
FERNANDO PALMA FANJUL 

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN

Y DISEÑO

DEPARTAMENTO DE ARTE Y TECNOLOGÍAS

DEL DISEÑO

CONCEPCIÓN, CHILE

FRPALMA@UBIOBIO.CL

GABRIEL CERECEDA BÁLIC 

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN

Y DISEÑO

DEPARTAMENTO DE ARTE Y TECNOLOGÍAS

DEL DISEÑO

CONCEPCIÓN, CHILE

Boceto inmersivo: Impacto en la formación en diseño de estudiantes nativo-digitales

Immersive Sketch: Impact on Design Education of Digital Native Students

Resumen. Este artículo tiene por objetivo exponer y analizar críticamente los principales hallazgos de una investigación que examina el impacto de herramientas de realidad virtual (RV), como el software Gravity Sketch y los visores MetaQuest, en la educación del diseño de productos, con especial atención en la reducción del fenómeno de la inhibición al boceto análogo entre estudiantes nativos digitales. Se desarrolló un experimento en el que un grupo de estudiantes empleó estas tecnologías en la elaboración de propuestas formales de diseño, con el objetivo de explorar tanto el potencial de las herramientas como el desempeño de los estudiantes en las etapas iniciales de búsqueda y desarrollo formal. Se utilizó un enfoque metodológico mixto que combinó revisión bibliográfica, análisis del caso del ArtCenter College of Design y entrevistas semiestructuradas con la totalidad de los estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad del Bío-Bío que participaron en el experimento de boceto inmersivo. Los resultados indican que los entornos virtuales promueven la experimentación, aceleran los procesos de iteración y reducen la ansiedad asociada al boceto tradicional, incorporando el error como parte del aprendizaje. No obstante, se identificaron limitaciones en cuanto a precisión técnica y ergonomía, lo que sugiere posibles riesgos para el desarrollo de habilidades manuales. A partir de estos hallazgos, se propone un modelo que integre métodos tradicionales y digitales.

Palabras clave: boceto inmersivo, desarrollo formal, educación del diseño, inhibición al boceto, innovación pedagógica

Abstract. This article aims to present and critically analyze the main findings of a research project that examines the impact of virtual reality (VR) tools —specifically, Gravity Sketch software and MetaQuest headsets— on product design education, with particular focus on reducing analog sketching inhibition among digital-native students. An experiment was conducted in which a group of students used these technologies to develop formal design proposals, in order to explore both the potential of the tools and student performance during the initial stages of ideation and formal development. A mixed-methods approach was employed, combining a literature review, analysis of the ArtCenter College of Design case, and semi-structured interviews with all Industrial Design students from the Universidad del Bío-Bío who participated in the immersive sketching experiment. The results indicate that virtual environments foster experimentation, accelerate iteration processes, and reduce the anxiety commonly associated with traditional sketching by incorporating error as an integral part of the learning process. However, limitations were identified in terms of technical precision and ergonomics, suggesting potential risks for the development of manual skills. Based on these findings, a model is proposed that integrates both traditional and digital methods. *Keywords:* immersive sketching, shape development, design education, sketing inhibition, pedagogical innovation

Fecha de recepción: 09/05/2025

Fecha de aceptación: 10/06/2025

Cómo citar: Palma Fanjul, F., & Cereceda Bálic, G. (2025). Boceto inmersivo: Impacto en la formación en diseño de estudiantes nativo-digitales. *RChD: creación y pensamiento*, 10(18), 1-21. <https://doi.org/10.5354/0719-837X.2025.78845>

RChD: creación y pensamiento

Universidad de Chile

2025, 10(18).

<http://rchd.uchile.cl>

Introducción

La transformación digital ha redefinido los procesos creativos y educativos en el diseño de productos, introduciendo en los últimos años herramientas de realidad virtual (RV) como el software Gravity Sketch (Gravity Sketch, 2025) y dispositivos inmersivos como los visores Meta Quest (antes, Oculus) de la empresa Meta (Meta Quest, 2025). Estas tecnologías permiten explorar trazos, líneas y formas tridimensionales en entornos virtuales, superando las limitaciones bidimensionales del tradicional boceto análogo en papel y abriendo nuevas posibilidades para la conceptualización y desarrollo formal, etapa fundamental en el diseño de productos. Sin embargo, este avance tecnológico coincide con un desafío pedagógico significativo: la inhibición al boceto, un fenómeno descrito por Dorta et al. (2008) como la ansiedad o bloqueo que experimentan los estudiantes al intentar plasmar ideas manualmente. Este problema se manifiesta con especial intensidad entre los nativos digitales, término acuñado por Prensky (2001) para designar a quienes han crecido inmersos en entornos tecnológicos, y plantea interrogantes sobre cómo las herramientas digitales pueden integrarse en la educación del diseño sin comprometer sus fundamentos tradicionales.

El presente artículo tiene por objetivo exponer y analizar críticamente los principales hallazgos de esta investigación, trascendiendo el reporte empírico, para proponer reflexiones disciplinares sobre las implicaciones pedagógicas y epistemológicas de la integración de estas tecnologías en la formación del diseño y contribuir al debate disciplinar contemporáneo. La investigación surge en el contexto de la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad del Bío-Bío, donde se implementó un Laboratorio de Diseño Inmersivo como parte de este proyecto. En este laboratorio, un grupo de estudiantes de Taller de Título de la carrera de Diseño Industrial experimentó con el software Gravity Sketch y visores de RV durante una serie de sesiones, explorando su potencial para el desarrollo formal de sus propuestas de diseño, precisamente en la etapa de búsqueda, maduración y definición formal. Las percepciones de estos estudiantes, recopiladas mediante entrevistas semiestructuradas realizadas el 10 de mayo de 2023, constituyen el núcleo empírico del estudio y ofrecen una perspectiva directa sobre los beneficios y limitaciones de esta tecnología. La transcripción *verbatim* de la entrevista se documentó en un *blog* creado para este fin (Palma y Cereceda, 2023).

2

Para enriquecer el análisis, se examinó un caso de referencia internacional: la colaboración entre el ArtCenter College of Design y la marca Jeep de Stellantis, donde estudiantes utilizaron el software Gravity Sketch durante 14 semanas para desarrollar conceptos para un futuro Jeep Wrangler. Este caso, documentado por ArtCenter College of Design (2022), proporciona un punto de comparación valioso, ya que permite contrastar las experiencias locales con un contexto de vanguardia.

