ser mejor que el otro, que hay que competir constantemente*. *Farodevigo.* http://www.farodevigo.es/sociedad-cultura/2012/08/20/bauman-han-dicho-hay-mejor/675624.html.

Bequett J., & Bequett, B.B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art Education*. *65*(2), 40-47.

Bereczki, E. O., & Karpati, A. (2021). Technology-enhanced creativity: A multiple case study of digital technology-integration expert teachers' beliefs and practices. *Thinking Skills and Creativity, 39*, Article 100791. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100791.

Birt, J., & Vasilevski, N. (2021). Comparison of single and multiuser immersive mobile virtual reality usability in construction education. *Educational Technology & Society, 24*(1), 93‑106. https://doi.org/10.3389/frvir.2021.713718

Black, E. R. (2017). *Learning then and there: an exploration of virtual reality in k-12 history education.* [Unpublished doctoral thesis]. The University of Texas.

Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and "making" in education: The democratization of invention. *FabLabs Mach. Mak. Invent., 4*, 245–263.

Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (1998). *Qualitative research in education*: An introduction to theory and methods (3rd ed.). Allyn & Bacon.

Boggs, W. (2019). *Beyond the classroom. Harvard Political Review*. https://harvardpolitics.com/united-states/beyond-the-classroom/.

Boland, R.J. & Collopy, F. 2004. *Design Matters for Management.* In Boland, R.J. & Collopy, F. (Eds.). *Managing as designing* (pp. 3–18). Stanford University Press.

Botthof, A. & Hartmann, E. A. (2015). *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Springer Vieweg. https://www.oapen.org/download?type=document&docid=1002234

Bowen, M. (2018). *Effect of Vir ect of Virtual Reality on Motiv tual Reality on Motivation and Achie action and Achievement of Middle- emend of Middle School Students*. [Tesis doctoral]. Universidad de Memphis. https://digitalcommons.memphis.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3033&context=etd.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Brenner, W., Uebernickel, F., & Abrell, T. (2016). Design thinking as mindset, process, and toolbox. In Brenner, W. & Uebernickel, F. (Eds.). *Design thinking for innovation: research and practice.* (pp. 3-21). Springer International Publishing.

Brewer, J. & Hunter, A. (1989). *Multimethod research: A synthesis of styles*. Sage.

Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review,* 86 (6), 84-92.

Borgianni, Y., Maccioni, L., Fiorineschi, L., & Rotini, F. (2020). Forms of stimuli and their effects on idea generation in terms of creativity metrics and non-obviousness. *International Journal of Design Creativity and Innovation, 8*(3), 147–164. https://doi. org/10.1080/21650349.2020.1766379

Bourgeois, S., Richard, P., Burkhardt, J.M., Frantz, B., & Lubart, T. (2021). The expression of users' creative potential in virtual and real environments: An exploratory study. In V. P. Glăveanu, I. J.

Ness, & C. de Saint Laurent (Eds.), *Creative learning in digital and virtual environments: Opportunities and challenges of technology-enabled learning and creativity* (pp. 96–117). Routledge/Taylor & Francis Group. https://doi.org/10.4324/9781003094630-6.

Brubacher, J.W., Case, C.W. & Reagan, T.G. (2000). *Cómo ser un docente reflexivo*. La construcción de una cultura de la indagación en las escuelas. Gedi.

Bruner, J. S. (1957). On perceptual readiness. *Psychological Review, 64*(2), 123–152. https://doi.org/10.1037/h0043805

Brownridge, P. (2020). From chalkboards to virtual reality: Exploring the development and implementation of virtual reality in United States History classrooms. *Rowan Digital Works.* https://rdw.rowan.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3762&context=etd.

Buhl, A., Schmidt, M., Muster, V., Blazejewski, S., Schrader, U., Harrach, C., Schafer, M., & Süßbauer, E. (2019). Design thinking for sustainability: Why and how design thinking can foster sustainability-oriented innovation development. *Journal of Cleaner Production, 231*, 1248–1257. https://doi. org/ 10. 1016/j. jclep ro. 2019. 05. 259.

Buchanan, R. (1992). Wicked Problems Thinking in Design. *Design Issues, 8,* 5-21. https://doi.org/10.2307/1511637.

Burkhardt, H., & Schoenfeld, A. (2003). Improving educational research: Toward a more useful, more influential and better-funded enterprise. *Educational Researcher, 32*(9), 3–14.

Buhl, A., Schmidt, M., Muster, V., Blazejewski, S., Schrader, U., Harrach, C., Schafer, M., & Süßbauer, E. (2019). Design thinking for sustainability: Why and how design thinking can

foster sustainability-oriented innovation development. *Journal of Cleaner Production, 231*, 1248–1257. https:// doi. org/ 10. 1016/j. jclep ro. 2019. 05. 259.

Chai, C., Zhang, X., Chai, Q., Yin, Y., Li, W., Shi, J., et al. (2023). Immersive 2D versus 3D: How does the form of virtual reality inspirational stimuli affect conceptual design? *The Design Journal, 26*(6), 856–877. https://doi.org/10.1080/ 14606925.2023.2248815

Chen, Y. (2024). Research on the Application of Three- Dimensional Virtual Reality Technology in Landscape Architecture Design. *J. Electrical Systems, 20* (6s), 56–63. https://doi.org/10.4018/IJICTE.339203.

Casakin, H., & Georgiev, G. V. (2021). Design creativity and the semantic analysis of conversations in the design studio. *International Journal of Design Creativity and Innovation, 9*(1), 61–77. https://doi.org/10.1080/21650349.2020.1838331.

Cabrera, A. & Rojas, M.T. (2018). Virtuality and Digital Culture in Children's School Experiences: A Visual Ethnography in Context of Poverty. *Revista Pensamiento Educativo*. *Revista de Investigación Educacional Latinoamericana* 2020, *57*(1), 1-18.

Cabero, J. (2004). La investigación en Tecnologías de la Educación. *Bordón, 56* (3-4), 617-634.

Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein M. (2010). Destination, imagination & the fires within: design thinking in a middle school classroom. *International Journal of Art & Design Education*, *29*(1), 37-53.

Castañares, W. (2011). Realidad virtual, mímesis y simulación CIC. *Cuadernos de Información y Comunicación, 16* (2011), 59-81 Universidad Complutense de Madrid.

Castillo, M., Álvarez, A. & Cabana, R. (2014). Design thinking: cómo guiar a estudiantes, emprendedores y empresarios en su aplicación. *Ingeniería Industrial, 35* (3), 301-311. https://www.researchgate.net/publication/317518909_Design_thinking_como_guiar_a_estudiantes_emprendedores_y_empresarios_en_su_aplicacion.

Chalmers, D.J., Manley, D. & Wasserman, R. (Eds.). (2005). *Metametaphysics: New Essays on the Foundations of Ontology*. Oxford University Press.

Chang, C., Kuo, H. & Du Z (2023). The role of digital literacy in augmented, virtual, and mixed reality in popular science education: a review study and an educational framework development. *Virtual Reality, 27*(4), 613–624. https://doi.org/10.1007/s10055-023-00817-9

Chesson, D. (2017). Design thinker profile: Creating and validating a scale for measuring design thinking capabilities [Master's thesis, Antioch University]. *AURA: Antioch University Repository and Archive*. https://aura.antioch.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1398&context=etds.

Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné.* (2nd ed., M.-A. Joshua, Ed.). La Pensée Sauvage.

Chirico, A., Serafini, F., Pizzolante, M., Malvezzi, R., Gianotti, E., Micucci, C., Manduca, E., Carvelli, C., Vago, F., Renda, M., Cascio, E., & Gaggioli, A. (2022). Inspiring awe in high school teachers: Design and preliminary test of a virtual training on AltspaceVR. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, *20*, 31-35.

Chon, H., & Sim, J. (2019). From design thinking to design knowing: an educational perspective. Art, *Design & Communication in Higher Education, 18*(2), 187-200.

Cipresso P., Giglioli I.A.C., Raya M.A., & Riva, G. (2018) The past, present, and future of virtual and augmented reality research: a network and cluster analysis of the literature. front. *Psychol, 9*(2086). https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086

Çiftçi, A., & Topçu, M. S. (2020). Design thinking: Opinions and experiences of middle school students. *Pegem Journal of Education and Instruction*, *10*(3), 961–1000. https://doi.org/10.14527/pegegog.2020.030.

Coleman, H., & Unrau, Y. A. (2005). En R. M. Grinnell & Y. A. Unrau (Eds.). *Social work: Research and evaluation. Quantitative and qualitative approaches* (7th., pp. 403-420). Oxford University Press.

Cordón, J. A., Alonso, J., & Martín, H. (2015). Los libros electrónicos: la tercera ola de la revolución digital. *Anuales de documentación, 13*, 53-80.

Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). Sage.

Creswell, J. W. (2005). Educational research*: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research.* Pearson.

Cross, N. (2011). *Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work*. Berg Publishers. https://doi.org/10.5040/9781474293884.

Cubillo, J., Martín, S., Castro, M., & Colmenar, A. (2014). Recursos Digitales Autónomos Mediante Realidad Aumentada. *RIED*, *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *17* (2), 241-274.

D.school. (2023). *An Introduction to Design Thinking Process Guide*. https://web.stanford.edu/~mshanks/MichaelShanks/files/509554.pdf.

De Benito, C. (2016). La investigación basada en diseño en tecnología educativa. *Revista Interuniversitaria de educación en Tecnología Educativa RIITE*, 0, 44-59 https://doi.org/10.6018/riite/2016/260631

Demerath, P. (2006). The science of context: modes of response for qualitative researchers in education. *International Journal of Qualitative Studies in Education, 19* (1), 97-113.

DeNoyelles, A., & Reyes, B. (2015). Using Word Clouds in Online Discussions to Support Critical Thinking and Engagement. *Online Learning, 19*(4). https://doi.org/10.24059/olj.v19i4.528.

Denzin, N. K. (1989). The research act: *A theoretical introduction to sociological methods*. Prentice Hall

Design Council (2019). *The Double Diamond: A universally accepted depiction of the design process.* https://www.designcouncil.org.uk/our-work/news-opinion/double-diamond-universally-accepted-depiction-design-process/.

Dean, D., Hender, J., Henley Management College, Rodgers, T., Consultant College Station, T., Santanen, E., et al. (2006). Identifying quality, novel, and creative ideas: Constructs and scales for idea evaluation. *Journal of the Association for Information Systems, 7*(10), 646–699. https://doi.org/10.17705/1jais.00106

Dewey, J. (1967). *Experiencia y Educación.* Losada.

Dey, I. (1993). *Qualitative Data Analysis: A user friendly guide for social science.* Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203412497.

Díaz, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida.* McGraw-Hill.

Doorley, S., Holcomb, S., Klebahn, P., Segovia, K., & Utley, J. (2018). *Design Thinking Bootleg*, d.school at Stanford University, CA.

Drigas, A., Mitsea, E., and Skianis, C. (2022). Virtual reality and metacognition training techniques for learning disabilities. *Sustainability, 14*(16), Article 10170. https://doi.org/10.3390/su141610170

Duncan, A. K. & Breslin, M. A. (2009). Innovating health care delivery: the design of health services. *Journal of Business Strategy*, *30*(2/3), 13–20. https://doi.org/10.1108/02756660910942427.

Djamil, M. (2024). *Utilization of Leonardo AI in developing teaching materials for islamic religious. Proceeding of International Conference on Islamic and Interdisciplinary Studies (ICIIS),* ISSN: 2963-5489. https://jurnal.uindatokarama.ac.id/index.php/iciis/issue/archive.

Efeoglu, A., Møller, C., Sérié, M., & Boer, H. (2013). Design thinking: characteristics and promises. In *Business Development and Co-creation: Proceedings of the 14th International CINet Conference* (pp. 241-256). Nijmegen, Netherlands.

Eklund, A. R., Aguiar, U. N., & Amacker, A. (2022). Design thinking as sense-making: Developing a pragmatist theory of practice to (re)introduce sensibility. *Journal of Product Innovation Management, 39*, 24–43. https://doi.org/10.1111/jpim.12604.

Elhussein, G., Leopold, T. A., & Zahidi, S. (2020). *Schools of the Future Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution* (Issue January).

Eyler, J. (2009). The power of experiential education. *Liberal Education*, *95*(4), 24–31. https://eric.ed.gov/?id=EJ871318.

Faria, M., Novo, C., Lopes, A., Moura, A., Tsalapatas, H., Heidmann, O., & Vaz de Carvalho, C. (2023). A utilização de Design Thinking para promover a adoção de práticas sustentáveis no Ensino Básico e Secundário. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias*. E57, 217–230.

Fernández, M. (2017). Augmented virtual reality: how to improve education systems. *Higher Learning Research Communications, 7*(1), 1-15. http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1150087.pdf.

Feuer, M., Towne, L., Shavelson, R.J. (2002). Scientific culture and educational research. *Educational Researcher, 31* (8), 4-14.

Forlizzi, J., & Battarbee, K. (2004). Understanding experience in interactive systems. *DIS2004 - Designing Interactive Systems: Across the Spectrum*, 261–268. https://doi.org/10.1145/1013115.1013152

Flick, U. (2009). *An Introduction to Qualitative Research*. Sage. https://doi.org/10.4135/9781452230153

Fraser, H. M. A. (2009). Designing Business: New Models for Success. *Design Management Review, 20*(2), 56–65. https://doi.org/10.1111/j.1948-7169.2009.00008.x.

Friese, S. (2014). *Qualitative Date Analysis with ATLAS.ti.* Sage publications.

Friese, S. (2019). *Qualitative data analysis with ATLAS.ti* (3rd ed.). Sage publications. http://surl.li/jzqml

Friese, S. (2021b). *ATLAS.ti windows: User manual.* ATLAS.ti Scientific Software Development. *Frontiers in Education, 9*, 1343492. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1343492

Fulvio, J. M., Ji, M., & Rokers, B. (2021). Variations in visual sensitivity predict motion sickness in virtual reality. *Entertainment Computing*, *38*, 100423. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2021.100423.

Furr, D. (2023). Boys & Girls Club Members Find VR Career Exploration Engaging and Informative. *Transfr Inc.* https://transfrinc.com/resources/efficacy-studies/boys-girls-club-members-find-vr-career-exploration-engaging-and-informative/

Garzón, A. & Gil, J. (2017). El papel de la procrastinación académica como factor de la deserción universitaria. *Revista Complutense de Educación, 28* (1), 307-324. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n1.49682

Gergen, K. (1998*). Realidades y relaciones: aproximaciones a la construcción social.* Paidós.

Georgiev, G. V., & Casakin, H. (2019). Semantic measures for enhancing creativity in design education. En *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design, 1*, 369–378. https://doi.org/10.1017/dsi.2019.40

George, B. H., Sleipness, O. R., & Quebbeman, A. (2017). Using virtual reality as a design input: Impacts on collaboration in a university design studio setting. *Journal of Digital Landscape Architecture*, *2017*(2), 252–259. https://doi.org/10.14627/537629026.

Ghiso, A. (2013). De una lógica tecnoburocrática al encuentro educativo. En: *El asombro de la educación: perspectivas, experiencias y propuestas para desarrollar nuevos paradigmas de aprendizaje*. Editorial Universidad Bolivariana S.A.

Glasersfeld, E. (1994). Despedida de la objetividad. En *El ojo del observador. Contribuciones al constructivismo*. (p. 27).

Goldschmidt, G., & Smolkov, M. (2006). Variances in the impact of visual stimuli on design problem solving performance. *Design Studies, 27*(5), 549–569. https://doi. org/10.1016/j.destud.2006.01.002.

Gonçalves, M., Cardoso, C., & Badke-Schaub, P. (2013). Inspiration peak: Exploring the semantic distance between design problem and textual inspirational stimuli. *International Journal of Design Creativity and Innovation, 1*(4), 215–232. https://doi. org/10.1080/21650349.2013.799309.

Gonçalves, M., Cardoso, C., & Badke, P. (2014). What inspires designers? Preferences on inspirational approaches during idea generation. *Design Studies, 35* (1), 29–53. https://doi.org/10.1016/j.destud.2013.09.001.

Gong, Z., Wang, M., Nanjappan, V., & Georgiev, VG. V. (2022). *Instrumenting virtual reality for priming cultural differences in design creativity.* In: *Proceedings of the 14th Conference on Creativity and Cognition (C&C '22*). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3527927.3535205.

Gong, Z., Wang, M., Nanjappan, V., & Georgiev, G.V. (2023). Effects of digital technologies on cultural factors in creativity enhancement. En A. Chakrabarti & V. Singh (Eds.), *Design in the era of Industry 4.0 (Vol. 3, pp. 383–394). Smart Innovation, Systems and Technologies*. Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-0428-0_32

Goldman, S. (2012). Assessing learning: *Capturing the journey of becoming a design thinker*. In H. Plattner, C. Meinel, & L. J. Leifer (Eds.), *Design thinking research: Measuring performance in context*. (pp. 13-33). Sage Publications.

Gonzáles, R. (1997), *Epistemología cualitativa y subjetividad.* Educación.

Greene, J. C., Caracelli, V. J., & Graham, W. F. (1989). Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational Evaluation and Policy Analysis. 11*(3), 255-274.

Guba, E. G. & Lincoln, Y. (2005). Paradigmatic controversies, contradictions & emerging confluences in *The Sage Handbook of Qualitative Research.* (3rd ed.) Sage Publications.