El diseño de productos, como disciplina, depende de la capacidad de los estudiantes para traducir ideas abstractas en formas concretas, un proceso que históricamente ha descansado en el boceto manual como

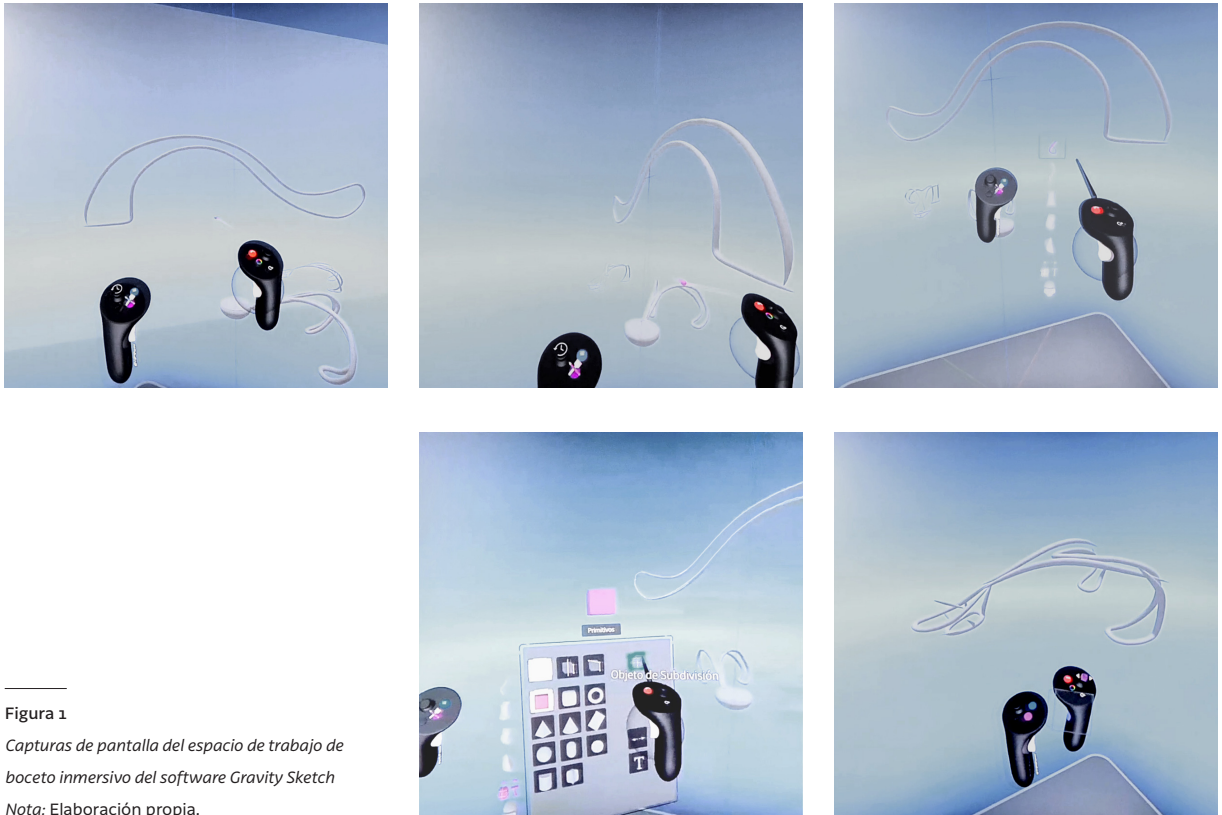


Figura 1

Capturas de pantalla del espacio de trabajo de boceto inmersivo del software Gravity Sketch

Nota: Elaboración propia.

3

herramienta cognitiva y expresiva (Goldschmidt, 1991). Sin embargo, la creciente digitalización de la educación y la práctica profesional exige una reevaluación de estos métodos. La RV promete romper barreras emocionales y cognitivas asociadas al boceto, pero también plantea riesgos, como la posible erosión de habilidades manuales esenciales (Lawson, 2012). Este estudio busca contribuir al debate académico sobre la innovación pedagógica en diseño, ofreciendo evidencia empírica y una propuesta práctica que equilibre creatividad, tecnología y tradición. De este modo, se adopta un enfoque interpretativo que, partiendo de los datos empíricos obtenidos, busca generar reflexiones teóricas sobre las transformaciones pedagógicas en el diseño industrial, las implicaciones epistemológicas del boceto inmersivo y las tensiones entre tradición e innovación en la formación disciplinar (Figura 1).

Hipótesis

La integración de herramientas de RV como Gravity Sketch en la formación en diseño de productos reduce la inhibición al boceto manifestada por estudiantes nativos digitales y potencia su creatividad y capacidad de iteración en el desarrollo formal de propuestas, siempre que se combine con metodologías tradicionales que garanticen el rigor técnico.

Preguntas de investigación

¿Cómo influye el uso de procesos de boceto inmersivo en la reducción de la inhibición al boceto en estudiantes de diseño de productos?

¿De qué forma la integración de entornos virtuales impacta el proceso creativo y la iteración en el diseño?

¿Cuáles son las ventajas y limitaciones percibidas por los estudiantes al utilizar herramientas de realidad virtual comparadas con métodos tradicionales?

Objetivos de la investigación

General

- Evaluar el impacto del uso de herramientas del boceto inmersivo en la reducción de la inhibición al boceto y en la estimulación de la creatividad en estudiantes de diseño de productos.

Específicos

- Examinar las percepciones en las experiencias de los estudiantes en la práctica del boceto inmersivo, con especial atención al fenómeno de la inhibición al boceto.
- Contrastar los hallazgos empíricos con aportes teóricos actuales provenientes de la literatura en diseño, pedagogía y psicología.
- Proponer argumentos para un modelo que integre metodologías digitales con la finalidad de optimizar la formación en diseño.

4

Marco teórico

El diseño de productos ha dependido tradicionalmente del boceto como una herramienta fundamental para la ideación, generación, exploración y comunicación de ideas. Goldschmidt (1991) describe el boceto como un proceso dialéctico que no solo representa conceptos, sino que también los transforma a través del pensamiento visual. Schön y Wiggins (1992) amplían esta noción al proponer que el acto de bocetar establece un diálogo reflexivo entre el diseñador y su representación, permitiendo ajustes iterativos que enriquecen el proceso creativo. Este enfoque subraya la importancia del boceto como un medio de exploración y aprendizaje, más allá de su función como simple registro gráfico.

Sin embargo, en el contexto actual, los estudiantes nativos digitales enfrentan dificultades para adoptar este método tradicional. Dorta et al. (2008), en un estudio publicado en *Design Studies*, identifican la inhibición al boceto como un fenómeno caracterizado por la ansiedad o el bloqueo al intentar plasmar ideas en papel, y lo atribuyen a factores como la falta de confianza en habilidades manuales y el temor al error. Prensky (2001) argumenta que esta generación, inmersa en entornos digitales desde la infancia, desarrolla preferencias por interfaces que ofrecen corrección inmediata y resultados predecibles, lo que contrasta profundamente con la naturaleza del dibujo manual y los instrumentos y materiales que se emplean para realizarlo, el miedo a la hoja en blanco, la desconfianza

ante el error que permanece y se presenta. Si bien Prensky (2001) acuñó el término *nativos digitales*, estudios más recientes, como por ejemplo los de Kirschner y De Bruyckere (2017), han cuestionado esta categorización binaria, argumentando que las habilidades y el perfil tecnológico no es uniforme entre generaciones. Gallardo-Echenique et al. (2015) nos dicen que los jóvenes actuales presentan perfiles tecnológicos heterogéneos, caracterizados por el consumo de contenido de alta velocidad (TikTok), la gratificación inmediata algorítmica y formas de interacción digital más complejas que las inicialmente teorizadas por Prensky; razones por las que tal vez las generaciones que en la actualidad están en la educación superior no se relacionan con las tareas puramente análogas de manera fluida. Kavakli y Gero (2001) observan que muchos estudiantes saltan directamente al modelado 3D digital, evitando etapas iniciales de exploración manual, lo que puede limitar su capacidad para iterar de manera espontánea. Bilda y Gero (2005) añaden que esta dependencia de herramientas digitales puede sobrecargar la memoria visuoespacial, consistente en la habilidad de recordar y manipular información visual sobre la posición y relación de los objetos en el espacio, lo que afecta negativamente el proceso creativo de este tipo de diseñadores.