Guerra, C. R. (2023). The Impact of Immersion through Virtual Reality in the Learning Experiences of Art and Design Students: The Mediating Effect of the Flow Experience. *Education Sciences*, *13*(2), Artículo 185. https://doi.org/10.3390/educsci13020185.

Gwendolin, A. (2021). *Fostering Deep Learning in Immersive Virtual Reality: Interplay of Learner's Characteristics with Internal and External Support*. https://d-nb.info/1264214537/34.

Haara, F. O., & Smith, K. (2009). Practical activities in mathematics teaching-mathematics teachers knowledge-based reasons. *NOMAD Nordic Studies in Mathematics Education, 14*(3), 33–54. https://tidsskrift.dk/NOMAD/article/view/148208

Hammady, R., Ma, M., Al-Kalha, Z., & Strathearn, C. (2021). A framework for constructing and evaluating the role of MR as a holographic virtual guide in museums. *Virtual Reality,* 25, 895-918. doi: 10.1007/s10055-020-00497-9.

Harpe, S. E. (2015). *How to analyze Likert and other rating scale data. Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, *7*(6), 836–850. https://doi.org/10.1016/j.cptl.2015.08.001.

Hasso Plattner Institute of Design at Stanford (2020). *Miniguía: una introducción Design Thinking.* https://web.stanford.edu/~mshanks/MichaelShanks/files/509554.pdf.

Hawes, D., & Arya, A. (2022). VR-based context priming to increase student engagement and academic performance. In *2022 8th International Conference of The Immersive Learning Research Network (iLRN)* (pp. 1–8). https://doi.org/10.23919/ iLRN55037.2022.9815929

Hehn, J. (2020). *The Use of Design Thinking for a Human-centered Requirements Engineering Approach*. https://ux-tauri.unisg.ch/EDIS/Dis4992.pdf.

Henriksen, D., Richardson, C., & Mehta, R. (2017). Design thinking: A creative approach to educational problems of practice. *Thinking Skills and Creativity, 26*, 140–153. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.10.001.

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* (p.714). Editorial Mc Graw Hill.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). Mc Graw Hill / Interamericana Editores.

Hill, D., George, B. H., & Johnson, T. (2019). How Virtual Reality Impacts the Landscape Architecture Design Process During the Phases of Analysis and Concept Development at the Master Planning Scale. *Journal of Digital Landscape Architecture*, *2019*(4), 266–274. https://doi.org/10.14627/537663029

Hodder, I. (2000). The interpretation of documents and material culture. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research*. (pp. 703-717.) Sage Publications.

Ho, L.-H., Sun, H., & Tsai, T.-H. (2019). Research on 3D painting in virtual reality to improve students' motivation of 3D animation learning. *Sustainability, 11*(6), Article 1605. https://doi.org/10.3390/su11061605

Honebein, P. C. (1996). Seven goals for the design of constructivist learning environments. In Wilson, B. G. (Ed.). *Constructivist learning environments: case studies in instructional design.* Educational Technology Publications.

Horne, M., & Thompson, E. M. (2008a). The Role of Virtual Reality in Built Environment Education. *Journal for Education in the Built Environment*, *3*(1), 5–24. https://doi.org/10.11120/jebe.2008.03010005

Howard, Z. (2015). *Understanding design thinking in practice*: *A qualitative study of design led professionals working with large organizations*. [Doctoral dissertation, Swinburne University of Technology, Australia]. http://mayestra.files.wordpress.com/2013/03/bibliografc3ada-de-referencia-investigacic3b3n-cualitativa-juan-luis-alvarez-gayou-jurgenson.pdf.

Huang, H.T., & Chang, Y.S. (2023). Effects of virtual reality on creative performance and emotions: A study of brainwaves. *Computers in Human Behavior, 146*, Article 107815. https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107815.

Huang, H., & Lee, C.F. (2022). Factors affecting usability of 3D model learning in a virtual reality environment. *Interactive Learning Environments, 30*, 848–861. https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1691605

IDEO.org. (2015). *The field guide to human-centered design*. IDEO.org

IDEO.org. (2015). *Design Thinking for Educators.* (2012). http://www.designthinkingforeducators.com/toolkit/.

Janhagen, V. (2019). *Larga vida al design thinking. Cómo nutrir y hacer crecer el design thinking en tu organización.* Idean part of Capgemini Invent. Afanías Gráficas y Manipulados S.L.U. https://asociaciondec.org/wp-content/uploads/2019/06/Idean-Capgemini.pdf.

Jagtap, S. (2019). Design creativity: Refined method for novelty assessment. *International Journal of Design Creativity and Innovation, 7*(1–2), 99–115. https://doi.org/10.1080/21650349.2018.1463176.

Janesick, V.J. (1998). The dance of qualitative research design: metaphor, mechanolatry, and meaning. In: Denzin, N.K., Lincoln, Y.S. (Eds). *Strategies of qualitative inquiry*. (pp. 35-85). Sage Publications.

Jeelani, I. (2020). Development of virtual reality and stereo-panoramic environments for construction safety training. *Engineering, Construction and Architectural Management*, *27*(8), 1853–1876 https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2019-0391

Jensen, L. (2018). A review of the use of virtual reality head mounted display mounted displays in education and training. *Education and information Technologies 23*(3), 1089–1117. https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0

Johansson, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (2013). Design thinking: past, present and possible futures. *Creativity and Innovation Management, 22*(2), 121- 146.

Jorgensen, D. L. (1989). *Participant observation: A methodology for human studies.* Sage Publications Inc. https://doi.org/10.4135/9781412985376.

Kalender, M. (2007). Applying the subject cell through constructivist approach during science lessons and the teacher's view. *Journal of Environmental & Science Education 2* (1), 3–13.

Kang, S. (2019). Augmented Reality Systems and User Interaction Techniques for STEM Learning. https://doi.org/10.13016/xhns-zyph.

Kaplan AD, Cruit J, Endsley M, Beers SM, Sawyer BD, Hancock PA. (2021). The effects of virtual reality, augmented reality, and mixed reality as training enhancement methods: A meta-analysis. *Human Factors, 63*(4), 706–726. https://doi.org/10.1177/0018720820904229

Keane, L., & Keane, M. (2016). STEAM by design. *Design and Technology Education: An International Journal, 21*(1), 61-82.

Kelley, T., & Kelley, D. (2013). *Creative confidence: Unleashing the creative potential within us all. Currency.*

Kickmeier, M.D., Hann P., & Leitner M. (2019) Increasing Learning Motivation: An Empirical Study of VR Effects on the Vocational Training of Bank Clerks. In Van der Spek, E., Göbel S., Do E., Clua E., & Baalsrud J. (Eds.) *Entertainment Computing and Serious Games. ICEC-JCSG 2019*. (pp. 173–186). Lecture Notes in Computer Science, vol 11863. Springer.

Kim, P. (2006). Effects of the 3d virtual reality of plate tectonics on fifth-grade students' achievement and attitude toward science. *Interactive Learning Environments, 14*(1), 25-34.

Kim, M. H., Rushmeier, H., ffrench, J., Passeri, I., & Tidmarsh, D. (2014). Hyper3D: 3D graphics software for examining cultural artifacts. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage, 7*(3), Article 1. https://doi.org/10.1145/2567652

Koh, J. H. L., Chai, C. S., Wong, B., & Hong, H.-Y. (2015). *Design thinking for education: Concepts and applications in teaching and learning.* Spring.

Kohn, A. (2014). Competir atenta contra el aprendizaje. *El Tiempo.* http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/educacion/entrevista-con-alfie-kohn-experto-en-educacion/14240918.

Kolk, M. (2012). Build 21st century skills with design thinking. An *Interview-Dr_Maureen_Carroll.* Creative Educator. https://creativeeducator.tech4learning.com/2012/articles /

Krauss, S. (2005). Research paradigms and meaning making: A primer. *The qualitative report, 10* (4), 758-770. https://doi.org/10.46743/2160-3715/2005.1831

Krippendorff, K. (2006). *The semantic turn: A new foundation for design.* CRC Press.

Kuhn, S. (2021). *Transforming learning through tangible instruction: the case for thinking with things*. Routledge.

Kuo, Y.T., García Bravo, E., Whittinghill, D. M., & Kuo, Y.-C. (2023). Walking into a modern painting: the impacts of using virtual reality on student learning performance and experiences in art appreciation. *International Journal of Human-Computer Interaction, 39*(1), 1–22. https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2278929

Laboratorio de Innovación y Coparticipación del Tribunal de Cuentas Federales (2021). *Design thinking toolkit*. https://portal.tcu.gov.br/instituto-serzedello-correa/colab-i#design-thinking-toolkit

Lahtero, T. J., Ahtiainen, R. S., & Lång, N. (2019). Finnish principals: Leadership training and views on distributed leadership. *Educational Research and Reviews*, *14*(10), 340–348. 10.5897/ERR2018.3637.

Lake, D., Motley, P., Casner, M., and Flannery, K. (2022). Design thinking community health and well-being: creating with and for community capacities. *Design Research Society Proceeding*,1-13. https://doi.org/10.21606/drs.2022.210

Landvogt, S. (2020 septiembre/octubre). Prototyping with Microsoft Maquette: A New Virtual Reality Tool. *CODE Magazine.* https://www.codemag.com/Article/2009071/Prototyping-with-Microsoft-Maquette-A-New-Virtual-Reality-Tool.

Lanier, J. (1988). A Vintage Virtual Reality Interview. *Whole Earth Review Magazine.* http://www.well.com/user/jaron/vrint.html.

Lapadat, J.C. (2009). Writing our way into shared understanding: Collaborative autobiographical writing in the qualitative methods class. *Qualitative Inquiry, 15*, 955-979.

Laursen, L. N., & Haase, L. M. (2019). The Shortcomings of design thinking when compared to designedly thinking. *The Design Journal, 22*(6), 813-832.

Laval, C. (2004*) La escuela no es una empresa*. Paidós.

Lawson, B. (2006). *How Designers Think: The Design Process Demystified* (4th ed.). Elsevier/ Architectural Press.

Leavy, B. 2010. Design Thinking – A New Mental Model of Value Innovation. *Strategy and Leadership*, *38*(3), 5-14.

Levy, P. (1999). *¿Qué es lo virtual*? Editorial Paidós.

Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues, 2*(4), 34-46. https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x.

Lewis, J. (2016). Using ATLAS.ti to Facilitate Data Analysis for a Systematic Review of Leadership Competencies in the Completion of a Doctoral Dissertation. *Faculty and Staff - Articles & Papers. 67*. https://digitalcommons.salve.edu/fac_staff_pub/67

Li J, Goei S and Huang R (2024) Unveiling maker mindsets: a journey of formation and transformation through design thinking-making pedagogy within a lesson study context. *Frontiers in Education, 9*, Article 1343492. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1343492

Li, T. (2022). A Systematic Review on Design Thinking Integrated Learning in K-12 Education. *Applied Sciences,12* (16), 8077. https://doi.org/10.3390/app12168077

Liedtka, J., & Bahr, K. J. (2019). Assessing design thinking's impact: report on the development of a new instrument (No. 19–13). *Darden Working Paper Series*

Lin, L., & Shen, S. (2019). Study on the taking design thinking to school's project in America. *International and Comparative Education, 354*(7), 67–74.

Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Sage.

Lino, V. A., Carvajal, D. D., Muñoz, J. L., & Intriago, Y. M. (2024). *Jamovi como herramienta para el análisis de datos en la asignatura de estadística y diseño de experimentos*. *Revista Alcance*, 7(1), 73-88. https://doi.org/10.47230/ra.v7i1.62

Lissette, A. (2021). *Examining the Impact of Virtual Reality Integration into a Social Studies*.

Liu, R., Wang, L., Lei, J., Wang, Q., and Ren, Y. (2020). Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology, 51*(6), 2034–2049. https://doi.org/10.1111/bjet.13028

Liu, Y., Castronovo, F., Messner, J., & Leicht, R. (2020). Evaluating the Impact of Virtual Reality on Design Review Meetings. *Journal of Computing in Civil Engineering*, *34*(1). https://doi.org/10.1061/(asce)cp.1943-5487.0000856.

Lofland, J., Snow, D.A., Anderson, L. & Lofland, A.L.H. (2005). *Analyzing social settings: A guide to qualitative observation and analysis.* Wadsworth Publishing, Belmont.

Long, H., & Wang, J. (2022). Dissecting reliability and validity evidence of subjective creativity assessment: A literature review. *Educational Psychology Review, 34*(3), 1399–1443. https://doi.org/10.1007/s10648-022-09679-0.

López, E. (2018). El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica. *Educación XX1, 21* (1), 17-40. https://doi.org/10.5944/educxx1.20169

Luecha, L. (2021). Validation of a design thinking mindset questionnaire with Thai elementary teachers. *Journal of Physics: Conference Series, 1835*(1), 012088. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012088

Luna, N. (2020) *¿Qué son las TICS?* Entrepreneur. https://www.entrepreneur.com/article/308917

Makransky, G., Andreasen, N. K., Baceviciute, S., & Mayer, R. E. (2021). Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. *J. Educ. Psychol, 113*, 719–735. doi: 10.1037/edu0000473.

Marks, J. (2017). *The Impact of a Brief Design Thinking Intervention on Students' Design Knowledge, Iterative Dispositions, and Attitudes Towards Failure*. https://doi.org/10.7916/D8X92PN2.

Márquez, P. (2006). *El papel de las TIC en el proceso de lecto-escritura: leer y escribir en la escuela a golpe de click.* Editorial Planeta.

Martin, A. (2021). *Perspectivas sobre la creatividad y sus vinculaciones con la educación escolar*. *Un estudio relacional con maestras y estudiantes de educación infantil* [Tesis doctoral, Universitat

de Barcelona]. Universitat de Barcelona. https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/671537/AMM_TESIS.pdf?sequence=5.xml.

Martin, R. (2009). *The Design of Business. Why Design Thinking is the Next Competitive Advantage*. Harvard Business Review Press.

Martín, J., Mora, C. E., Añorbe, B., & González, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(2), 469-486. https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00626a.

Maturana, H. (2003). *El árbol del conocimiento las bases biológicas del entendimiento humano*. Editorial Lumen.

Mc Millan, J.H., & Schumacher, S. (2005). *Investigación Educativa*. Pearson Addison Wesley.

McKernan, J. (2001). *Investigación-Acción y Currículum*. Ediciones Morata.

McLuhan M. (1985). *Guerra y paz en la aldea global.* Planeta De Agostini.

Meinel, C., Leifer, L., Plattner, H., & Meinel, D. (2017) *Design Thinking for Innovation: Research and Practice*. Berlin/Heidelberg.

Ministerio de Educación Nacional. (MEN). (2022). *Orientaciones curriculares para el área de tecnología e informática en educación básica y media.*

Mertens, D.M. (2010). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods.* (3rd ed.). Sage.

Miles, M.B., Huberman, A.M. & Saldana, J. (2014) *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. Sage.

Miller, J.P. (2020). Immersive medicine: an investigation of a virtual reality intervention for simulation-based medical education. [Tesis doctoral, Johns Hopkins University]. Johns Hopkins Institutional Repository. https://jhir.library.jhu.edu/handle/1774.2/63718.

Ministerio de educación del Perú (2016). Design Thinking y el reto de la innovación en el sector público. Programa INNOVA. https://es.scribd.com/document/500849647/guia-design-thinking-minedu-compress.

Moreno, A. (2022). *Storyboard That: El uso de guiones gráficos para el aprendizaje.* Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. https://intef.es/wp-content/uploads/2019/03/Storyboard-That.pdf.

Morgan, D.L. (2007). Paradigms Lost and Pragmatism Regained: Methodological Implications of Combining Qualitative and Quantitative Methods. *Journal of Mixed Methods Research, 1*(1), 48-76.

Moss, P. (1996). Enlarging the Dialogue in Educational Measurement: Voices from Interpretive Research Traditions. *Educational Researcher, 25*(1), 20-29.

Nana, G. (2021). *Diffusion of Virtual and Augmented Reality in Pre-K to 12 Education: Experiences and Perceptions of Pioneer Teachers.* [Tesis doctoral, Seton Hall University]. Seton Hall University Dissertations and Theses. https://scholarship.shu.edu/dissertations/2906/

Noguchi, Y. (2019). Virtual reality goes to work, helping train employees, National Public Radio. *Nordic Studies in Mathematics Education, 14(3), 33 -54.*

Novo, M., Dochshanov, A. M., Tuparova, D., Garkova, B., Eroglan, F., Uğraş, T., Yücel-Toy, B., & Vaz de Carvalho, C. (2023). Design Thinking in Secondary Education: Required Teacher Skills. *Education Sciences, 13*(10), Article 969. https://doi.org/10.3390/educsci13100969

Obeid, S., & Demirkan, H. (2023). The influence of virtual reality on design process creativity in basic design studios. *Interactive Learning Environments, 31*, 1841–1859. https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1858116

OECD. (2021). *OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/589b283f-en

OECD. (2022). *How are education systems integrating creative thinking in schools? Programmer for International Student Assessment*. PISA in Focus. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/f01158fb-en

Olmos, E., Cavalcanti, J. F., Soler, J., Contero, M., & Alcaniz, M. (2018). Mobile virtual reality: A promising technology to change the way we learn and teach. In Yu, S., Ally, M., & Tsinakos, A. (Eds.)*, Mobile and ubiquitous learning: Perspectives on rethinking and reforming education*. (pp. 95-106). Springer Nature Singapore.