La irrupción de la RV en la educación del diseño introduce una dimensión nueva y prometedora. Es destacable que herramientas como Gravity Sketch permitan explorar líneas tridimensionales de manera intuitiva, eliminando las barreras dimensionales del papel y facilitando la visualización en escala real o la más conveniente según cada proyecto. La RV agiliza la iteración en tiempo real, ya que permite ajustar volúmenes y proporciones sobre la marcha. Desde una perspectiva pedagógica, Kolb (2014) argumenta que el aprendizaje experiencial, basado en la interacción directa con el entorno, fortalece la construcción de conocimiento, un principio que se puede vincular a la reducción de la ansiedad al boceto mediante interfaces inmersivas que son más cercanas a sus modelos de relación. De este modo, los entornos virtuales pueden disminuir el estrés asociado al error al ofrecer un espacio donde las correcciones son inmediatas y sin consecuencias permanentes.

5

A pesar de estas ventajas, la integración de la RV plantea tensiones significativas. Lawson (2012) advierte que una dependencia excesiva de herramientas digitales podría debilitar habilidades manuales esenciales, como el control fino del trazo y la sensibilidad táctil, que históricamente han sido pilares del diseño. El boceto manual, en su naturaleza y sus tiempos, fomenta una formulación y comprensión profunda de las proporciones y la materialidad, competencias que podrían erosionarse si se priorizan interfaces digitales. Oxman (2006), en *Design Studies*, reflexiona sobre cómo las herramientas digitales reconfiguran las epistemologías del diseño, tradicionalmente ancladas en el dibujo físico, y plantea la necesidad de evaluar su impacto a largo plazo.

La presente investigación se sitúa en la tensión epistemológica entre dos paradigmas: la visualización como representación o la visualización como experiencia vivencial. Mientras el boceto tradicional opera como representación externa del pensamiento interno (Goldschmidt, 1991), la RV

propone una experiencia vivencial inmersiva que reconfigura la relación sujeto-objeto de diseño. Simultáneamente, emerge la tensión entre el error como fallo técnico —tradicionalmente evitado en el boceto formal— versus el error como motor creativo, donde la RV permite *fallar rápido* sin consecuencias permanentes, transformando epistemológicamente el valor del error en el proceso proyectual. Además, Gonçalves et al. (2016, como se citó en Chai et al., 2023) identifican desafíos de accesibilidad y equidad, señalando que no todas las instituciones educativas cuentan con los recursos para implementar tecnologías inmersivas, lo que podría ampliar las brechas en la formación.

La investigación en RV educativa ha demostrado su eficacia en múltiples contextos. Freina y Ott (2015) documentaron cómo los entornos virtuales inmersivos mejoran la retención de conocimientos y la motivación estudiantil. Por su parte, Merchant et al. (2014) realizaron un metaanálisis que confirma los beneficios significativos de la RV en el aprendizaje, especialmente en áreas que requieren visualización espacial. Estos hallazgos son respaldados por Jensen y Konradsen (2018), quienes identificaron que la RV es particularmente efectiva cuando se combina con metodologías pedagógicas activas.

Este marco teórico posiciona al boceto inmersivo en un debate: por un lado, ofrece un medio para superar la inhibición al boceto y potenciar la creatividad en estudiantes nativos digitales; por el otro, exige una integración cuidadosa con métodos tradicionales para preservar las competencias fundamentales del diseño. La literatura sugiere que el éxito de la RV en la educación depende de su capacidad para complementar, más que reemplazar, las prácticas establecidas, un desafío que esta investigación aborda mediante evidencia empírica y análisis comparativo.

6

Asimismo, el estudio de la inhibición al boceto en estudiantes nativos digitales y el impacto del boceto inmersivo en la educación del diseño requiere una aproximación multidisciplinaria que considere aspectos cognitivos, pedagógicos y tecnológicos. Si bien la RV representa una oportunidad para mitigar la ansiedad asociada al boceto y fomentar la experimentación en entornos tridimensionales, su implementación debe complementarse con estrategias que fortalezcan el pensamiento visual y la iteración creativa desde una perspectiva integral.