Onwuegbuzie, A. J., & Dickinson, W. B. (2008). Mixed Methods Analysis and Information Visualization: Graphical Display for Effective Communication of Research Results. *The Qualitative Report*, *13*(2), 204-225. https://doi.org/10.46743/2160-3715/2008.1595.

Ortega, D. (2023). *¿Cómo investigar en Didáctica de las Ciencias Sociales? Fundamentos metodológicos, técnicas e instrumentos de investigación*. Horizontes Universidad.

Otero, A., & Flores, J. (2011). Realidad virtual: Un medio de comunicación de contenidos. Aplicación como herramienta educativa y factores de diseño e implantación en museos y espacios públicos. Revista ICONO14. *Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, *9*(2), 185. https://doi.org/10.7195/ri14.v9i2.28.

Owen, C. (2007). Design thinking: notes on its nature and use. *Design Research Quarterly*, *2*(1), 16-27.

Öztürk, A (2020). *Co-developing STEM activities through design thinking approach for fifth graders.* [Tesis de maestría, Middle East Technical University]. http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12625483/index.pdf

Pande, M., & Bharathi, S. V. (2020). Theoretical foundations of design thinking–A constructivism learning approach to design thinking. *Thinking Skills and Creativity, 36*. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100637.

Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M., & Papanastasiou, E. (2019). Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills. *Virtual Reality, 23*, 425–436. doi: 10.1007/s10055-018-0363-2.

Papert, S. (1991). *Situating Constructionism*. In Harel, I. & Pappert, S. (Eds.), *Constructionism: Research reports and essays* (pp. 1-11). Ablex.

Papert, S. (1999). Logo Philosophy and Implementation. *Lcsi.* https://doi.org/10.1111/j.1468-0149.1994.tb02396.

Papert, S. (1995). *La máquina de los niños*. Ediciones Paidós.

Park, N. K., Chun, M. Y., & Lee, J. (2016). Revisiting individual creativity assessment: Triangulation in subjective and objective assessment methods. *Creativity Research Journal, 28*(1), 1–10. https://doi.org/10.1080/10400419.2016.1125259

Parong, J. (2019). Cognitive and Affective Mechanisms of Immersive Virtual Reality Learning Environments. [Tesis de doctorado, Universidad de California, Santa Bárbara]. https://escholarship.org/uc/item/16d1s50g.

Pineda, M. (2019). *Design thinking.* Universidad Oberta de Catalunya. https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149075/3/DesignThinking.pdf.

Pirker, J. (2017). *Immersive and Engaging Forms of Virtual Learning New and improved approaches towards engaging and immersive digital learning*. [Tesis doctoral, Graz University of Technology]. https://jpirker.com/wp-content/uploads/2013/09/dissertation-pirker.compressed.pdf

Pirker, J,& Dengel, A. (2021). The Potential of 360° Virtual Reality Videos and Real VR for Education-A Literature Review. *IEEE Computer Graphics and Applications,41*(4),76-89. https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3073955

Plomp, T. (2010). Educational Design Research: An Introduction. En Plomp, T. & Neveen, N. (Eds.), *An Introduction to Educational Design Research Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University, Shanghai (PR China).*

Portman, M. E., Natapov, A., & Fisher, D. (2015b). To go where no man has gone before: Virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, *54*, 376–384. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.05.001.

Posner, G. (2004). *Analyzing the Curriculum*. (3ª ed.). McGraw-Hill.

Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Analysis of the decline in interest towards school science and technology from grades 5 through 11. *Journal of Science Education and Technology*, *23*(6), 784-802.

Punch, K. (2005). *Introduction to Social Research: Quantitative and qualitative approaches*. Sage Publications.

Quéau, P. (1993). *Le virtuel. Vertus et vertiges.*

Rahman S. (2019). *The Effect of 3D Virtual Reality Technologies on Learning: A Qualitative Research.* [Tesis doctoral, American College of Education] ProQuest Dissertations Publishing. https://www.proquest.com/dissertations-theses/effect-3d-virtual-reality-technologies-on/docview/2315325882

Ramón, F. (2008). *El modelo dialógico de la pedagogía: un aporte desde las experiencias de comunidades de aprendizaje*. *Estudios pedagógicos, 1*, 41-61.

Rauschenberger, R. (2020). *Health and Safety of VR Use by Children in an Educational Use Case. Conference: 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR).* (pp. 239–248). IEEE. https://doi.org/10.1109/VR46266.2020.00010

Rauth, I., K¨oppen, E., Jobst, B., & Meinel, C. (2010). Design thinking: An educational model towards creative confidence. In *DS 66-2: Proceedings of the 1st international conference on design creativity.*

Rayala, C. (2022). *Empowerment by Design: Classroom Innovation and Inquiry Through Design Thinking and Action Research*. [Tesis doctoral, University of the Pacific]. https://scholarlycommons.pacific.edu/uop_etds/3800

Rieuf, V., Bouchard, C., & Aoussat, A. (2015). Immersive moodboards, a comparative study of industrial design inspiration material. *Journal of Design Research, 13*(1), 78. https://doi.org/10.1504/JDR.2015.067233.

Rieuf, V., Bouchard, C., Meyrueis, V., & Omhover, J.F. (2017). Emotional activity in early immersive design: Sketches and moodboards in virtual reality. *Design Studies, 48*, 43–75. https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.11.001

Revista de Educación Chile. (2019). *¡Sorprendente!: Un Laboratorio científico gratuito en el celular.* http://www.revistadeeducacion.cl/sorprendente-un-laboratorio-cientifico-gratuito-en-el-celular/.

Rodríguez, E. (2024). *Manual de creatividad.* Secretaria de Educación Pública de México y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-ontent/uploads/2024/12/CREATIVIDAD_logo.pdf.

Rodríguez, H. (2007). Del constructivismo al construccionismo: implicaciones educativas. *Revista Educación y Desarrollo Social*, *II* (1).

Rothbauer, P. (2008). Triangulation. In Given, L.M. (Ed.),*The SAGE encyclopedia of qualitative research methods* (pp. 892-894). Sage Publications.

Rowe, P. G. (1987). *Design thinking.* MIT Press.

Royalty, A., Oishi, L. N., & Roth, B. (2014). Acting with creative confidence: Developing a creative agency assessment tool. In Leifer, L. Plattner, H. & Meinel, C. (Eds.), *Design thinking research: Building innovation eco-systems* (pp. 79–96). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01303-9_6.

Rüssmann, M. (2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. In *Bost. Consult. Gr.* https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4.

Sabariego, M., Vilà, R. & Sandín, M. P. (2014). El análisis cualitativo de datos con ATLAS.ti. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educación, 7* (2), 119-133. http://www.ub.edu/ice/reire.htm

Salazar, C. (2012). *Escuela o empresa: ¿Galton en las aulas?. Yo estudié en la pública*. Ciudadan@s por la educación pública. https://www.yoestudieenlapublica.org/descargas/5articuloEscuelaEmpresa.pdf.

Samar, Q. (2022). *Using Virtual Reality to Improve STEM Education*. [Tesis doctoral en curso, Carleton University].

Sánchez, V. (2022). P*ensamiento de diseño en las competencias genéricas de estudiantes en Educación para el Trabajo de una institución pública del Callao – 2021.* https://core.ac.uk/download/520216765.pdf.

Sandín, M.P. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones.* Mc Graw Hill Interamericana.

Sarkar, P., & Chakrabarti, A. (2011). Assessing design creativity. *Design Studies, 32*(4), 348–383. https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.01.002.

Shah, J. J., Smith, S. M., & Vargas, N. (2003). Metrics for measuring ideation effectiveness. *Design Studies, 24*(2), 111–134. https://doi.org/10.1016/S0142-694X (02)00034-0.

She, J., & MacDonald, E. (2014). Priming designers to communicate sustainability. *Journal of Mechanical Design, 136*(1). https://doi.org/10.1115/1.4025488

Sun, R., Wu, Y. J., & Cai, Q. (2019). The effect of a virtual reality learning environment on learners' spatial ability. *Virtual Reality,* 23, 385–398. doi: 10.1007/s10055-018-0355-2.

Savin, M., & Major, C. (2013) *Qualitative research: The essential guide to theory and practice.* Routledge,

Schön, E.M., Thomaschewski, J., & Escalona, M.J. 2017. "Agile requirements engineering: A Systematic literature review. *Computer Standards & Interfaces* (49),79-91.

SCORE (2009a). *Getting practical: a framework for practical science in schools*. DCSF. www.scoreeducation. org/downloads/practical_work/framework.pdf.

Servicio de Innovación Educativa de la UPM (2020). *Guía de Design Thinking.* Universidad Politécnica de Madrid. https://innovacioneducativa.upm.es/guias_pdi.

Sharma, U.N. (2024). Basic stages of analyzing qualitative documents using ATLAS.ti. *International Journal of Nepal Library Association, 3*, 112–132. https://doi.org/10.3126/access.v3i1.69427.

Shenton, A. K. (2004). Strategies for ensuring trustworthiness in qualitative research projects. *Education for Information, 22*, 63 – 75. https://doi.org/10.3233/EFI-2004-22201.

Silver, C. & Lewins, A. (2014). *Using Software in Qualitative Research: A Step-by-Step Guide* (2ª ed.). SAGE Publications.

Silverman, D. (2000). *Doing qualitative research: a practical handbook.* Sage.

Simon, H. A. (1969). *The sciences of the artificial*. The MIT Press.

Sonta, M. (2019). *Virtually there: A phenomenological study of secondary students and their engagement with virtual reality field trips* [Tesis doctoral, University of Mississippi]. https://egrove.olemiss.edu/etd/1700/

Sriworapong, S., Pyae, A., Thirasawasd, A., & Keereewan, W. (2022). Investigating students' engagement, enjoyment, and sociability in virtual reality-based systems: A comparative usability study of Spatial.io, Gather.town, and Zoom. En H. Li, M. Ghorbanian Zolbin, R. Krimmer, J. Kärkkäinen, C. Li, & R. Suomi (Eds.), *Well-being in the information society: When the mind breaks* (Vol. 1626, pp. 1–15). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-14832-3_1

Starrett, M. J., McAvan, A. S., Huffman, D. J., Stokes, J. D., Kyle, C. T., Smuda, D. N., Kolarik, B. S., Laczko, J., & Ekstrom, A. D. (2021). Landmarks: A solution for spatial navigation and memory experiments in virtual reality. *Behavior Research Methods, 53*(3), 1046–1059. https://doi.org/10.3758/s13428-020-01481-6

Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques.* Sage.

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures.*

Stringer, E. (1999). *Action Research*. Sage.

Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education, 2*, 53-55. https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd

Tecpan, S. (2014). Rúbrica para evaluar secuencias didácticas en competencia científica. *Revista del primer Congreso Internacional de Innovación Educativa*.

The Field Guide to Human-Centered Design. (2015). *The field guide to human-centered design.* https://www.designkit.org/resources/1/

Timón, E. (2007). Los problemas epistemológicos de la realidad virtual. En C. Moreno Márquez, R. Lorenzo Alquézar & A. M. de Mingo Rodríguez (Eds.), *Filosofía y realidad virtual.* (pp. 215–228). Editorial Universidad de Zaragoza. ISBN 978-84-7733-940-3.

Toulouse Thinking. (2021). *Guía metodológica y herramientas para innovar. Documento diseñado de acuerdo con la aplicación de la metodología en talleres con docentes y estudiantes de la Escuela.* Dirección de Innovación y Desarrollo. https://uploads-ssl.webflow.com/63fd105fc7c8a935273083bd/644195afac48d617ccb9d17a_TLSThinking22.pdf

Tran, N. (2017). *Design thinking playbook for change management in K12 schools*. Stanford d.school. https://dschool-old.stanford.edu/sandbox/groups/k12/wiki/ad2ce/attachments/3946e/DESIGN%20THINKING%20PLAYBOOK%20(1).pdf

Tripodoro, V., & de Simone, G. (2015*). Nuevos paradigmas en la educación universitaria*. *Medicina, 75*, 113-118.

Tsai, C.A. , Song, M., Lo, Y. & Lo, C. (2023). Design thinking with constructivist learning increases the learning motivation and wicked problem-solving capability. An empirical research in Taiwan. *Thinking Skills and Creativity, 50*, 101385. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101385

Tschimmel, K. (2012). *Design Thinking as an effective toolkit for innovation. XXIII ISPIM Conference: Action for Innovation: Innovating from Experience. Barcelona, Spain.*

UNESCO (2023). *Reduciendo la brecha de género en STEM en América Latina ¿Pasando a la acción?* Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386722

Van Dijk, T. A. (1997). *Discourse as Structure and Process.* Sage.

Van Merriënboer, J.J., Clark, R.E., & de Croock, M. (2002) Blueprints for complex learning: The 4C/ID-model. *Educational Technology Research and Development*, *50*(2), 39-64.

Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. En Van den Akker, J. Nieveen, N., Branch, R.M., Gustafson, K.L. & Plomp, T. (Eds.), *Design methodology and developmental research in education and training* (pp. 1-14). Kluwer Academic Publishers.

Vargas, G. (2020). *Virtualización de contenidos académicos en entornos a distancia de aprendizaje*, *61*(2), 65-72.

Vaz de Carvalho, & Bauters, M. (2021). Technology to Support Active Learning in Higher Education. In Carvalho, C., & Bauters, M. (Eds). *Technology supported active learning*. Springer.

Vink, J. (2019). In/visible– Conceptualizing service ecosystem design. [Tesis Doctoral dissertation, Karlstad University] Karlstad University Studies, 17. https://doi.org/10.1108/JEDT-01-2022-0053

Vo, H. (2022). Design creativity in Industry 4.0: Gravity Sketch and 3D printing in a Luminaire design project. *Journal of Engineering Design and Technology ahead-of-print*. https://doi.org/10.1108/JEDT-01-2022-0053

Walker, W. S., Moore, T. J. Guzey, S. S., & Sorge, B. H. (2018). Frameworks to develop integrated STEM curricula. K-12 STEM. *Education, 4*(2), 331-339.

Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development, 53*(4), 5–23.

Wang, P., Miller, M. R., Han, E., DeVeaux, C., & Bailenson, J. N. (2024). Understanding virtual design behaviors: A large-scale analysis of the design process in virtual reality. *Design Studies, 90*, Article 101237. https://doi.org/10.1016/j. destud.2023.101237

Wang, P., Wu, P., Wang, J., Chi, H. L., & Wang, X. (2018). A critical review of the use of virtual reality in construction engineering education and training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(6). https://doi.org/10.3390/ijerph15061204.

Wass, T. (2015). Design thinking: Next steps and implementation into middle school social studies. Paper presented at the *Georgia Independent School Association,* Johns Creek, GA.

Wass, T.W. (Ed.). (2018). Students experiences of design thinking and distributed scaffolding in a middle school social studies classroom. [Tesis doctoral, Georgia State University]. https://doi.org/10.57709/11231094

Watzlawick, P. (1979). *¿Es real la realidad? confusión, desinformación, comunicación*. Herder.

Watzlawick, P. (1995*). El ojo del observador contribuciones al constructivismo.* Gedisa.

Wertsch, J. (1988). *Vygotski y la formación social de la mente*. Paidós.

Wee, C., Yap, K. M., & Lim, W. N. (2021). Haptic interfaces for virtual reality: challenges and research directions. *IEEE Access* 9, 112145–112162. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3103598.

WIPO (2022). *Global Innovation Index 2022 What is the future of innovation driven growth?*

WIPO (2022). IP Facts and Figures 2022. Geneva: World Intellectual Property Organization. https://doi.org/10.34667/tind.47183

Wolcott, M. D., & Mclaughlin, J. E. (2020). Promoting creative problem-solving in schools of pharmacy with the use of design thinking. *American Journal of Pharmaceutical Education, 84*(10), 1271–127.

World Intellectual Property Organization. (2022). Global Innovation Index 2022: What is the future of innovation-driven growth? WIPO. https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4626

Wu, W. L., Hsu, Y., Yang, Q. F., & Chen, J. J. (2021). A spherical video-based immersive virtual reality learning system to support landscape architecture students' learning performance during the COVID-19 era. *Land*, *10*(6). https://doi.org/10.3390/land10060561.

Yang, E. K., Lee, J. H., & Lee, C. H. (2023). Virtual reality environment-based collaborative exploration of fashion design. *CoDesign*, 1–19. https://doi.org/ 10.1080/15710882.2022.2162547.

Yang, E. K., & Lee, J. H. (2020). Cognitive impact of virtual reality sketching on designers' concept generation. *Digital Creativity, 31*(2), 82–97.

Yang, E. K., Lee, J. H., & Lee, C. H. (2023). Virtual reality environment-based collaborative exploration of fashion design. *CoDesign*, 1–19. https://doi.org/ 10.1080/15710882.2022.2162547.

Yildirim, B., Sahin-Topalcengiz, E., Arikan, G., & Timur, S. (2020). Using virtual reality in the classroom: Reflections of STEM teachers on the use of teaching and learning tools. *Journal of Education in Science*, *Environment and Health,6*(3), 231-245. https://doi.org/10.21891/jeseh.711779

Yildirim, G., Alban, M., & Yildirim, S. (2018). Analysis of the use of virtual reality technologies in history education: a case study. *Asian Journal of Education and Training*, *4*(2), 62-69.