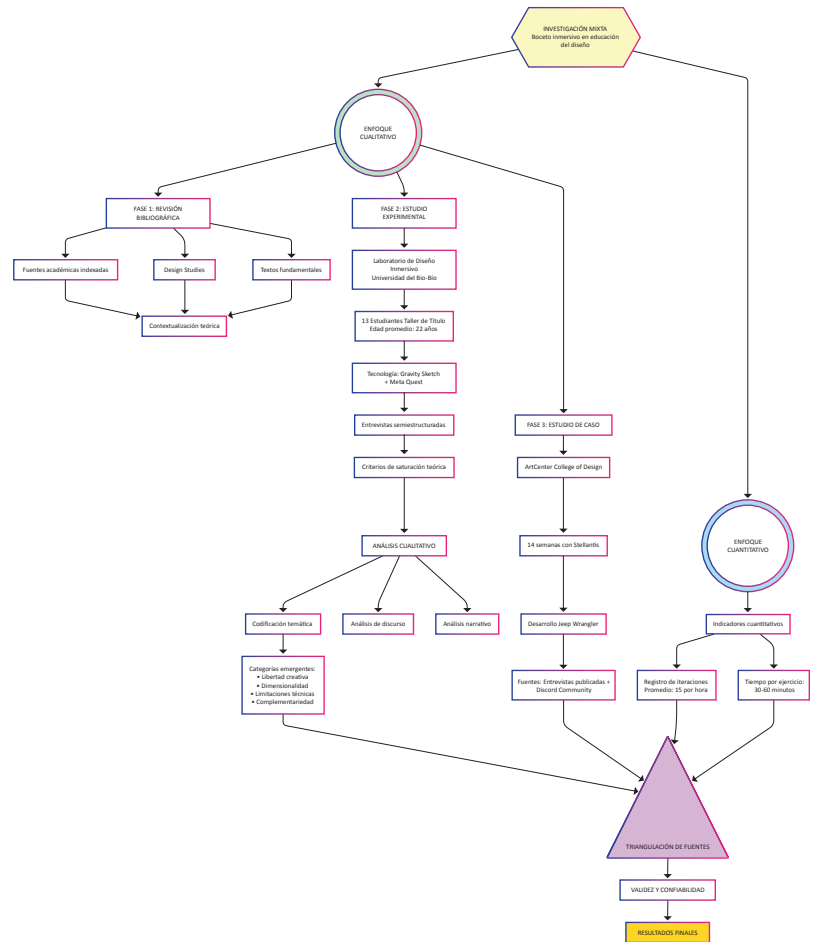
Metodología

La investigación adoptó un enfoque mixto que combinó métodos cualitativos y cuantitativos para analizar el impacto del boceto inmersivo en la educación del diseño. Este proyecto se estructuró en tres fases principales, cada una planificada para abordar aspectos específicos del problema de estudio. La elección del enfoque mixto responde a la necesidad de capturar tanto las dimensiones cuantificables del fenómeno (número de iteraciones, tiempo de uso) como las experiencias subjetivas y emocionales que constituyen el núcleo de la inhibición al boceto. Esta aproximación metodológica se alinea con los principios de la investigación

Figura 2

Diagrama del proceso metodológico

Nota: Elaboración propia.



7

en diseño propuestos por Cross (2007), ya que la complejidad del fenómeno creativo exige múltiples enfoques (Figura 2).

La primera fase consistió en una revisión bibliográfica exhaustiva de fuentes académicas sobre la inhibición al boceto, el uso de RV en procesos creativos y la pedagogía del diseño. Se consultaron publicaciones indexadas como *Design Studies* (Kavakli y Gero, 2001; Bilda y Gero, 2005; Dorta et al., 2008), así como textos fundamentales de autores como Kolb (2014) y Cross (2011). Esta revisión permitió contextualizar teóricamente los conceptos clave y establecer una base sólida para los hallazgos empíricos.

La segunda fase, núcleo experimental del estudio, se desarrolló en el Laboratorio de Diseño Inmersivo de la Escuela de Diseño de la Universidad del Bío-Bío. Un grupo de 13 estudiantes de Taller de Título, que representa el 33% de dicha asignatura, participaron en cuatro sesiones con el software Gravity Sketch y los visores de RV Meta Quest explorando el desarrollo formal de sus proyectos de título. Estos 13 participantes, con un promedio de edad de 22 años, reportaron un uso diario de dispositivos digitales superior a 8 horas, con experiencia previa en software CAD o CAM (Autocad, SolidWorks),

pero limitada exposición a entornos de RV. El 66,7% manifestó preferencia por herramientas digitales por sobre las analógicas para tareas creativas, mientras que el 44,4% reportó ansiedad inicial al boceto análogo. Todos poseían smartphones y utilizaban aplicaciones de diseño móvil regularmente, lo que confirmó su perfil como usuarios tecnológicos avanzados. En esta realidad, la selección de la muestra de estudiantes incluyó distintos niveles (altos, medios y bajos) en habilidades de dibujo análogo, manejo de tecnologías digitales y tendencia hacia los videojuegos. Por otro lado, se favoreció contar con diversidad de orientaciones de género. Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas dirigidas por los autores, Fernando Palma Fanjul y Gabriel Cereceda Bálic. Estas entrevistas abordaron temas como la facilidad de uso de la herramienta, el impacto emocional de la experiencia, la comparación con métodos analógicos y las percepciones sobre el desarrollo formal. El tamaño de muestra para la consulta se determinó siguiendo los criterios de saturación teórica propuestos por Guest et al. (2006) para estudios cualitativos, según lo cuales la repetición de patrones en las respuestas indica suficiencia de datos. Dado el carácter exploratorio del estudio y la naturaleza específica del fenómeno investigado, este tamaño es coherente con investigaciones similares en educación del diseño (Dorta et al., 2008; Bilda y Gero, 2005). La generalización buscada es analítica más que estadística, orientada a la comprensión profunda del fenómeno más que a la extrapolación poblacional. Las sesiones fueron grabadas y transcritas *verbatim*, y los datos se analizaron mediante las siguientes técnicas:

- **Codificación temática:** identificación de categorías emergentes como libertad creativa, dimensionalidad, limitaciones técnicas y complementariedad.
- **Análisis de discurso:** exploración de las dinámicas de lenguaje y las percepciones subjetivas de los estudiantes sobre la tecnología.
- **Análisis narrativo:** reconstrucción de las experiencias individuales en una narrativa colectiva que reflejara el proceso de aprendizaje.
- **Indicadores cuantitativos:** registro del número de iteraciones por hora (promedio de 15) y el tiempo promedio por ejercicio (30-60 minutos).

8

La tercera fase analizó el estudio de caso del ArtCenter College of Design, en el que estudiantes utilizaron Gravity Sketch durante 14 semanas en colaboración con la empresa automotriz Stellantis para desarrollar propuestas para un futuro Jeep Wrangler. Los datos, extraídos de entrevistas publicadas y documentación oficial (ArtCenter College of Design, 2022) y del canal Gravity Sketch Community de la plataforma Discord (2022), ofrecieron un referente empírico externo que enriqueció el análisis comparativo. Este caso se seleccionó por su relevancia como ejemplo de aplicación práctica de la RV en un entorno educativo y profesional de alto nivel y con claras diferencias con el contexto de la Universidad del Bío-Bío.

El análisis narrativo se basó en el enfoque de Riessman (2008) para narrativas de experiencia, identificando elementos de orientación, complicación, evaluación y resolución en los relatos estudiantiles. El análisis del discurso siguió la perspectiva de Potter y Wetherell (1987), focalizándose en repertorios interpretativos sobre tecnología y creatividad. La codificación temática empleó la técnica de análisis temático reflexivo de Braun y Clarke (2006).

Este enfoque mixto permitió una evaluación holística del impacto del boceto inmersivo, combinando la profundidad cualitativa de las percepciones estudiantiles con la precisión de datos cuantitativos. La triangulación de fuentes —literatura, estudio de caso y entrevistas— fortaleció la validez y confiabilidad de los resultados, persiguiendo estándares de rigor académico.

La doble posición de los investigadores como entrevistadores plantea consideraciones éticas importantes. Para minimizar sesgos de deseabilidad social, se implementaron entrevistas semi-estructuradas con preguntas abiertas, se garantizó anonimato en las respuestas, y se explicitó a los participantes que sus evaluaciones no afectarían sus calificaciones académicas.

Resultados

Los hallazgos de la investigación se derivan del análisis comparativo entre las experiencias analizadas a partir de las entrevistas en la Universidad del Bío-Bío y el caso del ArtCenter College of Design, organizados en cinco categorías principales que reflejan las percepciones y experiencias de los estudiantes.