Yu, A., & Xu, Z. (2024). On the Application of Digitized Virtual Reality Technology in the Teaching of Landscape Architecture Design. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, *20*(1), 1–20. https://doi.org/10.4018/IJICTE.339203

Yu, D. Z. (2020). Interior Landscape Design and Research based on Virtual Reality Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, *1533*(3). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1533/3/032038.

Zhao, Y., Luh, D., Sun, Y., & Sun, F. (2022). A design thinking technique of letting problems solved by self. *Mathematical Problems in Engineering*. https://doi.org/ 10.1155/2022/3265351.

Zhou, Y., Ji, S., Xu, T., & Wang, Z. (2018). Promoting knowledge construction: a model for using virtual reality interaction to enhance learning. *Procedia Computer Science, 130*(2018), 239-246. 10.1016/j.procs.2018.04.035.

Anexo 1: principales estudios incluidos en la revisión estado del arte

Titulo Autor	**Nivel educativo Campo del conocimiento**	**Referente teórico y Metodológico**	**Objetivos**	**Resultados Conclusiones**
Students' experiences of designe thinking and distributed scaffolding in a middle school social studies classroom Wass (2018)	Tesis doctoral	Referentes teóricos: Aprendizaje experiencial: Jhon Dewey Construccionista Crotty (1998) Teoría sociocultural Vygotsky's Metodología: Estudio de caso cualitativo	El estudio buscó comprender cómo los estudiantes experimentaron y respondieron al pensamiento de diseño mientras los alumnos navegaban por el desafío de diseño de crear una instalación de arte público que honra a una persona o un grupo que promovió los derechos humanos	Este estudio mostró cómo el pensamiento de diseño promovió el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Proporcionando una forma de integrar el pensamiento de diseño con los estándares educativos. Los hallazgos sugieren que los estudiantes tuvieron experiencias positivas de pensamiento de diseño con el desafío de diseño con un reto, debido a su entusiasmo, optimismo, motivación y compromiso expresados.
The Use of Design Thinking for a Human-centered Requirements Engineering Approach Hehn (2020)	Tesis doctoral Doctorado en filosofía	Referentes teóricos: Teoría de sistemas sociotécnicos Cooper and Foster 1971; Bostrom and Heinen 1977. Metodología:	El objetivo de esta tesis es identificar el uso de esquemas de Design Thinking para lograr un requerimiento más centrado en el ser humano en la formación de ingeniería. Se estudia cómo abordar desafíos	Los resultados de esta tesis proporcionan una base sólida para muchos investigadores y profesionales porque brindan una mejor comprensión de lo que representa el Design Thinking en el contexto de la formación en ingeniería y cómo ambos enfoques pueden ser combinados en proyectos innovadores de

		Múltiples estudios de caso	comunes en ingeniería con Design Thinking. También, contribuye a la investigación sobre la tecnología orientada a artefactos.	desarrollo intensivo de software. El enfoque centrado en el ser humano del Design Thinking puede considerarse una poderosa manera de complementar las actividades de formación en Ingeniería para diseñar sistemas innovadores
Pensamiento de diseño en las competencias genéricas de estudiantes en Educación para el Trabajo de una institución pública del Callao – 2021 Sánchez (2022)	Tesis doctoral Doctorado en educación	Referentes teóricos: Design thinking Metodología: diseño no experimental, de relación causal, el método hipotético deductivo, se ha realizado el muestreo no probabilístico por conveniencia teniendo a 90 estudiantes como muestra.	Mejorar las competencias de los estudiantes a través del desarrollo de actividades de aprendizaje del pensamiento de diseño.	En los resultados descriptivos se obtuvo que el pensamiento de diseño en los estudiantes se encuentra en el nivel proceso con un 53,3% y en las competencias genéricas en el nivel proceso con un 49%. Se observó que el pensamiento de diseño incide significativamente en las competencias genéricas.
Exploring Design Thinking for Instructional Practice	Tesis doctoral Doctorado en filosofía	Referentes teóricos: Design thinking	Se busca realizar una exploración de la literatura teórica relacionada con el	Los hallazgos muestran la utilidad de la creación de artefactos para aprender con comprensión para todos, no sólo para ingenieros y para

Banks (2020).		Metodología: Estudio de caso Los análisis de datos implicaron la triangulación de entrevistas semiestructuradas realizadas con profesores participantes y su diseño basado en materiales del curso.	pensamiento de diseño, y un estudio de caso que involucre una muestra pequeña e intencionada de miembros del cuerpo docente de pregrado que imparten cursos basados en el diseño de ingeniería para buscar resultados ampliamente aplicables a los procesos de diseño en los planes de estudio universitarios.	otros diseñadores tradicionales. En general, la disertación contribuye a la pedagogía que promueve el compromiso centrado en el estudiante para aprender con comprensión. Se recomienda la práctica de instrucción de pensamiento de diseño para la inclusión en el diseño y la fabricación de artefactos construidos para el aprendizaje.
Design Thinker Profile: Creating and Validating a Scale for Measuring Design Thinking Capabilities Chesson (2017)	Tesis doctoral Doctorado en filosofía	Referentes teóricos: Design thinking Metodología: Diseño mixto, se recopilaron datos utilizando factores exploratorios y confirmatorios	Este estudio desarrolló una escala para evaluar las capacidades de pensamiento de diseño en los individuos.	La escala desarrollada en este estudio mide el grado en que un individuo utiliza capacidades de pensamiento de diseño cuando participa en la resolución de problemas. Los hallazgos también indican que esta escala será útil para formadores de ejecutivos, gestión del cambio, profesionales, educadores que imparten cursos relacionados con el diseño, líderes comprometidos en el desarrollo de equipos, y para investigadores que exploran

				las capacidades del pensamiento de diseño.
The Impact of a Brief Design Thinking Intervention on Students' Design Knowledge, Iterative Dispositions, and Attitudes Towards Failure Marks (2017)	Tesis doctoral Doctorado en filosofía	Estudio cuasiexperimental, con métodos cuantitativos.	La investigación revisa los beneficios de enseñar con el pensamiento de diseño a estudiantes de secundaria. Pocos estudios han examinado los posibles beneficios motivacionales para estudiantes de K-12 que aprenden pensamiento de diseño. Por lo tanto, la presente investigación exploró si la instrucción del pensamiento podría replantear cómo los estudiantes percibieron los fracasos y enseñarles a repetir, o "inténtalo de nuevo", mientras se enfrentaban a problemas complejos.	Se observó como en el proceso de creación rápida de prototipos iterativos se logró transferir el proceso a una tarea de diseño objetivo. Además, los resultados confirmaron un beneficio en el rendimiento al realizar iteraciones tempranas y frecuentes. Además, los resultados sugirieren que los estudiantes en la condición de pensamiento de diseño desarrollaron capacidades más adaptativas, actitudes ante el fracaso, en comparación con los estudiantes en la condición STEM. Estos estudios proporcionan evidencia convincente de que la educación en pensamiento de diseño tiene el potencial de lograr persistencia al enfrentar problemas mal definidos, replantear el fracaso y mejorar el desempeño de los estudiantes en las tareas en la escuela secundaria.

Co-developing stem activities through design thinking approach for fifth grade Öztürk (2020)	Tesis doctoral Doctorado en filosofía	Estudio cuasiexperimental	El objetivo de la investigación es revisar los efectos del enfoque de Design Thinking en la educación STEM. En el estudio se utilizó el enfoque de "pensamiento de diseño" (DT) para el desarrollo e implementación de actividades STEM por parte de docentes de secundaria de diferentes disciplinas. Se organizaron talleres de diseño con docentes de quinto grado, en donde los docentes diseñaban lecciones y actividades STEM utilizando el enfoque de pensamiento de diseño	Los resultados de la investigación muestran que la implementación del enfoque Design Thinking en la educación STEM ofrece soluciones a los desafíos de la educación STEM, incluso en la colaboración entre docentes, la integración de disciplinas y el desarrollo e implementación de actividades STEM adecuadas para el nivel de los estudiantes. Este estudio también ofrece el enfoque Design Thinking propuesto como guía para los docentes, para desarrollar e implementar actividades STEM.
Empowerment by design: classroom innovation and inquiry through design thinking and	Tesis doctoral Doctorado en educación	Este estudio de investigación acción cualitativa se sitúa en un enfoque de	El propósito de esta investigación fue emplear el proceso de pensamiento de diseño para colaborar con un equipo de ocho	Los obstáculos que se observaron incluyeron una formación docente inadecuada, unos modelos educativos obsoletos, con la instrucción y evaluación estandarizadas, y la falta de recursos. Los participantes

action research Rayala (2022).		pensamiento de diseño/crecimiento.	educadores para cimentar una comunidad virtual de práctica que apoye innovación e indagación. Las preguntas de investigación que guiaron el estudio fueron (1) los obstáculos para innovación en educación, (2) Las estrategias para superar los obstáculos y (3) cualquier cambio observado en mentalidad que se produjo en los participantes a lo largo del estudio.	percibieron cambios de mentalidad en ellos mismos o en sus estudiantes en las áreas de crecimiento, conciencia y empatía. El estudio contribuye a la literatura explorando las aplicaciones prácticas del pensamiento de diseño.
Augmented reality systems and user interaction techniques for stem learning Kang (2019)	Tesis doctoral Doctorado en filosofía	Referentes teóricos: Educación STEM Metodología: Mixta	Se buscó investigar como la realidad aumentada (AR), puede mejorar el aprendizaje de conceptos científicos y aumentar la participación de los estudiantes. El objetivo principal fue diseñar, desarrollar y evaluar el aprendizaje empleando sistemas de	La investigación exploró y demostró como los sistemas de realidad aumentada AR, promueven tres tipos de aprendizaje STEM que incluyen investigación colaborativa, aprendizaje de sistemas complejos y la enseñanza de las matemáticas. Se identificaron beneficios como la promoción del compromiso de los estudiantes, además de involucrar a los niños en procesos de investigación científica donde se permitan

			realidad aumentada (AR), con niños de 5 a 11 años con experiencias STEM.	procesos de observación y análisis de datos in-situ.
Using Virtual Reality to Improve STEM Education Samar (2022)	Tesis doctoral Doctorado en filosofía	Referentes teóricos: Construccionismo Cognitivismo Metodología: Se realizó el estudio con un enfoque cuantitativo y cualitativo	Investigar el efecto de la tecnología de Realidad Virtual (VR), en la experiencia de los estudiantes en la educación de ciencias, particularmente para la interacción, el aprendizaje y la accesibilidad. Para averiguar si el uso de la realidad virtual en los laboratorios de ciencias lleva a un mayor nivel de aprendizaje, eficiencia y precisión de las tareas, medido a través de pruebas de conocimientos previos y posteriores, además de un sistema de recopilación de datos en una aplicación móvil.	Se observó una diferencia significativa en algunas áreas mostrando que la IVR funciona mejor, optimizando la finalización de tareas, la eficiencia y la precisión. La evaluación cualitativa incluyó un análisis de experiencias de los estudiantes con el uso de RV y su perspectiva sobre su aplicación para la educación. Los resultaron mostraron que se observaron resultados positivos con relación a facilidades de uso, capacidades de aprendizaje, compromiso y satisfacción general, los estudiantes preferían el uso de la realidad virtual en comparación con el uso de textos e imágenes 2D, ya que consideraban que era beneficiosos para el aprendizaje.

			La realidad virtual inmersiva con cascos (IVR) se comparó con realidad virtual de escritorio (DVR) y con condiciones de 2D basadas en textos.	
The Effect of 3D Virtual Reality Technologies on Learning: A Qualitative Research Rahman (2019)	Tesis doctoral Doctorado en educación	Referentes teóricos: Realidad aumentada y virtual. Metodología: El estudio fue realizado con un enfoque cualitativo fenomenológico; las experiencias se recogieron en experiencias de dos años por medio de encuestas basadas en la web.	Esta investigación exploró las experiencias de 21 docentes empleando realidad virtual, realidad aumentada, hologramas e impresión 3D en escuelas intermedias. Donde se preguntó sobre las experiencias vividas por los docentes y las percepciones de los profesores sobre la eficacia del uso de estas tecnologías para ayudar en las escuelas para mejorar el aprendizaje y las mejores maneras de involucrar a los estudiantes en el aprendizaje.	Los datos de los resultados mostraron que la mayoría de los maestros en Illinois involucrados en el estudio vivieron experiencias positivas al emplear herramientas como la realidad virtual y aumentada, además de mejores resultados de aprendizaje y progresos en la calidad del aprendizaje. Entre las conclusiones se encuentran que este tipo de herramientas ayudan en la resolución de problemas y la toma de decesiones; sin embargo, las entidades de administración de educación deben apoyar a los maestros con materiales e infraestructura que apoye a los maestros para disponer de tecnologías innovadoras. Otra de las conclusiones es que los currículos en el futuro deben incluir elementos que promuevan la participación, la colaboración, la creatividad,

				la investigación y la toma de riesgos.
Virtualy There: A Phenomenological Study of Secondary Students and Their Engagement with Virtual Reality Field Trips Sonta (2019)	Tesis doctoral Doctorado en educación	Referentes teóricos: Aprendizaje experiencial John Dewey Metodología: Estudio fenomenológico Entre los instrumentos están entrevistas y cuestionarios.	Se pretende explorar las experiencias vividas empleando la realidad virtual para realizar "viajes virtuales", de estudiantes de secundaria en séptimo grado. El estudio buscó examinar como los alumnos responden física, emocional y cognitivamente al uso de la realidad virtual al interior del aula.	Los estudiantes que realizaron la inmersión con realidad virtual logran retener y recuperar información detallada de los viajes realizados; los participantes hablaron de la experiencia como si hubieran estado allí. Realizaron referencias a los objetos, el entorno y elementos vistos. Los alumnos también respondieron físicamente, como si estuvieran completamente inmersos en un ambiente virtual; los alumnos saltaron, se agacharon, señalaron y se estiraron mientras participaban en el trabajo de campo virtual. En las entrevistas los alumnos recordaron muchos detalles de la excursión virtual; los participantes lograron hablar de manera significativa, recordando eventos particulares que permiten concluir, que estos procesos pueden ayudar en la enseñanza en las clases de geografía.
Immersive and Engaging Forms of	Tesis doctoral en	Referentes teóricos:	Se investigan y discuten estrategias y	Se lograron crear ambientes motivacionales, donde se utilizó la realidad virtual

Virtual Learning New and improved approaches towards engaging and immersive digital learning Pirker (2017)	ciencias técnicas	Educación STEM Metodología: Estudio mixto cuantitativo y cualitativo Instrumentos: cuestionarios y observaciones	tecnologías para crear entornos de aprendizaje motivacionales, como tecnologías emergentes como la realidad virtual para hacer la educación STEM más interesante; en donde se crean entornos de aprendizaje motivadores basados en la inmersión y el compromiso, en donde se logren procesos colaborativos; el elemento central de la investigación son las experiencias de aprendizaje.	para crear experiencias educativas más interesantes e inspiradoras, donde se logran involucrar a los estudiantes y se mejora el compromiso de los estudiantes. Las tecnologías de realidad virtual permiten ofrecer nuevas formas de representar el contenido educativo de manera visual, mejorando las experiencias en el aula.
Designing Virtual Reality for Learning Sarune Baceviciute (2021)	Tesis doctoral Doctorado en psicología	Metodología: Estrategia de investigación multidimensional integrada que combina medidas de aprendizaje cognitivo,	El estudio propone que hay escasez de evaluaciones empíricas rigurosas, sobre el aprendizaje con la realidad virtual, al tiempo que la evidencia actual es contradictoria, conlleva a intuir que se sabe muy poco sobre cómo	Se realizaron varias pruebas en el estudio, en la primera los resultados se obtuvieron de una muestra de 51 participantes; un grupo aprendió leyendo texto en un folleto físico en el mundo real y el otro grupo leyó texto idéntico en un folleto incrustado en un entorno de realidad virtual inmersiva. Los resultados muestran que la lectura en realidad virtual logro puntajes de

		autoinformes afectivos, instrumentos de carga cognitiva y métodos psicofisiológicos avanzados de EEG (electroencefalograma), y seguimiento ocular.	se aprende en la realidad virtual. En este trabajo se exploraron las intersecciones entre el aprendizaje y la tecnología virtual inmersiva, en donde se busca encontrar las formas de diseñar herramientas virtuales más efectivas para el aprendizaje. En el trabajo se estudia cómo se puede combinar el conocimiento de la cognición humana, la psicología y las percepciones del comportamiento, para comprender la eficacia del aprendizaje en la realidad virtual	transferencia más altos, los medios inmersivos exigen un mayor compromiso cognitivo, son menos eficientes en el tiempo, si se diseña de manera adecuada la realidad virtual puede promover el éxito del aprendizaje. El estudio invita a emplear contenido de aprendizaje empleando posibilidades de realidad virtual para el aprendizaje.
Effect of virtual reality on motivation and achievement of middle-school students Bowen (2018)	Tesis doctoral Doctorado en educación	Metodología: Estudio cuasiexperimental	Examinar la influencia de las inmersiones empleando realidad virtual, en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes de ciencias sociales en escuela	Los resultados demostraron que los estudiantes que emplearon la realidad virtual lograron puntajes significativos más altos que los estudiantes que emplearon la instrucción tradicional tanto en su rendimiento académico como su motivación. Los hallazgos permiten

			secundaria. Se incluyeron a 76 participantes de séptimo grado en dos escuelas secundarias, que emplearon la instrucción de estudios sociales empleando el método de lectura tradicional o el sistema de realidad virtual.	promover el uso de la realidad virtual en las aulas de estudios sociales de la escuela secundaria.
Immersive medicine: an investigation of a virtual reality intervention for simulation-based medical education Miller (2020)	Tesis doctoral Doctorado en educación	Estudio experimental con métodos mixtos con estudiantes de enfermería en nivel superior. Se utilizaron cuestionarios de autosatisfacción y confianza en el aprendizaje (SSLQ) y datos cualitativos recopilados de entrevistas semiestruct	Buscó comprender que impacto tendría un método de entrega de instrucción de realidad virtual inmersiva (IVR), en la adquisición de conocimientos, habilidades de juicio clínico, autosatisfacción y confianza en comparación con educación médica basada en simulación tradicional (SBME). A los estudiantes del grupo experimental se les proporcionó un plan de estudios de	Los resultados de una prueba t independiente mostraron diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones medias posteriores a la prueba entre el grupo experimental IVR y el grupo de control de SBME; esto permite evidenciar que el método de instrucción empleando realidad virtual inmersiva IVR permite una mayor adquisición del conocimiento que la modalidad tradicional SBME. Los datos cualitativos sugirieron que los estudiantes disfrutaron de la experiencia de IVR, además consideran que serían beneficiosas este tipo de experiencias educativas para el programa de enfermería, y que permite repetir las

		uradas para determinar la eficacia del método de entrega de instrucción empleado realidad virtual inmersiva (IVR).	habilidades de valoración de taquicardia supraventricular (SVT), entregado a través de IVR. A los estudiantes del grupo de control se les proporcionó el mismo plan de estudios a través de SBME tradicional utilizando un maniquí de alta fidelidad. El investigador realizó una prueba previa y posterior para la evaluar la adquisición de conocimientos, a través de una rúbrica de juicio clínico Lasater (LCJR).	experiencias prácticas en el lugar que escojan.
Fostering Deep Learning in Immersive Virtual Reality: Interplay of Learner's Characteristics with Internal and External Support.	Tesis doctoral Doctorado en educación	Referentes teóricos: Deep learning Díaz and Ioannou (2019). Inmersión y presencia (Mayer, 2020; Makransky & Petersen, 2021).	Examinar diferentes enfoques de apoyo (externo e interno), empleando el Modelo de Aprendizaje Extendido Inmersivo con realidad virtual (EMIL VR); describiendo los procesos de	Todos los enfoques de apoyo elegidos aumentaron los resultados de aprendizaje. Cada enfoque tenía efectos diferentes en los subprocesos de aprendizaje y las características del alumno, por lo tanto, no se encontraron efectos sinérgicos al combinar los diferentes enfoques de apoyo. Todos los hallazgos de los tres grupos subrayan la necesidad de apoyar a los

Gwendolin. (2021)	The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL) Makransky and Petersen (2021)	aprendizaje subyacentes y los factores relevantes que influyen en los resultados del aprendizaje. El modelo de aprendizaje Extendido inmersivo con realidad virtual EMIL VR, fue examinado sobre la base de tres estudios empíricos, comparando diferentes enfoques de apoyo en un grupo de control mientras se aprende con realidad virtual. El primer grupo utilizaba anotaciones como soporte externo al VRLE (Entorno de aprendizaje de realidad virtual) y se comparó al grupo de VRLE sin anotaciones. El segundo grupo con un texto indicador funcionó como apoyo interno y se	estudiantes en VRLE. El resultado del aprendizaje fue medido de manera diferenciada, utilizando un enfoque multi método. Se puede concluir que se mejora al aprendizaje, al seleccionar enfoques de apoyo que estén relacionados con subprocesos desafiantes mientras se aprende en realidad virtual. Las activaciones estratégicas y el diseño adecuado de los VRLE son pragmáticas, y son maneras eficientes de fomentar el aprendizaje en realidad virtual VR. Futuras investigaciones pueden incluir VRLE adaptativos empleando inteligencia artificial para apoyar a los estudiantes en su camino de aprendizaje de manera individual; ayudando a percibir, procesar e integrar el contenido de aprendizaje complejo, remodelando la cultura de aprendizaje.

			emplearon aprendices para procesar el contenido de aprendizaje en un nivel más profundo. En el tercer grupo, se combinaron enfoques de apoyo externo e interno para investigar los posibles efectos de la secuenciación y las indicaciones adecuadas.	
From chalkboards to virtual reality: Exploring the development and implementation of virtual reality in United States History classrooms Brownridge (2020)	Tesis doctoral Doctorado en educación	Métodos mixtos, con datos cuantitativos y cualitativos. La recopilación de datos cuantitativos incluyó una mirada a la evaluación y los puntajes generales La recopilación de datos	Se buscó explorar como la realidad virtual podía emplearse en las aulas en las clases de historia de los Estados Unidos; se centró en cómo los estudiantes respondían a la realidad virtual, el desarrollo profesional que requieren los docentes para implementar la realidad virtual, los problemas asociados con los estudiantes que	Se observó que antes de la implementación de la realidad virtual, los estudiantes de la escuela habían identificado los estudios de sociales como su clase menos favorita y los resultados estaban afectados por la falta de interés, y los estudiantes se encontraban descontentos con el aprendizaje. Después de emplear con éxito la realidad virtual en el aula, la motivación de los estudiantes aumentó, el rendimiento mejoró significativamente y los maestros informaron cambios drásticos en el rol

		cualitativos incluyó encuestas, notas de campo y entrevistas	emplean la realidad virtual en la escuela, y cómo la realidad virtual afecta la pedagogía y las estrategias de evaluación.	en el salón de clases y cómo evaluaron a los estudiantes; igualmente se plantea la posibilidad de emplear la realidad virtual en diferentes materias. Se concluye que esta tecnología emergente puede tener una amplia oportunidad de crecimiento y avance.
Diffusion of Virtual and Augmented Reality in Pre-K to 12 Education: Experiences and Perceptions of Pioneer Teachers. Nana (2021)	Tesis doctoral Doctorado en educación	Se utilizó una metodología fenomenológica donde se buscó comprender lo vivido en percepciones y experiencias de los maestros pioneros que habían empleado realidad virtual o aumentada VR/AR con los estudiantes.	Se estudió el efecto de las tecnologías de realidad virtual y aumentada VR/AR, en varios casos de uso en estudiantes desde prejardín hasta grado 12. Se estudiaron tanto las experiencias vividas, como las percepciones de los maestros pioneros que utilizaron estas tecnologías, revisando el impacto en la percepción de los docentes sobre los beneficios de los ecosistemas para la enseñanza adoptando las innovaciones tecnológicas.	Se observó que el uso de estas tecnologías afectó de manera positiva la adquisición del aprendizaje. También se evidencia que los primeros usuarios serán fundamentales para la difusión de estas nuevas mediaciones, siendo voceros en el sistema social de los educadores; pero por otro lado en el proceso de la investigación la pandemia del Covid 19, afectó una mayor implementación del uso de estas tecnológicas como mediaciones pedagógicas.
Examining the Impact of	Tesis doctoral	El estudio empleó	El propósito del estudio fue	Los resultados mostraron que no se encontraron

Virtual Reality Integration into a Social Studies Classroom Lissette (2021)	Doctorado en filosofía	métodos mixtos cuasiexperimentales para recopilar datos, y se analizaron datos tanto cualitativos como cuantitativos. Específicamente en el curso del estudio se realizó una prueba previa y una posterior, una encuesta previa y posterior, grabaciones de video, entrevistas con estudiantes y maestros, reflexiones escritas y observaciones de campo.	explorar el uso de la realidad virtual en un salón de clases de ciencias sociales, en relación con tres elementos específicos, el conocimiento del contenido, la participación de los estudiantes en el salón y la empatía hacia el estudio de la historia.	diferencias estadísticas significativas en el conocimiento del contenido y en el compromiso y participación de los estudiantes en la clase. Sin embargo, se observó un aumento estadísticamente significativo con relación en la empatía hacia el estudio de la historia. Los datos cualitativos mostraron que el uso de la realidad virtual fue beneficioso para promover la participación de los estudiantes, la comprensión del pasado histórico y la empatía hacia el estudio de la historia. Los hallazgos sugieren que la integración de la realidad virtual es beneficiosa para el aprendizaje de los estudiantes, y los lideres de instrucción deben encontrar formas de apoyar la integración de la realidad virtual por parte de los docentes en las aulas.
The role of digital literacy in augmented,	Estudio de revisión bibliográfica	Se proponen 8 dimensiones de la DL	Este estudio buscó cerrar la brecha entre la realidad extendida (XR), y	Los resultados muestran que la XR se usa principalmente para que los estudiantes accedan al conocimiento o la

virtual, and mixed reality in popular science education: a review study and an educational framework development. (Chang et al. 2023)		vinculadas con la XR, las cuales son; 1) Acceso y comprensión 2) Evaluación 3) Ética y bienestar. 4)Interacción 5) Colaboración 6) Creación 7) Resolución de problemas. 8)Compromiso cívico y responsabilidad. En total se encontraron 79 artículos relacionados con el tema de estudio	la alfabetización digital (DL), en la educación científica popular. Si bien la realidad aumentada AR, la realidad virtual VR y la realidad mixta MR, han recibido mayor atención y se han utilizado con fines educativos en los últimos años; los estudios de realidad extendida XR, en divulgación científica y su impacto en los estudiantes son escasos.	información, e interactúen con herramientas virtuales; pero pocas veces se utiliza realidad extendida XR en la creación activa, la resolución de problemas y la colaboración entre estudiantes. El estudio propone que se debiera integrar la realidad extendida XR en el aprendizaje basado en proyectos, en las prácticas pedagógicas para mejorar su impacto; además se debería mejorar la enseñanza y capacitación a los estudiantes para alcanzar niveles avanzados de alfabetización digital DL.
Design thinking: Opinions and experiences of middle school students Çiftçi & Topçu (2020)	Artículo de investigación	En la investigación se utilizó el método de la fenomenología, uno de los métodos de investigación	El objetivo de la investigación fue revisar las opiniones y experiencias de alumnos de 7º grado hacia el pensamiento de diseño. En este contexto, por un periodo de cuatro	Como resultado del análisis de los datos en la investigación de las opiniones presentadas en el cuestionario abierto, se observó que a la mayoría de los alumnos les gustaron las actividades de pensamiento de diseño, querían participar en actividades de pensamiento de diseño fuera

		cualitativa, la población fue de treinta y seis estudiantes de séptimo grado. Se empleó el método de análisis de contenido para analizar los datos recopilados por medio de un cuestionario abierto y también diarios de los estudiantes	semanas se realizaron actividades de pensamiento de diseño sobre transformaciones energéticas incluidas en el currículo de ciencias.	de la escuela, y requerían tener tiempo libre para tales actividades en el futuro. Igualmente se observó que el pensamiento de diseño tiene aportes tales como asegurar y facilitar el aprendizaje, desarrollar las habilidades del siglo XXI, para preparar al estudiante para el futuro y la profesión.
The Effects of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality as Training Enhancement Methods: A Meta-Analysis. Alexandra D. Kaplan et a. (2021)	Metaanálisis	Se revisaron fundamentos teóricos como: Encoding specificity (especificidad de codificación) y simulación	Se exploraron los hallazgos empíricos disponibles sobre la transferencia de entrenamiento empleando realidad virtual (VR), realidad aumentada (AR), y mixta (MR), para determinar si la realidad extendida (XR), empleada en el entrenamiento, es	Se observó una ligera disminución en la eficacia del entrenamiento cuando se utilizó un entorno virtual, pero si se considerar el intervalo de confianza, los resultados son esencialmente equivalentes. Básicamente los hallazgos indican que las experiencias con realidad extendida (XR), son tan efectivas como los enfoques de capacitación tradicionales. Pero teniendo en cuanta los beneficios en seguridad,

			tan efectiva como los métodos tradicionales de entrenamiento. Se revisaron las fuentes actuales de literatura y se incluyeron los artículos calificados relacionados con entrenamientos de transferencia de conocimiento empleando MR, VR y AR. Se buscó emplear entrenamientos con realidad extendida (XR), en situaciones en donde el peligro o el costo, o el tiempo de capacitación puedan hacer que la capacitación tradicional sea imposible.	costo y facilidad para implementar cambios, hacen que el entrenamiento empleando realidad extendida (XR), se constituyen una inversión en tiempo más valiosa y superior que los métodos de entrenamiento tradicionales.
Cognitive and Affective Mechanisms of Immersive Virtual Reality Learning Environments Parong (2021).	Tesis doctoral Doctorado en filosofía	Referentes teóricos: Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. La excitación emocional	Se buscó estudiar si algunas características de la realidad virtual inmersiva IVR, como los sonidos extraños, las animaciones y las interacciones, que pueden no ser relevantes para el	Las lecciones empleando métodos tradicionales con presentaciones con power point, llevaron a una mayor participación cognitiva basada en medidas de EEG, en ambos experimentos; y una menor carga cognitiva extraña auto informada en el experimento 1. Los participantes también

	como distractor. IVR y Transferencia de Aprendizaje	contenido de la lección, pueden afectar los procesos de aprendizaje. Para examinar esta hipótesis de distracción, se realizaron dos experimentos en los que los estudiantes vieron una lección de biología (experimento 1) o una lección de historia (experimento 2); empleando realidad virtual inmersiva o formas tradicionales de transmisión del conocimiento empleando presentaciones con power point, con o sin preguntas sobre la práctica.	informaron más emociones positivas de alta excitación después de las lecciones de IVR en ambos experimentos y experimentaron una mayor excitación fisiológica basándose en medidas de frecuencia cardiaca después de las lecciones de IVR en comparación con las lecciones tradicionales en el experimento 2. Los mismos patrones de resultados se encontraron cuando las preguntas se adjuntaron. En ambos experimentos, los análisis de medición sugieren que la relación entre los medios de instrucción y los resultados del aprendizaje pueden explicarse por el procesamiento cognitivo o la excitación emocional, particularmente para el rendimiento de la prueba de retención. En general se concluye que los entornos inmersivos pueden crear una gran excitación emocional y distracción cognitiva durante el aprendizaje, lo que lleva a resultados más deficiente que los entornos tradicionales.

Anexo 2: Instrumentos

Instrumento 1 cuestionario de entrevista a docentes

¿De qué manera las experiencias en entornos virtuales de aprendizaje y las experiencias prácticas, empleando la metodología de pensamiento de diseño “Design Thinking” contribuyeron a que los estudiantes realicen procesos de empatía, comprendiendo las necesidades y los problemas de otras personas?

¿De qué manera las experiencias en entornos virtuales de aprendizaje y las experiencias prácticas, empleando la metodología de pensamiento de diseño “Design Thinking” contribuyeron a desarrollar la capacidad de los estudiantes para trabajar en grupo y de manera colaborativa para resolver el problema identificado?

¿De qué manera las experiencias en entornos virtuales de aprendizaje y las experiencias prácticas, empleando la metodología de pensamiento de diseño “Design Thinking” ayudaron a que los estudiantes socializaran ideas valiosas para resolver el problema?

¿De qué manera las experiencias en entornos virtuales de aprendizaje y las experiencias prácticas, empleando la metodología de pensamiento de diseño “Design Thinking” contribuyeron a que los estudiantes mejoren sus habilidades para la elaboración de prototipos y modelos para la representación de sus ideas?

¿De qué manera las experiencias en entornos virtuales de aprendizaje y las experiencias prácticas, empleando la metodología de pensamiento de diseño “Design Thinking” contribuyeron a que los estudiantes evalúen si sus prototipos y modelos logran solucionar el problema identificado?

¿De qué manera las experiencias en entornos virtuales de aprendizaje y las experiencias prácticas, empleando la metodología de pensamiento de diseño “Design Thinking” contribuyen a incentivar la creatividad de los estudiantes para resolver problemas?

¿Qué relaciones entre las experiencias en entornos virtuales de aprendizaje y las experiencias prácticas se observaron para favorecer el pensamiento de diseño en los estudiantes?

Instrumento 2: rúbrica de seguimiento con preguntas cerradas y abiertas

Rúbrica de seguimiento:

En cada pregunta el docente marcará con una X al frente de las preguntas en una de las siguientes opciones, teniendo en cuenta la siguiente escala en las respuestas:

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Ni de acuerdo ni en desacuerdo

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

Etapa de empatía

Pregunta orientadora	1	2	3	4	5
¿Las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) ayudaron a focalizar el problema que se buscaba resolver					

¿Las experiencias con materiales manipulables ayudaron a focalizar el problema que se buscaba resolver?					
¿Las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) ayudaron a la comprensión del problema que se buscaba resolver?					
¿Las experiencias con materiales manipulables ayudaron a la comprensión del problema que se buscaba resolver?					
¿Se realizaron experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) en esta etapa?	SI		NO		
¿Se realizaron experiencias con materiales manipulables en esta etapa?	SI		NO		
Preguntas abiertas: ¿Como docente que aspectos considera destacar en el desarrollo de la etapa de empatía con las mediaciones empleadas? Y ¿Cuáles fueron las dificultades observadas? ¿Cuáles fueron					

las oportunidades y beneficios observados?	