Reducción de la inhibición al boceto

Los datos revelaron una disminución significativa de la inhibición al boceto entre los participantes. En la Universidad del Bío-Bío, el 77,8% (7 de 9) reportó una reducción en la ansiedad asociada al boceto al usar Gravity Sketch. Joaquín Navea expresó: “Se rompe la búsqueda dimensional del papel porque ya la tiene” (Palma y Cereceda, 2023), lo que destaca cómo la herramienta elimina la necesidad de construir mentalmente la tridimensionalidad. Amparo Hernández afirmó: “Logró desinhibir un poco ese miedo” (Palma y Cereceda, 2023), lo que sugiere que la RV crea un entorno donde el error no genera juicio. En el ArtCenter, se señaló que fue liberador experimentar sin temor a la equivocación (Discord, 2022). Estos hallazgos indican que la RV transforma la percepción del error, integrándolo como parte natural del proceso creativo.

9

Incremento en la creatividad y experimentación

La capacidad de iterar en tiempo real potenció la exploración formal entre los estudiantes. Vicente Torres destacó: “Te permite tomar decisiones más concretas en el momento” (Palma y Cereceda, 2023), subrayando la agilidad de la herramienta para ajustar diseños sobre la marcha. Amala Almendras añadió: “La dimensionalidad estaba resuelta con la interactividad” (Palma y Cereceda, 2023), reflejando cómo la RV facilita la comprensión de volúmenes sin requerir habilidades avanzadas de dibujo en perspectiva. En las sesiones de la Universidad del Bío-Bío, se registró un promedio de 15 iteraciones por hora, comparado con 3 a 5 en papel, lo que evidencia un incremento en la fluidez creativa. En el ArtCenter, se comentó que la herramienta ayuda a comprender mejor las proporciones y la volumetría (Discord, 2022), un beneficio que también se observó en la visualización tridimensional inmediata de Gravity Sketch.

Desafíos técnicos y expresivos

A pesar de sus ventajas, los participantes identificaron limitaciones significativas en la herramienta. Florencia Alarcón señaló: “No podía achurarlo y quedaba muy mal” (Palma y Cereceda, 2023), refiriéndose a la incapacidad de agregar texturas o sombreados precisos, una función que el boceto manual sí permite. Paulina Canullan reportó problemas ergonómicos: “Casi vomitando, como media hora y fue como... wuoahh” (Palma y Cereceda, 2023), indicando fatiga física tras sesiones prolongadas. Gabriel Cereceda coincidió: “La cabeza muy caliente” (Palma y Cereceda, 2023), destacando el impacto del uso continuo de los Oculus Quest. En el ArtCenter, un 20% de los estudiantes expresó que a veces pierde el detalle que le ofrece el dibujo a mano (Discord, 2022), lo que sugiere que la RV carece de la precisión necesaria para ciertos aspectos del diseño. Estos datos apuntan a una brecha entre las capacidades expresivas de la tecnología y las demandas técnicas del proceso creativo.

Complementariedad con métodos tradicionales

Los estudiantes propusieron un enfoque híbrido que combine la RV con técnicas analógicas. Amparo Hernández sugirió: “¿Qué pasa si uno hace el esqueleto en esto, le saca varias fotos y después dibuja sobre un papel arriba?” (Palma y Cereceda, 2023), planteando así un flujo de trabajo que aprovecha la tridimensionalidad otorgada por la herramienta digital como base para el refinamiento manual. Camila Jara añadió: “Podríamos ir una media hora a la RV y, si sale algo bueno, se podría integrar” (Palma y Cereceda, 2023), lo que refleja una visión práctica de integración.

10

Impacto emocional y aspecto práctico

Las reacciones emocionales de los participantes fueron predominantemente positivas, aunque matizadas por desafíos prácticos. Jordan Flores describió la experiencia como “estimulante, te dan ganas de explorar más formas”, mientras que Paulina Canullan afirmó: “Me sentía como una niña”, sugiriendo un impacto lúdico y motivador (Palma y Cereceda, 2023). Sin embargo, Diego Tellería señaló: “La novedad se me pasó rápido”, indicando que el entusiasmo inicial puede desvanecerse sin un uso sostenido o si el ambiente ya es conocido por el participante (Palma y Cereceda, 2023). Desde el punto de vista práctico, Amparo Hernández propuso: “Deberíamos delimitar el espacio para que no nos choquemos”. Todos los participantes coincidieron en que usarían la herramienta con mayor frecuencia si estuviera más accesible (Palma y Cereceda, 2023). En el ArtCenter, la interacción con profesionales de Jeep dentro del espacio inmersivo, incluso desde distintos puntos del planeta, enriqueció emocionalmente el proceso, un elemento que en la Universidad del Bío-Bío no se pudo medir.

Discusión

Los hallazgos del proyecto confirman que el boceto inmersivo, implementado en este caso mediante el software Gravity Sketch, tiene un impacto significativo en la reducción de la inhibición al boceto entre estudiantes nativos digitales en las primeras etapas de conceptualización y desarrollo

formal de sus propuestas de diseño. La RV puede eliminar o disminuir una barrera cognitiva, algo atribuible a la naturaleza intuitiva de las interfaces inmersivas, en contraste con el miedo al error que se señala como un obstáculo primario en el boceto tradicional (Palma y Cereceda, 2023). En el ArtCenter, la percepción de liberación ante el error corrobora esta tendencia, lo que sugiere que la RV transforma el entorno creativo en uno más permisivo y experimental que propicia la libertad propia de la desinhibición. Los mecanismos de reducción de ansiedad parecen operar a través de dos vías: la reversibilidad del error (eliminando el rastro permanente del boceto fallido) y la tridimensionalidad inmediata (eliminando la traducción cognitiva de 2D a 3D). Esto plantea que la inhibición al boceto no es únicamente técnica, sino que también emocional y cognitiva.

La creatividad y la experimentación también se vieron potenciadas por la herramienta, un beneficio que se vincula a la capacidad de la RV para disminuir la brecha entre conceptualización y materialización (Palma y Cereceda, 2023). El promedio de 15 iteraciones por hora registrado en la Universidad del Bío-Bío supera con creces las 3 a 5 iteraciones a las que están acostumbrados los estudiantes en el papel; esto se asocia con la iteración en tiempo real como catalizador creativo. En el ArtCenter, la comprensión mejorada de proporciones y volúmenes refuerza esta ventaja, alineándose con la idea de Kolb (1984) de que el aprendizaje experiencial fortalece el proceso creativo mediante la interacción directa.

Sin embargo, las limitaciones técnicas y ergonómicas plantean interrogantes sobre la suficiencia de la RV como herramienta única. Lo comentado por Florencia Alarcón respecto de la imposibilidad de *achurar* (sombrear) revela una limitación fundamental en la expresividad visual de la RV. El sombreado no es simplemente decorativo, sino una herramienta cognitiva que permite explorar materialidad, textura y relaciones espaciales (Goldschmidt, 1991). Esta carencia sugiere que ciertos aspectos del pensamiento visual —específicamente aquellos relacionados con la percepción táctil y la comprensión material— pueden verse obstaculizados en entornos puramente virtuales. Es decir, un problema que se identifica como una dificultad expresiva de las interfaces digitales frente al control fino del lápiz. Asimismo, el esfuerzo físico en torno al uso de la herramienta referido por Paulina Canullán y Gabriel Cereceda, evidencia desafíos ergonómicos que podrían limitar su uso prolongado (Palma y Cereceda, 2023).