Etapa definición

Pregunta orientadora	1	2	3	4	5
¿Las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) promovieron la toma de decisiones y la realización de cambios para buscar soluciones al problema?					
¿Las experiencias con materiales manipulables, promovieron la toma de decisiones y la realización de cambios para buscar soluciones al problema?					
¿Las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) favorecieron el trabajo en equipo y la asignación de roles para buscar soluciones al problema?					
¿Las experiencias con materiales manipulables favorecieron el trabajo en					

equipo y la asignación de roles para buscar soluciones al problema?					
¿Se realizaron experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) en esta etapa?	SI		NO		
¿Se realizaron experiencias con materiales manipulables en esta etapa?	SI		NO		
Preguntas abiertas ¿Como docente que aspectos considera destacar en el desarrollo de la etapa de definición con las mediaciones empleadas? Y ¿Cuáles fueron las dificultades observadas? Y ¿cuáles fueron los aspectos favorables? ¿Cuáles fueron las oportunidades y beneficios observados?					

Etapa ideación

Pregunta orientadora	1	2	3	4	5
¿Las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta)					

ayudaron a que los estudiantes socializaran ideas valiosas para la resolución del problema?					
¿Las experiencias con materiales manipulables ayudaron a que los estudiantes socializaran ideas valiosas para la resolver el problema?					
¿Las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) beneficiaron la realización de procesos en donde se contemplaron diferentes soluciones al problema?					
¿Las experiencias con materiales manipulables beneficiaron la realización de procesos en donde se contemplaron diferentes soluciones al problema?					
¿Se realizaron experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) en esta etapa?	SI		NO		
¿Se realizaron experiencias con materiales manipulables en esta etapa?	SI		NO		
Preguntas abiertas					

¿Como docente que aspectos considera destacar en el desarrollo de la etapa de ideación con las mediaciones empleadas? Y ¿Cuáles fueron las dificultades observadas? ¿Cuáles fueron las oportunidades y beneficios observados?	

Etapa prototipar

Pregunta orientadora	1	2	3	4	5
¿Las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) ayudaron en la realización de prototipos que ofrecieron soluciones al problema?					
¿Las experiencias con materiales manipulables permitieron la realización de prototipos que ofrecieron soluciones al problema?					
¿Las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) beneficiaron la iteración de soluciones al					

"fallar rápido" para buscar soluciones al problema?					
¿Las experiencias con materiales manipulables beneficiaron la iteración de soluciones al "fallar rápido" para buscar soluciones al problema?					
¿Se realizaron experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) en esta etapa?	SI		NO		
¿Se realizaron experiencias con materiales manipulables en esta etapa?	SI		NO		
Pregunta abierta ¿Como docente que aspectos considera destacar en el desarrollo de la etapa de prototipar con las mediaciones empleadas? Y ¿Cuáles fueron las dificultades observadas? ¿Cuáles fueron las oportunidades y beneficios observados?					

Etapa probar

Pregunta orientadora	1	2	3	4	5

¿Las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) favorecieron las pruebas rápidas de los prototipos que brindaban soluciones al problema?					
¿Las experiencias con materiales manipulables favorecieron las pruebas rápidas de los prototipos que brindaban soluciones al problema?					
¿Las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) beneficiaron la iteración en las pruebas de prototipos que brindaban soluciones al problema?					
¿Las experiencias con materiales manipulables beneficiaron la iteración en las pruebas de prototipos que brindaban soluciones al problema?					
¿Se realizaron experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) en esta etapa?	SI		NO		
¿Se realizaron experiencias con materiales manipulables en esta etapa?	SI		NO		

Pregunta abierta ¿Como docente que aspectos considera destacar en el desarrollo de la etapa de pruebas con las mediaciones empleadas? Y ¿Cuáles fueron las dificultades observadas? ¿Cuáles fueron las oportunidades y beneficios observados?	

Instrumento 3: Escala de pensamiento de diseño elaborado por Luecha (2021) y adaptado al contexto de la investigación.

Cuestionario de preguntas:

En cada pregunta, el estudiante marca con una X al frente de las preguntas en cada una de las siguientes opciones, teniendo en cuenta la siguiente escala en las respuestas:

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Ni de acuerdo ni en desacuerdo

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

Característica del pensamiento de diseño evaluada		1	2	3	4	5

Estar cómodo con los problemas	No tengo dificultad al enfrentarme con problemas no resueltos.					
	Acepto si el resultado de la resolución de problemas es inesperado.					
	Cuando resuelvo un problema difícil lo enfrento con tranquilidad					
	Pregunta abierta ¿Cómo ayudaron las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) a enfrentarse al problema propuesto? Y ¿Que dificultades se tuvieron?					
	Pregunta abierta ¿Cómo ayudaron las experiencias con materiales manipulables a enfrentarse al problema					

	propuesto? Y ¿Que dificultades se tuvieron?					
		1	2	3	4	5
Empatía del usuario	Durante el proceso de diseño, trato de comprender las necesidades de los usuarios.					
	Durante el proceso de diseño, a menudo veo el problema desde la perspectiva de los usuarios.					
	Durante el proceso de diseño, a menudo me pongo en el lugar de los usuarios.					
	Pregunta abierta ¿Cómo ayudaron las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) a la comprensión del problema propuesto? Y ¿Que					

	dificultades se tuvieron?					
	Pregunta abierta ¿Cómo ayudaron las experiencias materiales manipulables a la comprensión del problema propuesto? Y ¿Que dificultades se tuvieron?					
		1	2	3	4	5
Atención plena en el proceso	Soy consciente de cuándo debo tener la mente abierta y cuándo tengo que centrarme en una cosa.					
	Creo que es importante descubrir cosas nuevas en lugar de preocuparme por resultados fallidos.					
	Soy consciente cuando necesariamente tengo que redefinir el problema con mayor claridad.					

	Pregunta abierta ¿Cómo ayudaron las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) a redefinir el problema propuesto? Y ¿Que dificultades se tuvieron?					
	Pregunta abierta ¿Cómo ayudaron las experiencias materiales manipulables a redefinir el problema propuesto? Y ¿Que dificultades se tuvieron?					
		1	2	3	4	5
Trabajo colaborativo con la diversidad	Me gusta trabajar en grupo más que trabajar solo.					
	Me gusta trabajar con personas que vienen de diferentes grupos.					

	Acepto las decisiones del grupo, aunque no puedo estar de acuerdo con ellos.					
	Pregunta abierta ¿Cómo aportaron las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) en fomentar el trabajo en equipo y colaborativo? Y ¿Que dificultades se tuvieron?					
	Pregunta abierta ¿Cómo aportaron las experiencias con materiales manipulables en fomentar el trabajo en equipo y colaborativo? Y ¿Que dificultades se tuvieron?					
		1	2	3	4	5

Orientación al aprendizaje	A menudo aplico cosas nuevas que he aprendido.					
	Me gusta aprender de las experiencias, observaciones, y acciones.					
	Me gusta aprender con compañeros dentro y fuera de grupos.					
	Me gusta aprender de quienes tienen conocimientos diversos y perspectivas diferentes.					
	Me gusta recibir comentarios y aprender de ellos.					
	Intento obtener información que nunca he obtenido o conocido.					
	Puedo discutir, compartir y aprender de los errores.					

	Pregunta abierta ¿Cómo ayudaron las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) en debatir sobre el problema estudiado? Y ¿Que dificultades se tuvieron?					
	Pregunta abierta ¿Cómo ayudaron las experiencias con materiales manipulables en debatir sobre el problema estudiado? Y ¿Que dificultades se tuvieron?					
		1	2	3	4	5
Confianza creativa	Puedo realizar deducciones y proponer ideas basadas sobre información incompleta.					
	Me gusta usar el pensamiento de					

	diseño para resolver problemas complejos.					
	Me gusta pensar en cosas nuevas que sean diferentes de las que se tienen					
	Me gusta crear un modelo para representar una nueva idea.					
	Me gusta crear nuevas condiciones para probar otras posibilidades.					
	Pregunta abierta ¿Cómo ayudaron las experiencias con realidad extendida (virtual, aumentada o mixta) en la construcción y prueba de prototipos y modelos? Y ¿Que dificultades se tuvieron?					

	Pregunta abierta ¿Cómo ayudaron las experiencias con materiales manipulables en la construcción y prueba de prototipos y modelos? Y ¿Que dificultades se tuvieron?	

Anexo 3: propuesta didáctica diseñada

Tabla de contenido



Introducción 2

Etapa 1: Empatía o descubrimiento 5

Etapa 2: Definir e interpretar 12

Etapa 3: Idear 14

Etapa 4: Prototipar 17

Etapa 5: Evaluar 20

Bibliografia 22

¿Que es el pensamiento diseño?

El pensamiento de diseño o "design thinking" es una metodología que permite resolver los problemas de manera creativa. El pensamiento de diseño se centra en las necesidades de los usuarios proponiendo soluciones con procesos dinámicos y exploratorios; integrando las ciencias, la informática, la tecnología y otras areas del conocimiento. Brown (2020).



Características del pensamiento de diseño



Empatia

Las soluciones y propuestas se centran en las necesidades de las personas y los usuarios



Trabajo colaborativo

Las personas trabajan en equipo aportando diferentes habilidades, conocimientos y puntos de vista



Procesos experimentales

La solución de problemas se realiza mediante la experimentación y las pruebas de prototipos



Iteración

Si se observan fallas o soluciones poco eficientes, se mejoran los prototipos rápidamente optimizando la propuesta



Ayudas visuales y graficos

Para representar las soluciones diseñadas con infografías, storyboard, storytelling, diagramas, mapas visuales



Ambiente lúdico y optimista

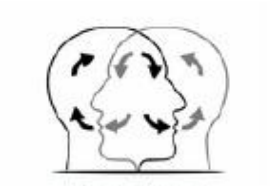
La experiencia de diseño debe ser agradable, motivadora, donde los estudiantes disfruten el proceso.

¿Etapas del pensamiento diseño?





Procesos iterativos



Empatizar

Comprender las necesidades de los usuarios mediante la observación y la escucha de las personas que tienen un problema por resolver



Definir

El equipo de trabajo define sus roles y busca definir de manera clara y concreta cual es el problema que se busca resolver teniendo en cuenta la información de la fase empatizar



Idear

El equipo de trabajo propone diferentes ideas y soluciones al problema identificado. Se busca analizar la viabilidad de las diferentes propuestas



Prototipar

Se construyen prototipos sencillos de las soluciones viables propuestas. Se busca encontrar fallas rápidamente para volver a realizar nuevas propuestas y ajustar el prototipo a las necesidades del usuario.



Probar

Se evalúan los prototipos creados, indagando a los usuarios sobre su utilidad y funcionalidad. Si es necesario se vuelve a proponer prototipos o incluso ideas

Imágenes con licencia creative commons fuente https://pixabay.com/es/

TAREA 1: CONFORMACIÓN DE EQUIPOS TIEMPO APROXIMADO 5 MINUTOS



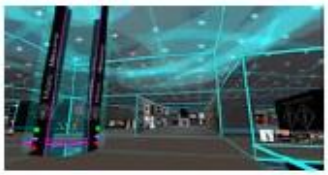
Observar el siguiente video acerca de la introducción al pensamiento de diseño y organizar grupos de 3 a 4 personas que trabajaran en las siguientes sesiones en todas las etapas del pensamiento de diseño y definir el nombre del grupo o equipo de trabajo.
https://www.youtube.com/watch?v=222oBVcAnyw
titulo del video: Pensamiento de diseño (Design Thinking)
Nombre del canal: NEGU
Nombre del grupo:
Integrantes:

TAREA 2: CREACIÓN DEL METAVERSO DEL GRUPO TIEMPO APROXIMADO 15 MINUTOS



Observar el siguiente video sobre la creación de un metaverso y realizar la selección del metaverso del grupo, en donde se mostrarán las diferentes etapas que se realizarán en el proceso de diseño y será una herramienta fundamental para mostrar el resultado del proceso final, se recomienda la selección del diseño de galería Obsidian Gallery o Isle Gallery, que permite tener un espacio con diferentes salas para la exposición de las etapas del diseño.
https://www.youtube.com/watch?v=9tOAkveNR-k
Título del video: Crea tu metaverso! ,tutorial Spatial io en español 2023
Nombre del canal: Codice3D Colombia

La herramienta sugerida para la creación del metaverso es
Spatial io: https://www.spatial.io/
La primera tarea es en la primera sala de la galería realizar una exposición sobre las etapas del pensamiento de diseño y sus características revisadas en las paginas anteriores; en cada espacio para Upload Art de la primera sala se pueden subir 5 diapositivas con las diferentes etapas del pensamiento de diseño. Las diapositivas se pueden realizar en herramientas gratuitas como Canva. Se recomienda guardar cada diapositiva como imagen de manera individual en formato jpg, para después subirlas al Metaverso creado.



Imágenes con licencia creative commons fuente https://pixabay.com/es/

ETAPA 1 EMPATIA O DESCUBRIMIENTO



OBJETIVOS

1. Comprender las necesidades de los usuarios o los problemas que se buscan resolver con la metodología de pensamiento de diseño.
2. Entender e identificar por medio de entrevistas y mapas de empatía las causas del problema que se busca solucionar.
3. Analizar las oportunidades del reto planteado y formular algunas suposiciones iniciales que posteriormente se buscarán validar con los usuarios.



¿QUE SE PRETENDE REALIZAR EN LA FASE DE EMPATIA O DESCUBRIMIENTO?

En la fase de empatía o descubrimiento se busca comprender el contexto de los problemas, además de identificar en detalle cuales son los problemas y las necesidades de los usuarios, se pretende profundizar en el entorno de los problemas encontrados y los temas relacionados.

El foco debe centrarse en las personas, principalmente tratando de obtener información acerca de los temas sobre los que hablan las personas que tienen un problema, las formas como interactúan las personas involucradas en el problema, lo que piensan estas personas y cuales son las sensaciones y sentimientos de la gente involucrada en las dificultades que posteriormente se van a resolver.



De manera opcional observar el siguiente video explicativo para realizar las actividades propuestas.

https://www.youtube.com/watch?v=uCqquHsAeSA&t=117s

Titulo video: Design Thinking "FASE 1 - EMPATÍA" Temporada 3 - Tutorial 3

Nombre del canal: Design Thinking 24 7 by Jorge Huertas

Imágenes con licencia creative commons fuente https://pixabay.com/es/

ETAPA 1 EMPATIA O DESCUBRIMIENTO

TAREA 1: DESCUBRIMIENTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA QUE SE BUSCARÁ RESOLVER - TIEMPO APROXIMADO 20 MINUTOS

Si se cuentan con las gafas de realidad virtual, cada uno de los miembros del grupo realizará una inmersión en el siguiente video de realidad virtual en donde observará durante un tiempo de 2 a 3 minutos, diferentes objetos diseñados en un museo de diseño y escribirá tres objetos que le parecieron interesantes, su funcionalidad y el problema que resuelve. Aquellos estudiantes que sufren de mareos o vértigo deben evitar utilizar las gafas de realidad virtual.
Tener en cuenta que para que el video se pueda visualizar en realidad virtual , se presiona el símbolo de realidad virtual en la pantalla del móvil antes de colocarlo en las gafas (el símbolo de unas gafas de Realidad Virtual).

https://www.youtube.com/watch?v=h-Ct83kT3wk
https://www.youtube.com/watch?v=3fniyJqwOyc

De manera simultánea mientras se realiza la etapa anterior, cada miembro del equipo de manera individual resolverá las siguientes preguntas, tratando de identificar un problema o dificultad que conoce o es reconocido en su entorno.
Si se cuenta con computador o dispositivo móvil, el cuadro con preguntas y respuestas se puede realizar con herramientas como Canva pues permite fácilmente posteriormente digitalizar la información e incluirla en el metaverso.

ETAPA 1 EMPATIA O DESCUBRIMIENTO

TAREA 1: DESCUBRIMIENTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA QUE SE BUSCARÁ RESOLVER - TIEMPO APROXIMADO 20 MINUTOS

Resolver las siguientes preguntas para descubrir e identificar un problema que se busca resolver. Recordar que el problema debe ser parte del entorno o contexto de los estudiantes y debe ser viables de resolver.

¿Cuál problema de su entorno le parece interesante tratar de resolver mediante el pensamiento diseño con los compañeros de grupo?
¿Por qué considera que es un problema real? ¿Cuáles son los hechos y evidencias que soportan la idea que tiene?
Realice un listado de las personas que se beneficiarían con la solución y con los comportamientos que se buscan resolver
¿Cuáles son las razones por la cuales se justifica resolver el problema?
¿Cuáles son las razones por las cuales crear una solución o producto aportaría a resolver el problema?
¿Cuáles son los conocimientos y habilidades que requiere el grupo para lograr una solución exitosa al problema?

ETAPA 1 EMPATIA O DESCUBRIMIENTO

TAREA 2: ANALISIS DE VIABILIDAD Y SELECCIÓN DEL PROBLEMA
TIEMPO APROXIMADO 20 MINUTOS

En esta etapa cada miembro del equipo explicará a los otros compañeros los problemas identificados por cada integrante y realizará una exposición de 2 a 4 minutos al grupo de trabajo donde explique la respuesta a las preguntas de la tarea 1.

Los otros integrantes del equipo calificarán los problemas propuestos de acuerdo con la siguiente rubrica, para evaluar la innovación y viabilidad de resolver el problema identificado.

Innovación: Califique de 1 a 5 si el problema identificado permitiría una solución es innovadora o creativa.

Resolución de un problema: Califique de 1 a 5 si la propuesta busca resolver un problema que es realmente importante y es del entorno de los estudiantes.

Viabilidad del problema propuesto: Califique de 1 a 5 si es posible resolver el problema planteado con los conocimientos y recursos disponibles por el grupo en una fase posterior.

Viabilidad económica: Califique de 1 a 5 si es posible resolver el problema planteado con los recursos económicos y elementos disponibles, tener en cuenta que en la fase de prototipado se emplearan inicialmente modelos virtuales.

Diligencia la siguiente tabla con las calificaciones respectivas para cada una de las propuestas presentadas.

Si se cuenta con computador o dispositivo móvil, la tabla con la evaluación se puede realizar con herramientas como Canva pues permite fácilmente posteriormente digitalizar la información e incluirla en el metaverso.



Imagen con licencia creative commons fuente https://pixabay.com/es/

PROPUESTAS PRESENTADAS	Innovación	Resolución de un problema	Viabilidad del problema	Viabilidad económica	Total
Propuesta Problema 1					
Propuesta Problema 2					
Propuesta Problema 3					

ETAPA 1 EMPATIA O DESCUBRIMIENTO

TAREA 3: DISEÑO CUESTIONARIO DE ENTREVISTAS TIEMPO ESTIMADO: 20 MINUTOS

Después de seleccionar la propuesta sobre el problema que se busca solucionar, el objetivo es realizar entrevistas a algunas personas que conocen detalles sobre el problema que se busca resolver, para esto los miembros del grupo inicialmente realizarán el diseño de un grupo de preguntas que permitan obtener la información necesaria para conocer en detalle el problema y las necesidades el usuario.

El grupo diseñará entre 5 y 6 preguntas para realizar posteriormente las entrevistas a quienes conocen el problema, las entrevistas pueden ser realizadas a personas del curso, también se pueden realizar a otras personas externas, para el caso de personas del circulo familiar se pueden realizar con dispositivos como celulares o similares; para las entrevistas a personas distantes se pueden utilizar herramientas de comunicación como WhatsApp o similares.

De manera opcional revisar el siguiente video como referencia para realizar el cuestionario de preguntas:

https://www.youtube.com/watch?v=tOEJToVU_l0

Titulo del video: ¿Qué es y cómo hacer una "ENTREVISTA - ENTREVISTA A USUARIOS"? Temporada 2 Tutorial 6

Nombre del canal: Design Thinking 24 7 by Jorge Huertas

Si bien cada grupo cuenta con la autonomía para la construcción de las preguntas para las entrevistas, algunos de los interrogantes planteados pueden tener la siguiente intencionalidad:

¿Cuál es la descripción del cliente o del usuario del problema que se busca resolver?

¿Cuáles son las dificultades del usuario cliente, que les importa y sus preocupaciones con relación al problema?

¿Cómo el usuario o cliente observa en el ambiente o en el entorno el problema?

¿Cuáles son las dificultades del usuario o cliente?

¿Qué piensa y siente el usuario o el cliente con respecto al problema?

¿Qué dice y hace el usuario o cliente en relación con el problema identificado?

¿Qué ha escuchado el usuario o cliente de otras personas con relación al problema identificado?

¿Qué esperarían de las posibles soluciones al problema identificado?



Imágenes con licencia creative commons fuente https://pixabay.com/es/

ETAPA 1 EMPATIA O DESCUBRIMIENTO

TAREA 4: REALIZACIÓN DE ENTREVISTAS (algunas entrevistas se pueden realizar en el salón de clase y otras posteriormente a personas diferentes a los compañeros de aula) TIEMPO ESTIMADO: 20 MINUTOS



Imágenes con licencia creative commons fuente https://pixabay.com/es/

La actividad es realizar las entrevistas empleando el cuestionario diseñado en la tarea anterior a algunas personas que conozcan sobre el problema que se busca abordar, las entrevistas pueden ser realizadas a personas del curso, también se pueden realizar a otras personas, para el caso de personas del círculo familiar se pueden realizar personas con dispositivos como celulares o similares; para las entrevistas a personas distantes se pueden utilizar herramientas de comunicación como WhatsApp o similares.
Posteriormente con las respuestas a las entrevistas realizadas se transcriben los audios a textos escritos.

TAREA 5: REALIZACIÓN DEL MAPA DE EMPATIA TIEMPO ESTIMADO: 30 MINUTOS

El mapa de empatía es una muy buena forma para resumir la información obtenida en las entrevistas y lo que se ha escuchado y observado de los usuarios, el contexto y el entorno.
En grupo realiza la construcción del siguiente mapa de empatía con las respuestas de las entrevistas realizadas.
De manera opcional en el siguiente enlace se encuentra una referencia para elaborar un mapa de empatía:
https://www.youtube.com/watch?v=maUVS_f8tpc
Titulo del video: ¿Qué es y cómo hacer un "MAPA DE EMPATÍA"? Tutorial 8
Nombre del canal: Nombre del canal: Design Thinking 24 7 by Jorge Huertas

Si se cuenta con computador o dispositivo móvil, el mapa de empatía se puede realizar con herramientas como Canva pues permite fácilmente posteriormente digitalizar la información e incluirla en el metaverso.
https://www.canva.com/p/templates/EAFSxoearkc-brainstorming-mapa-de-empatia-usuario-simple-blanco-y-negro/

Mapa De Empatía



MAPA DE EMPATIA. FUENTE: PLANTILLAS LIBRES CANVA.COM

TAREA 6: DIGITALIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROCESO ETAPA EMPATIA EN EL METAVERSO (Se puede realizar extra clase dependiendo de las instrucciones del docente) TIEMPO ESTIMADO: 30 MINUTOS

Los integrantes del grupo consolidarán la información realizada en la etapa empatía en imágenes para subirlas y continuar la construcción del metaverso creado.
Se deben subir al metaverso las siguientes imágenes:
Las respuestas a las preguntas de la tarea 1.
La tabla de análisis de viabilidad creado en la tarea 2.
El cuestionario de preguntas para las entrevistas diseñado en la tarea 3.
Los textos o videos de las entrevistas realizadas en la tarea 4.
El mapa de empatía de la tarea 5.

Dependiendo de las instrucciones del docente los estudiantes compartirán los enlaces de los metaversos creados por los grupos al correo que se informe.

ETAPA 2 DEFINIR E INTERPRETAR 12

OBJETIVOS:

· Identificar cual es el significado y las causas del problema que se busca resolver, por medio de procesos de síntesis y análisis de la información recibida, discutida y organizada.

· Darle sentido a los datos obtenidos para comenzar a plantear algunas soluciones que serán discutidas en la siguiente etapa de ideación.

TAREA 1: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y CREACIÓN DE MAPA DE CONTEXTO TIEMPO ESTIMADO: 30 MINUTOS

Observe el siguiente video con las gafas de realidad virtual, colocar subtítulos en español:

https://www.youtube.com/watch?v=nTw0sbWb0VY&t=132s

Titulo del video: The STILETTO and its height in FASHION | Google Arts & Culture

Escriba en 2 renglones la manera como en la historia del video se logró comprender las necesidades de los clientes o usuarios.

Realizar el siguiente mapa de contexto, que muy similar a un mapa conceptual en donde se relacionan conceptos, categorías y patrones que se logran encontrar al analizar la información.

Contexto: ¿Cuándo ocurre el problema?	Problema ¿Cuáles son las principales causas del problema?	Alternativas: ¿Actualmente que es lo que hacen los usuarios para solucionar el problema?
Usuarios: ¿Quiénes tiene el problema más frecuentemente?	Impacto emocional ¿Cómo se sienten los usuarios?	Deficiencias de las soluciones actuales ¿Cuáles son las desventajas de las soluciones actuales?

TAREA 2 : CREACIÓN DE ARBOL DE PROBLEMAS TIEMPO ESTIMADO: 30 MINUTOS

El árbol de problemas es una herramienta que permite representar de manera grafica el problema, teniendo en cuenta las causas y los efectos, para de esta manera lograr identificar de manera adecuada el problema central.

El siguiente video es una guía de como elaborar un árbol de problemas:

https://www.youtube.com/watch?v=HH25PxFOWp4

Titulo del video: ¿Qué es y cómo hacer un "ÁRBOL DE PROBLEMAS"? Tutorial 4

Con los grupos de trabajo realice el diseño del árbol de problemas teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

Si cuenta con PC o movil con conectividad utilice una de las plantillas de Canva

https://www.canva.com/es_mx/plantillas/s/arbol/

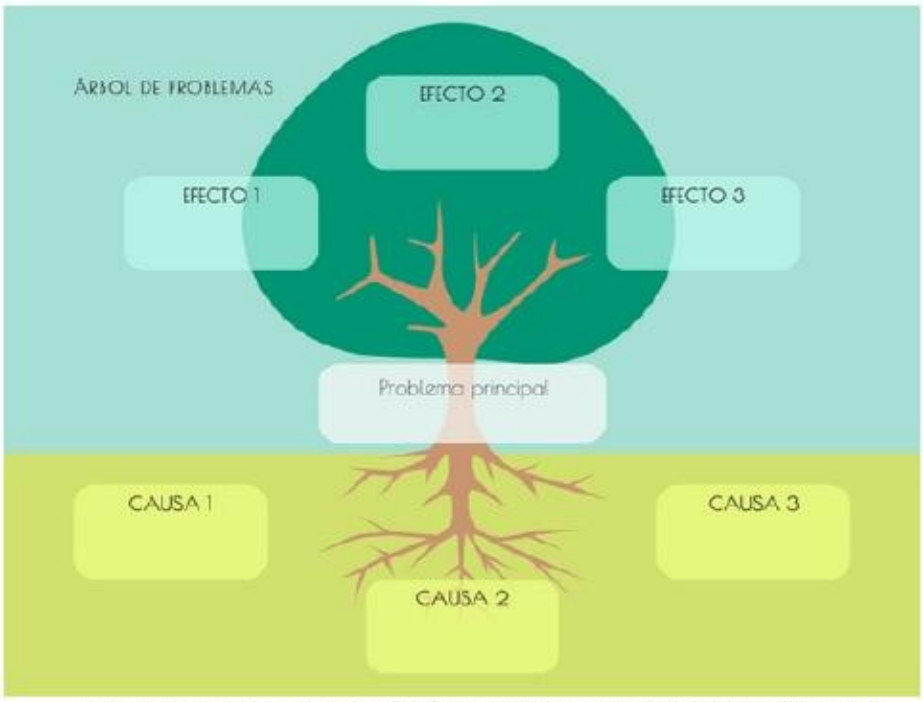
Paso 1: se ubica un espacio en el centro del mapa en donde se describirá el problema al final del proceso.

Paso 2: se identifican y se describen las causas que ocasionan el problema principal, también en caso de identificarse se escriben las causas secundarias relacionadas.

ETAPA 2 DEFINIR E INTERPRETAR

Paso 3: se identifican y describen los probables efectos de las causas que se describieron en el paso anterior, si se ubican relaciones se establecen algunos conectores.

Paso 4: teniendo en cuenta la información de los pasos anteriores se describe de manera clara el problema principal de los usuarios.



ARBOL DE PROBLEMAS FUENTE: PLANTILLAS LIBRES CANVA.COM

TAREA 3: DIGITALIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROCESO ETAPA DEFINIÓN EN EL METAVERSO (Se puede realizar extra clase dependiendo de las instrucciones del docente) TIEMPO ESTIMADO: 20 MINUTOS

Los integrantes del grupo consolidarán la información realizada en la etapa idear en imágenes para subirlas y continuar la construcción del metaverso creado.

Se deben subir al metaverso las siguientes imágenes:

Dependiendo de las instrucciones del docente los estudiantes compartirán los enlaces de los metaversos creados por los grupos al correo que se informe.

1. Una o varias imágenes con las preguntas y respuestas obtenidas en la actividad 1, con el mapa de contexto.

Algunas plantillas gratuitas se encuentran disponibles en:
https://www.canva.com/es_mx/graficas/plantillas/mapas-conceptuales/

2. Una imagen con el árbol de problemas creado en la actividad 2.

Algunas plantillas gratuitas se encuentran en :
https://www.canva.com/es_mx/plantillas/s/arbol/

ETAPA 3: IDEAR

OBJETIVOS

- Elaborar conceptos e ideas innovadoras que permitan solucionar el problema encontrado y cumpla las necesidades de los usuarios o clientes en determinado contexto.
- Generar diferentes ideas y conceptualizar sobre la solución al problema encontrado, teniendo en cuenta la información recogida y analizada en las fases anteriores.



Imágenes con licencia creative commons fuente https://pixabay.com/es/

TAREA 1: REALIZAR UNA LLUVIA DE IDEAS O BRAINSTORMING
TIEMPO ESTIMADO: 20 MINUTOS

PENSAR EN SOLUCIONES DE MANERA INDIVIDUAL

Si cuenta con gafas de realidad virtual observe el siguiente video y escriba porqué la tecnología mostrada es innovadora y resuelve un problema.

https://www.youtube.com/watch?v=JVNgD5FexkI

Titulo del video: Virtual Gateway NL - 360 VR video Artificial Intelligence (AI) in Automotive

Inicialmente cada uno de los integrantes del grupo tratará de pensar y escribir diferentes ideas que permitan solucionar el problema propuesto.

Para esta tarea se sugiere tener como referente preguntas orientadoras que involucren al usuarios o usuarios, sus necesidades, las causas del problema, el contexto, y los beneficios que se lograrían con las soluciones propuestas, teniendo en consideración la información obtenida en la fase anterior. Se sugiere visualizar inicialmente el árbol de problemas y el mapa de contexto diseñados previamente. Pero de igual forma hay que tener en cuenta los costos que la solución implica y los riesgos de la solución propuesta. Las ideas parten de respuestas a preguntas que deben tratar de pensar en lograr un cambio e innovación, algunos ejemplos del inicio de las preguntas son:

- ¿Qué podríamos sustituir para mejorar……?
- ¿Qué podemos modificar para ……?
- ¿Qué pasaría si combinamos …….y……..con el objetivo de……..?
- ¿Qué objeto o elemento podemos adaptar para ……..?
- ¿Qué podemos reordenar para……?
- ¿Qué podemos eliminar para……..?
- ¿Qué otros usos se le puede dar a …… para……..?

ETAPA 3: IDEAR

TAREA 2: ELABORACIÓN DEL BRAINSTORMING TIEMPO ESTIMADO: 30 MINUTOS

Después de tener diferentes ideas elaboradas de manera individual, el grupo procede a elaborar una lluvia de ideas o brainstorming de manera colectiva, donde cada persona escribirá las ideas propuestas, pero es posible que otros miembros complementen o mejoren las propuestas de otros compañeros. Al tiempo que se realiza la elaboración del brainstorming, quienes escriben sus ideas realizan una pequeña explicación de la propuesta.

El siguiente video puede servir como guía para la elaboración:

https://www.youtube.com/watch?v=07Vw8do5FOI&t=20s

Titulo del video: ¿Qué es y cómo hacer una "LLUVIA DE IDEAS / BRAINSTORMING"? Temporada 2 Tutorial 3



Imágenes con licencia creative commons fuente https://pixabay.com/es/

TAREA 3: SELECCIÓN DE LA IDEA O PROPUESTA VIABLE TIEMPO ESTIMADO: 20 MINUTOS

Después de la elaboración del brainstorming o lluvia de ideas, el grupo realizará la selección de las propuestas que posiblemente den una mejor solución al problema y sean viables de realizar, teniendo en cuenta tanto los costos, como los requerimientos en cuanto a la elaboración en tiempo, conocimientos y disponibilidad de recursos. Para esto inicialmente se seleccionarán dos o tres propuestas para que sean explicadas en mayor detalle por quienes la propusieron.

Posteriormente los miembros del equipo realizan una evaluación teniendo en cuenta diferentes criterios, entre los cuales se pueden considerar los siguientes. Las calificaciones de las propuestas van desde 1 hasta 5, en donde 5 equivale al cumplimiento completo del criterio propuesto.

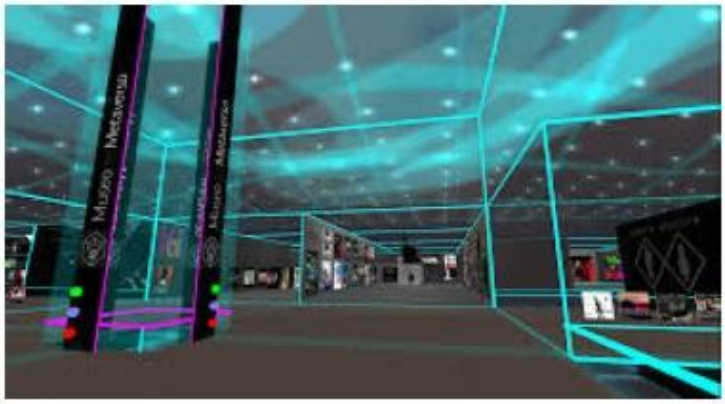
ETAPA 3: IDEAR

PROPUESTAS PRESENTADAS	La propuesta permite la solución del problema	La propuesta es innovadora	La propuesta es posible de realizar teniendo en cuenta recursos y	Viabilidad económica	Total
Propuesta 1					
Propuesta 2					
Propuesta 3					

Se selecciona la propuesta con un mayor puntaje teniendo en cuenta la solución a un problema, innovación y viabilidad de realización.