11

En el ArtCenter, se expresó una pérdida de detalle fino, lo que indica que la RV no reemplaza completamente las capacidades del boceto manual, un punto que Lawson (2012) subraya al enfatizar la importancia de las habilidades táctiles. Los principios de la neurociencia del diseño, desarrollados por Weinschenk (2011) en su obra *Neuro Web Design*, establecen que el cerebro humano procesa la información visual de manera predecible, lo que permite crear interfaces más intuitivas. Complementariamente, Krug (2014), en *Don't make me think*, demuestra cómo la usabilidad se fundamenta en procesos cognitivos automáticos. Estos enfoques se alinean con los hallazgos de Norman (2013) sobre el diseño emocional, quien argumenta que las decisiones de diseño deben considerar tanto los aspectos sensibles como reflexivos del procesamiento cerebral. Podemos deducir que estas herramientas, espacios y

prácticas avanzan en estas direcciones y que al incorporarlas en los flujos de trabajo de los procesos de diseño se logra una relación positiva.

La propuesta de un modelo híbrido surge como una respuesta lógica a estos hallazgos (Palma y Cereceda, 2023), estrategia que resuena en la práctica del ArtCenter, donde la RV se usó como etapa inicial antes del refinamiento manual. La RV debe complementar, no sustituir, los métodos tradicionales. Este modelo híbrido busca equilibrar la libertad creativa de la RV con el rigor técnico del boceto analógico para responder a las demandas de un diseño contemporáneo que exige versatilidad y profundidad. En este punto es importante poner atención sobre las desigualdades de acceso a tecnologías inmersivas, un desafío particularmente relevante en contextos como Chile, donde la infraestructura puede ser limitada.

La integración de herramientas de RV en la educación del diseño de productos ha mostrado resultados prometedores en la reducción de la inhibición al boceto, un fenómeno que históricamente ha limitado la libre expresión creativa de los estudiantes. La experiencia en el ArtCenter y los testimonios recogidos con estudiantes de la Universidad del Bío-Bío permiten identificar diversas aristas de este fenómeno.

En primer lugar, la implementación de Gravity Sketch en el entorno académico facilitó un proceso creativo más inmediato y dinámico. Según los estudiantes consultados y la opinión de los académicos que lideraron la investigación, la RV permite a los estudiantes experimentar con el espacio y la forma de una manera que tradicionalmente no es posible, lo cual se puede traducir en una reducción significativa de la inhibición al boceto. Este aspecto fue reiterado por los estudiantes en la red social de Discord en el canal de Gravity Sketch bajo el hashtag *#GravitySketchJeep*; por ejemplo, un participante afirmó que al principio le costaba plasmar sus ideas, pero el entorno virtual le permitió experimentar sin el temor a equivocarse (Discord, 2022).

12

Este testimonio no solo valida la opinión de los autores del presente artículo, sino que también resalta la importancia de contar con un ambiente en el que el error se perciba como parte del proceso de aprendizaje y no como un obstáculo. En tal sentido, la integración de entornos virtuales en la educación del diseño puede contribuir a un aprendizaje más dinámico y contextualizado, lo que se refleja en la capacidad de los estudiantes para iterar y refinar sus propuestas en tiempo real.

Otro aspecto relevante es la mejora en la comprensión de conceptos volumétricos y proporcionales. Acerca de ello, un estudiante del ArtCenter comentó que la posibilidad de ver y modificar sus diseños en tiempo real le ayudó a comprender mejor los volúmenes y proporciones, algo que el bocetado tradicional no permitía (Discord, 2022).

Esta observación se relaciona con la idea de que la reducción de la inhibición al boceto mediante herramientas digitales favorece la experimentación sin temor al error, lo que resulta en un aprendizaje más efectivo y en la activación de procesos cognitivos relacionados con la creatividad.

Sin embargo, no todo es positivo en el uso exclusivo de la rv. Algunos estudiantes expresaron inquietudes sobre la pérdida de detalles finos y la precisión que ofrece el dibujo manual. Un estudiante del ArtCenter manifestó que aunque la herramienta le permitió ser creativo, sentía que a veces se pierde el detalle que ofrece el dibujo a mano (Discord, 2022).

Esta percepción coincide con las advertencias que señalan que la dependencia excesiva de las herramientas digitales puede mermar la habilidad de los estudiantes para desarrollar un criterio estético sólido basado en la práctica manual. Dicho planteamiento indica que, si bien la tecnología impulsa la experimentación, resulta indispensable reforzar los fundamentos tradicionales del dibujo para alcanzar una formación integral.

Además, desde una perspectiva pedagógica y de equidad, se puede deducir que la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación presenta desafíos significativos en cuanto al acceso y la capacitación, lo que puede generar desigualdades en la formación. Este aspecto fue corroborado por algunos testimonios, en los que se señaló la necesidad de contar con una infraestructura tecnológica adecuada y de recibir una formación específica para aprovechar al máximo las herramientas de rv. Así, el éxito de la implementación de Gravity Sketch depende, en parte, de la adecuada planificación pedagógica y de la disponibilidad de recursos.

Estudios de áreas como la neurociencia educativa y la psicología han resaltado que entornos inmersivos pueden disminuir la ansiedad y estimular la creatividad. Diversas investigaciones han mostrado que la interacción en entornos virtuales inmersivos puede activar procesos cognitivos complejos, tales como la resolución de problemas y la creatividad, al involucrar de manera intensa al usuario en experiencias perceptuales y simbólicas (Slater y Sanchez-Vives, 2016), lo que plantea que la disminución de la inhibición al boceto no solo es un fenómeno conductual, sino también neurofisiológico.

13

La convergencia de estos resultados empíricos y teóricos conduce a la propuesta de un modelo híbrido. Tal estrategia, apoyada por los testimonios de los estudiantes, aboga por la integración de métodos tradicionales y digitales. Este modelo permitiría aprovechar las ventajas de la experimentación y la iteración inmediata de la rv sin renunciar al rigor técnico y a los fundamentos del dibujo manual. Un enfoque híbrido posibilita que los estudiantes desarrollen competencias tanto en el uso de tecnologías emergentes como en las técnicas tradicionales, lo que promueve una formación más completa y adaptada a las demandas contemporáneas.

Finalmente, la propuesta se enriquece al considerar perspectivas de otros campos del conocimiento. Por ejemplo, la inmersión en entornos de rv puede potenciar el pensamiento creativo y la resolución de problemas, al influir positivamente en los estados emocionales de los usuarios y activar patrones cerebrales relacionados con la ideación y la elaboración de ideas (Huang y Chang, 2023). De igual modo, investigaciones en pedagogía digital sugieren que la retroalimentación inmediata y la visualización en tiempo real mejoran significativamente el proceso de aprendizaje, favoreciendo la autoconfianza y la motivación en los estudiantes (Huang y Chang, 2023).

Los hallazgos evidencian que la integración de herramientas de RV en la educación del diseño puede ser una estrategia poderosa para reducir la inhibición al boceto, siempre y cuando se implemente dentro de un marco híbrido que combine lo digital y lo tradicional. Esta dualidad permite no solo estimular la creatividad, sino también garantizar la formación técnica necesaria para desarrollar un criterio estético sólido.

Modelo híbrido propuesto

Se propone un modelo que hibride e itere entre lo digital/inmersivo y lo análogo. De esta manera, se busca que el estudiante enriquezca sus desarrollos con lo positivo de cada espacio de trabajo y disminuya los factores negativos que estos espacios pueden propiciar. La RV facilita la exploración volumétrica, mientras que el boceto analógico permite el refinamiento técnico y la comunicación precisa.

Los principios fundamentales son la *complementariedad cognitiva* (cada medio activa procesos cognitivos distintos, optimizando el desarrollo de la forma), la *iteración dirigida* (criterios específicos guían las transiciones entre medios) y la *reducción de inhibiciones* (la exploración inmersiva inicial elimina la ansiedad del boceto tradicional). De este modo, se propone un modelo de desarrollo que se articule en cuatro fases de trabajo (Figura 3).

Fase 1. Exploración inmersiva (30-45 min): generación libre de formas en proceso de boceteo inmersivo, enfocada en volúmenes y proporciones generales, hasta que se logren unas formas base satisfactorias.

14

Fase 2. Documentación digital: captura de múltiples vistas de la propuesta virtual para referencia en la gestión de traslado al proceso de boceto analógico.

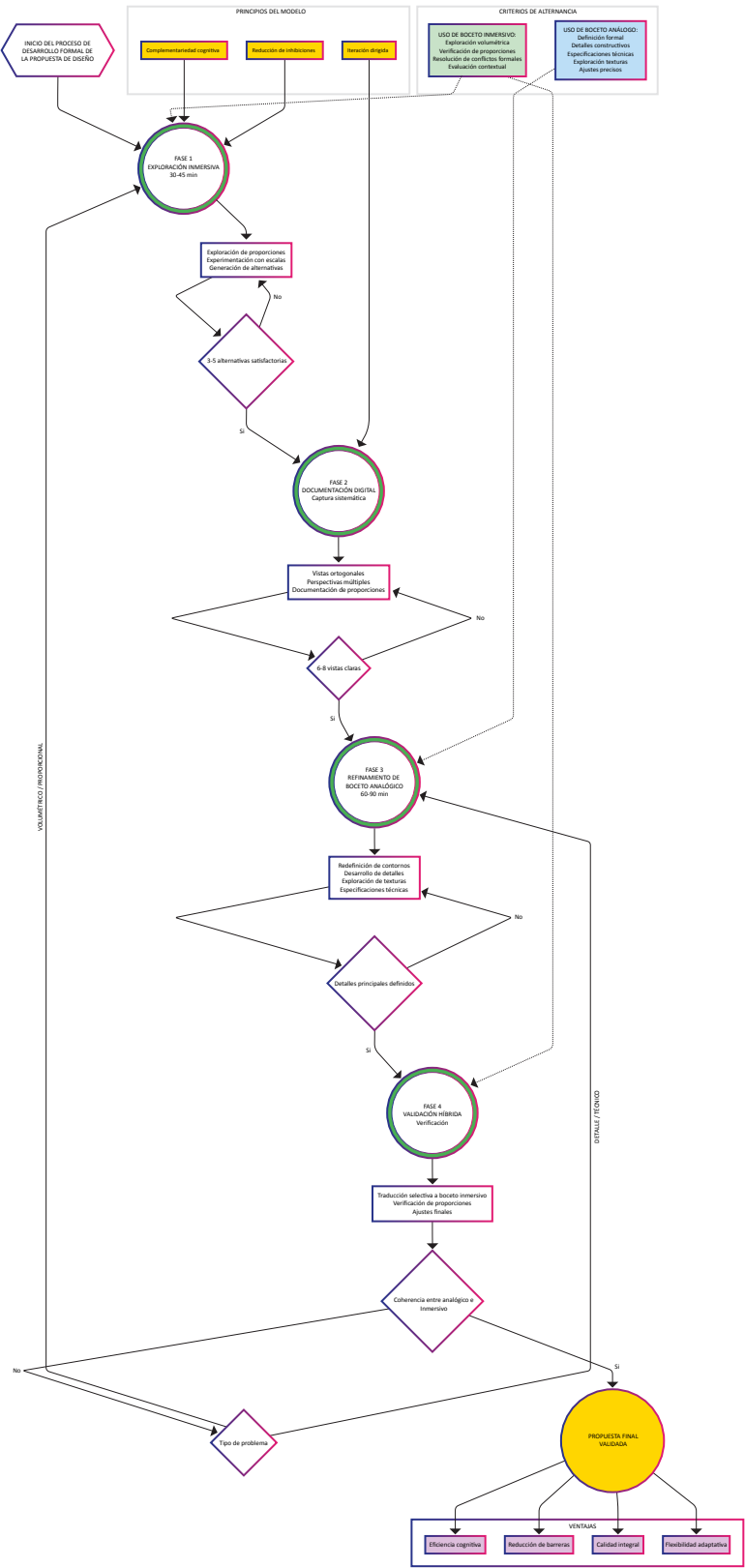
Fase 3. Refinamiento analógico (60-90 min): redefinición de las formas, desarrollo de detalles, texturas y especificaciones técnicas sobre las vistas capturadas.

Fase 4. Validación híbrida: retorno selectivo al espacio inmersivo para verificar proporciones de elementos refinados analógicamente.

Criterios de alternancia: uso de RV para exploración volumétrica inicial y verificación proporcional; empleo de boceto analógico para definición de formas, desarrollo de detalles, texturas y especificaciones técnicas.

Así, se propone utilizar el boceto inmersivo para la exploración volumétrica inicial, la verificación de proporciones complejas, la resolución de conflictos espaciales y la evaluación contextual. Por otro lado, se plantea utilizar el boceto analógico para el desarrollo de detalles constructivos, las anotaciones y especificaciones técnicas, la exploración de texturas y los ajustes precisos de contornos y definiciones formales. Las ventajas del modelo son la *eficiencia cognitiva*: cada fase utiliza el medio más adecuado según el tipo de pensamiento requerido; la *reducción de barreras*: la exploración inmersiva inicial facilita la generación de ideas; la *calidad integral*: combina la libertad exploratoria del boceto inmersivo con la precisión del boceto analógico; y la *flexibilidad*: permite retornos entre fases según las necesidades del proyecto.

Figura 3
Diagrama del modelo híbrido propuesto
Nota: Elaboración propia.