TAREA 4 DISEÑO DE EXPOSICIÓN EL METAVERSO ETAPA IDEAR TIEMPO ESTIMADO: 20 MINUTOS

Con los archivos tanto en imágenes o videos, los estudiantes continuarán la construcción de la exposición del proceso de diseño en el metaverso para la etapa ideación, subiendo al diseño del metaverso del grupo las diferentes imágenes creadas en esta etapa. Una alternativa es utilizar una sala del espacio del metaverso para ilustrar la etapa de ideación con los aportes tanto individuales como grupales.



Imágenes con licencia creative commons fuente https://pixabay.com/es/

ETAPA 4 PROTOTIPAR

OBJETIVOS

- Construir prototipos de baja calidad o virtuales para comunicar las ideas y propuestas entre el grupo, los usuarios y otras personas que puedan ayudar a mejorar las propuestas.
- Realizar pruebas o test sencillos de las propuestas con los usuarios, que permiten observar cómo los usuarios interactúan con la solución, antes de realizar los prototipos finales.
- Validar las ideas o soluciones de forma rápida para recibir feedback o retroalimentación de los usuarios.

TAREA 1: REALIZAR PROTOTIPOS VIRTUALES TIEMPO ESTIMADO: 50 MINUTOS

Se busca construir modelos que conviertan ideas en elementos mas reales y tangibles, para iterar o repetir la elaboración de modelos que permitan evidenciar diferentes aspectos del servicio o producto que se planteo inicialmente como una idea de solución al problema.

En un comienzo los prototipos se deben construir de manera rápida y económica para poder iterar o mejorar la propuesta rápidamente.

La elaboración de los prototipos debe responder a conceptos con relación a elementos como: utilidad, deseabilidad, facilidad de uso y viabilidad, con la información disponible en las etapas anteriores.

Para elaborar los prototipos se puede partir de respuestas a preguntas como

¿Para qué estamos prototipando esto?

¿Qué es lo que queremos saber?

¿Qué buscamos demostrar?

¿Qué se pretende descubrir?

Para la realización de esta etapa el siguiente video puede observarse opcionalmente como una referencia:

https://www.youtube.com/watch?v=khN4JGmmelE

Titulo del video: Design Thinking "FASE 4 - PROTOTIPAR" Temp 3 Ep 6

Se debe realizar la construcción de tres modelos virtuales del producto o servicio inicialmente en imágenes para después realizar prototipos en tres dimensiones, si bien la construcción inicial puede ser de baja fidelidad con pocos detalles, la idea es realizar otros prototipos en donde se mejora la propuesta se incluyan mas detalles y características.

Mientras se realizan los prototipos de los diseños se deben tener en cuenta las siguientes preguntas:

¿Qué se piensa evaluar cuando el prototipo esté terminado?

¿Qué tipo de comportamiento se espera por parte de los usuarios?

ETAPA 4 PROTOTIPAR

Se recomienda realizar el diseño comenzando con imágenes para posteriormente después de tener modelos cercanos a lo que se busca pasar a realizar modelos en 3D para poder ajustar detalles y características. Es importante recordar que el diseño puede ir cambiando o mejorando y que debe tener en cuenta los requerimientos de los usuarios, sus necesidades y el contexto en donde se va a utilizar.

Para realizar los prototipos en imágenes y modelos 3D, se pueden utilizar herramientas de inteligencia artificial.

Para la creación de modelos virtuales con inteligencia artificial observe el siguiente video de guía:

https://www.youtube.com/watch?v=rJFeANedUXs

Titulo del video: Crear modelos 3d con Inteligencia Artificial nunca fue tan FACIL!! tutorial

Entre las herramientas para la creación de modelos en imágenes se encuentran:

Para crear las imágenes Leonardo ia: https://leonardo.ai/

Para crear los modelos en 3D : https://hyperhuman.deemos.com/rodin

Para visualizar los modelos en 3D: https://imagetostl.com/es/ver-fbx-en-linea

Para evaluar los prototipos se pueden tener en cuenta una lista de chequeo con las características que debería cumplir el prototipo propuesto.

El prototipo le da forma a las ideas o conceptos planteados	SI	NO
El prototipo permite mostrar la idea por sí solo		
El prototipo permite experimentar o realizar pruebas con él		
El prototipo responde a lo que es relevante para los usuarios		
El prototipo se puede validar con terceros		
El prototipo permite obtener retroalimentación de los usuarios		
El prototipo permite comprender que funciona y qué no		
El prototipo permite mostrar lo que se puede hacer		
El prototipo se puede evaluar rápidamente		

ETAPA 4 PROTOTIPAR

El prototipo se puede compartir con los usuarios o el publico		
El prototipo se puede construir teniendo en cuenta los tiempos y los recursos humanos, tecnológicos y humanos disponibles		

Si bien es posible que no todas las casillas se logren cumplir se debe tratar de repetir los modelos buscando cumplir la mayor cantidad de elementos.

TAREA 2: DISEÑO DE EXPOSICIÓN DE EL METAVERSO ETAPA PROTOTIPAR

TIEMPO ESTIMADO: 15 MINUTOS

Con los archivos tanto en imágenes o videos, los estudiantes continuarán la construcción de la exposición del proceso de diseño en el metaverso para la etapa prototipado, subiendo al diseño del metaverso el grupo de las diferentes imágenes y modelos creados en esta etapa. Una alternativa es utilizar una sala del espacio del metaverso para ilustrar la etapa de prototipar con los aportes tanto individuales como grupales.



Imágenes con licencia creative commons fuente https://pixabay.com/es/

ETAPA 5 EVALUAR

OBJETIVOS

- Probar los prototipos elaborados por parte de los usuarios en el mundo real o virtual.
- Recibir retroalimentación de los usuarios sobre los prototipos diseñados, para observar problemas y proponer mejores soluciones.
- Mejorar los prototipos de las soluciones propuestas para dar respuesta de mejor forma al problema encontrado y a los requerimientos de los usuarios.

TAREA 1: REVISIÓN DE LOS USUARIOS DE LOS MODELOS VIRTUALES TIEMPO ESTIMADO: 20 MINUTOS

Es útil mostrar los prototipos a los usuarios para observar su percepción con respecto a las propuestas.
Para esta actividad se sugiere que los usuarios puedan observar los modelos 3D o prototipos en 3D creados en la etapa anterior.
Se debe tomar nota de las observaciones de los usuarios para iterar o repetir los diseños propuestos con el objetivo de mejorarlos. Para visualizar mejor la retroalimentación de los usuarios se puede elaborar una tabla receptora.

¿QUE ESTÁ BIEN DEL PROTOTIPO?	¿CUALES SON LAS CRITICAS RECIBIDAS DEL PROTOTIPO?
¿CUALES SON LAS DUDAS QUE SE TIENEN?	¿CUALES SON LAS NUEVAS IDEAS QUE SE TIENEN?

TAREA 2: ITERACIÓN PARA MEJORAR LA PROPUESTA TIEMPO ESTIMADO: 30 MINUTOS

En esta actividad teniendo en cuenta la información recibida en la tabla receptora se realizan cambios en los prototipos tanto en imágenes como en modelos en 3D con el fin de ajustar la propuesta a las necesidades de los usuarios, teniendo en cuenta la retroalimentación recibida. El proceso se puede repetir varias veces en caso de ser necesario.

TAREA 3: REALIZAR PROTOTIPOS CON ELEMENTOS FISICOS TIEMPO ESTIMADO: 1.30 HORAS - ACTIVIDAD OPCIONAL DEPENDIENDO LOS TIEMPOS Y LINEAMIENTOS DEL DOCENTE

Después de tener un prototipo diseñado en el metaverso en imágenes y 3D que cumple con los requerimientos planteados en las fases de definición e ideación, se busca realizar un modelo físico que se acerque a las características que se establecieron en la fase anterior, para esto se pueden utilizar materiales de bajo costo como elementos reciclados, papel, cartón y similares.

Este modelo puede ser revisado por los usuarios para evaluar su funcionamiento y en caso de ser necesario de nuevo realizar cambios y ajustes para que logre dar respuesta a las necesidades planteadas en las fases anteriores.

TAREA 4: DISEÑO DE EXPOSICIÓN EL METAVERSO ETAPA EVALUAR

Con los archivos tanto en imágenes o videos, los estudiantes continuarán la construcción de la exposición del proceso de diseño en el metaverso para la etapa evaluación, subiendo al diseño del metaverso del grupo los diferentes prototipos virtuales y físicos, además de la tabla receptora creados en esta etapa. Una alternativa es utilizar una sala del espacio del metaverso para ilustrar la etapa de evaluación incluyendo fotos e imágenes de los prototipos, así como la retroalimentación de los usuarios.

TAREA 5: PRESENTAR Y SOCIALIZAR LA PROPUESTA TIEMPO ESTIMADO: 30 MINUTOS

Finalmente, el grupo de trabajo buscará dar a conocer su propuesta tanto a los docentes, usuarios, como a los demás grupos, para esta actividad se recomienda socializar tanto el metaverso diseñado en todo el proceso de diseño como los prototipos elaborados. En la medida de lo posible el metaverso de puede visualizar con las gafas de realidad virtual para observar la exposición del proceso de diseño.



Imágenes con licencia creative commons fuente https://pixabay.com/es/

Propuesta didáctica pensamiento de diseño

Las imágenes incluidas en esta propuesta didáctica cuentan con licencia de uso Creative Commons

BIBLIOGRAFIA

Abad, M. (2013). La cultura de los prototipos. Yorokobu. Recuperado en: https://www.yorokobu.es/culturaprototipos/

Ahearn, A. (2017). Beyond Design Thinking: Why Education Entrepreneurs Need to Think in Systems. EDSurge. Dec 22, 2017 Recuperado en: https://www.edsurge.com/news/2017-12-22-beyond-design-thinking-why-education-entrepreneurs-need-to-think-in-systems

Akoun, A., y otros. (2019). Sketchnoting. Pensamiento visual para ordenar ideas y fomentar la creatividad. Ed. Gustavo Gili. Barcelona

Battele for Kid. 21's Frameworks for 21st Century Learning. Disponible en: https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources

Biggs, J. (2005). Calidad del aprendizaje universitario. Madrid: Narcea.

Brown, T. (2008) Design Thinking. Harvard Business Review. Recuperado en: https://www.ideo.com/post/design-thinking-in-harvard-business-review

Brown, T. (2020). Design for change. 1ª edic. revisada, Marzo 2020, Ediciones Urano, Madrid

Cantón Correa, J. (2016). ¿Qué es el pensamiento visual?. Medialab, Universidad de Granada

Davis, A. et al. (2014) Future Work Skills, 2020. Institute for Future for the University of Phoenix Research Institute. Disponible en http://www.iftf.org/futureworkskills/

Dorts, K. (2017). Innovación y metodología. Nuevas formas de pensar y diseñar. Experimenta Ed., Madrid

Gasca, J. y Zaragoza, R. (2019). DesingPedia. 80 herramientas para construir tus ideas. 4ª edición, LID Editorial Empresarial, Madrid

Goldberg, D.E., y Somerville, M. (2014). A Whole New Engineer. Douglas, ThreeJoy Associates, Inc.

Jaspers, T. (2018). Cambiar el mundo con Design Thinking ¬ Making. En Creatividad en acción. Revista Entera 2.0. Asociación Espiral y Tecnología, revista Digital, Nº 6, Barcelona, paginas 140 a 152. Disponible en https://ciberespiral.org/es/prensa-y-multimedia/descargas

Kelly, R. (2016) Creative Development: Transforming Education through Design Thinking, Brush Education Inc.

Liedka, J., Ogilvie, T. (2011). Designing for Growth: A Design Thinking Tool Kit for Managers. Columbia Business School Publishing

Liedka, J. et al. (2013). Solving Problems with Design Thinking: Ten Stories of What Works. Columbia Business School Publishing

Anexo 4: Aval Comité de ética Universidad Santo Tomas



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
SEDE PRINCIPAL BOGOTÁ

EL COMITÉ DE ÉTICA, BIOÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN EN LA SEDE PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, BOGOTÁ

CONCEPTUA:

Que previo análisis de la información aportada por el estudiante doctorando en educación, Jimmy Raul Rocha Valbuena, el Comité de Ética, Bioética e Integridad Científica de la Investigación (CEBIC) en la sesión del 26 de septiembre de 2024 emite concepto **APROBADO** al proyecto de investigación: "Diálogos entre la realidad virtual y las experiencias materiales para favorecer el pensamiento de diseño", presentado por segunda vez. Se hace constar en el Acta No. 19 de 2024.

Esta aprobación implica que se reconoce en la propuesta de investigación el cumplimiento de los principales aspectos éticos regulados por la ley colombiana o ratificados por ésta.

El presente Concepto se expide el 10 de octubre de 2024.

LINA MARÍA FONSECA ORTIZ
Delegada para la presidencia de la Sesión
Y profesional en Psicología

JESÚS MARÍA VARELA MILLAN
Secretario del CEBIC

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704

Anexo 5: certificaciones de validación de instrumentos por expertos

Primer Experto

Asunto: carta de revisión de instrumentos de investigación

Por medio de la presente yo _Dr. Juan Carlos Valdés Godínes identificado con documento _Título profesional (anexo) de manera atenta informo que:

1. Se ha realizado el proceso de validación de los instrumentos propuestos en el trabajo de investigación titulado: "Diálogos entre la realidad virtual y las experiencias materiales para favorecer el pensamiento de diseño". Que adelanta el señor Jimmy Raúl Rocha Valbuena con cedula de la ciudadanía Nº 80233792 en calidad de estudiante del Doctorado en Educación de la Universidad Santo Tomás.

2. Se realizaron las observaciones que se consideraron pertinentes para su ajuste y aprobación de los instrumentos elaborados en el proyecto de investigación.

Cordialmente,



Nombre: Juan Carlos Valdés Godínes
Perfil académico: Dr. En pedagogía

Correo: jvaldes@gmail.com

Segundo experto

Bogotá, D.C, septiembre 6 de 2024

Señores:
DOCTORADO EN EDUCACIÓN
Universidad Santo Tomás
Bogotá

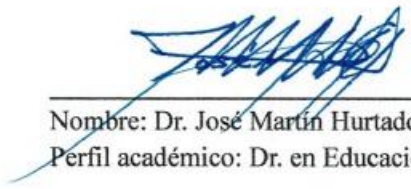
Asunto: carta de revisión de instrumentos de investigación

Por medio de la presente yo, Dr. José Martín Hurtado Galves, identificado con documento HRGLMR62092122H200 (INE), de manera atenta informo que:

1. Se ha realizado el proceso de validación de los instrumentos propuestos en el trabajo de investigación titulado: "Diálogos entre la realidad virtual y las experiencias materiales para favorecer el pensamiento de diseño". Que adelanta el señor Jimmy Raúl Rocha Valbuena con cedula de la ciudadanía N° 80233792 en calidad de estudiante del Doctorado en Educación de la Universidad Santo Tomás.

2. Se realizaron las observaciones que se consideraron pertinentes para su ajuste y aprobación de los instrumentos elaborados en el proyecto de investigación.

Cordialmente,



Nombre: Dr. José Martín Hurtado Galves
Perfil académico: Dr. en Educación

Correo: mhurtadomx@yahoo.com.mx

Tercer experto

Bogotá, D.C, agosto 20 de 2024

Señores:
DOCTORADO EN EDUCACIÓN
Universidad Santo Tomás
Bogotá

Asunto: carta de revisión de instrumentos de investigación

Por medio de la presente yo Raúl Bustos González identificado con documento 11.815.383-9 de manera atenta informo que:

1. Se ha realizado el proceso de validación de los instrumentos propuestos en el trabajo de investigación titulado: "Diálogos entre la realidad virtual y las experiencias materiales para favorecer el pensamiento de diseño". Que adelanta el señor Jimmy Raúl Rocha Valbuena con cedula de la ciudadanía Nº 80233792 en calidad de estudiante del Doctorado en Educación de la Universidad Santo Tomás.

2. Se realizaron las observaciones pertinentes para su ajuste y se dio aprobación a los instrumentos propuestos en el proyecto de investigación.

Cordialmente,



_____
Nombre: Raúl Antonio Bustos González
Perfil académico: Profesor Asociado Universidad de Tarapacá

Correo:rbgonzalez@academicos.uta.cl

Cuarto experto

Bogotá, D.C, agosto 29 de 2024

Señores:
DOCTORADO EN EDUCACIÓN
Universidad Santo Tomás
Bogotá

Asunto: carta de revisión de instrumentos de investigación

Por medio de la presente yo Sonia Yaneth López Ríos, identificada con documento 43883545 de manera atenta informo que:

1. Se ha realizado el proceso de validación de los instrumentos propuestos en el trabajo de investigación titulado: "Diálogos entre la realidad virtual y las experiencias materiales para favorecer el pensamiento de diseño". Que adelanta el señor Jimmy Raúl Rocha Valbuena con cédula de la ciudadanía N° 80233792 en calidad de estudiante del Doctorado en Educación de la Universidad Santo Tomás.

2. Se realizaron las observaciones que se consideraron pertinentes para su ajuste y aprobación de los instrumentos elaborados en el proyecto de investigación.

Cordialmente,

Sonia López Ríos

Nombre: Sonia Yaneth López Ríos
Perfil académico: Profesora Titular Universidad de Antioquia

Correo: sonia.lopez@udea.edu.co