El modelo presenta limitaciones relacionadas con la dependencia tecnológica y la curva de aprendizaje. Sin embargo, constituye una base para futuras investigaciones sobre variaciones temporales, integración de nuevas tecnologías y adaptación a diferentes niveles educativos.

La implementación de este modelo híbrido representa un avance en la pedagogía del diseño al proporcionar una metodología que aprovecha las ventajas de ambos medios para potenciar el proceso creativo estudiantil. No es algo desconocido para la disciplina, ya que esta tradicionalmente ha hibridado el uso de herramientas manuales con procesos apoyados por tecnologías o medios digitales, siempre a la vanguardia; aunque, en el área de la ideación y maduración de los proyectos desde las etapas iniciales de boceto libre, sí propone un cambio de paradigmas (Figuras 4 y 5).



16

Figura 4

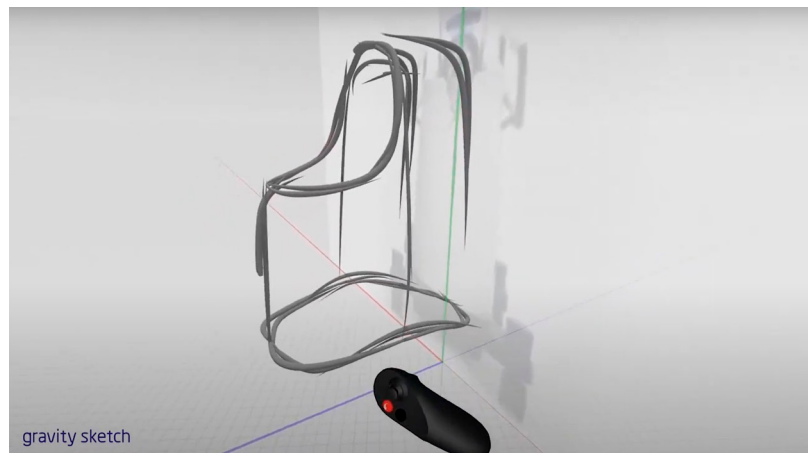
Representación del espacio de trabajo de boceto inmersivo del software Gravity Sketch

Nota: Fuente de la imagen: Gravity Sketch, 2023.

Figura 5

Espacio de trabajo de boceto inmersivo del software Gravity Sketch

Nota: Fuente de la imagen: Gravity Sketch, 2023.





Figuras 6 y 7

Exploración de desarrollo formal de propuestas de diseño industrial a través de rv y diseño inmersivo
 Nota: Laboratorio de Diseño Inmersivo, Escuela de Diseño de la Universidad del Bío-Bío, 10 de mayo de 2023. Registro propio.

Conclusión

La investigación desarrollada muestra que el uso del boceto inmersivo tiene un impacto transformador en la educación del diseño, en tanto contribuye significativamente a la reducción de la inhibición al boceto entre los estudiantes nativos digitales. Los hallazgos revelan que los entornos virtuales ofrecen un espacio seguro para la experimentación y la iteración, aspectos esenciales para el desarrollo creativo.

Los testimonios de los estudiantes (Figuras 6 y 7) evidencian que la posibilidad de visualizar y modificar diseños en tiempo real favorece una mayor comprensión de las proporciones y volúmenes, eliminando la ansiedad asociada a la representación manual.



La implementación del boceto inmersivo representa no solo una innovación tecnológica, sino que además una transformación epistemológica en la formación del diseñador, que requiere una reconceptualización de la relación entre cuerpo, tecnología y creatividad. La investigación revela que la hibridación pedagógica trasciende la simple incorporación de herramientas digitales y deviene en configurar nuevas formas de conocer, experimentar y crear que desafían los fundamentos tradicionales de la educación del diseño.

La evidencia empírica demuestra que los estudiantes no solo adoptan una nueva herramienta, sino que reconstruyen su comprensión del error, la iteración y la materialidad. Esta reconstrucción epistémica plantea interrogantes fundamentales sobre la naturaleza misma del diseño como disciplina y sobre los paradigmas pedagógicos que han sostenido su enseñanza durante décadas.

La integración del boceto inmersivo en contextos universitarios latinoamericanos enfrenta tensiones particulares que trascienden las consideraciones meramente técnicas. Las instituciones educativas de la región, con amplias brechas en el acceso a financiación para equipamiento tecnológico, deben negociar entre la adopción de tecnologías emergentes, la preservación de tradiciones pedagógicas heredadas que han demostrado su pertinencia disciplinar, y las exigencias del modelo dominante a nivel productivo.

Los hallazgos permiten apreciar que la hibridación tecnológica puede potenciar, antes que reemplazar, las metodologías tradicionales del boceto manual. Esta complementariedad ofrece oportunidades para desarrollar modelos pedagógicos que respondan tanto a las demandas globales de la profesión como a las particularidades socioculturales de nuestros contextos educativos.

18

La experiencia documentada revela que los estudiantes desarrollan estrategias propias de apropiación tecnológica, mediadas por sus experiencias previas con el dibujo manual y por las limitaciones infraestructurales de sus instituciones. Estas estrategias de resistencia y adaptación constituyen un campo fértil para la investigación pedagógica y para el desarrollo de enfoques educativos culturalmente situados.

La democratización del boceto inmersivo enfrenta obstáculos estructurales que exceden el ámbito pedagógico. La brecha digital, las limitaciones presupuestarias institucionales y las disparidades en la formación docente configuran un escenario desigual que amenaza con reproducir y amplificar las inequidades existentes en la educación superior. El acceso diferencial a la tecnología no solo limita las oportunidades de aprendizaje, sino que puede generar nuevas formas de exclusión académica y profesional.

La investigación plantea el desafío de políticas educativas que faciliten el acceso equitativo a estas tecnologías emergentes, así como a programas de formación docente que permitan su integración pedagógica efectiva, en lugar de profundizar las asimetrías existentes en el campo educativo del diseño.

Los resultados obtenidos apuntan a la necesidad de estudios que documenten el impacto a largo plazo de la formación híbrida en el desarrollo profesional de los diseñadores. Las transformaciones observadas en los procesos creativos y en la relación con el error requieren seguimiento temporal y en universos más diversos, y muestras más numerosas para evaluar su persistencia y su traducción en competencias profesionales.

La investigación futura debe examinar cómo los diseñadores formados con metodologías híbridas enfrentan los desafíos profesionales reales, particularmente en contextos donde la tecnología inmersiva no está disponible. La capacidad de transferencia y adaptación de las habilidades desarrolladas constituye un factor crítico para evaluar la pertinencia de estos enfoques pedagógicos. Los próximos estudios en esta área permitirán también identificar las competencias emergentes que requiere la profesión en un contexto de transformación tecnológica, informando así al diseño curricular y la definición de perfiles de egreso actualizados. ¿Cómo afectará la hibridación tecnológica la identidad profesional del diseñador? Los hallazgos presentados en este artículo evidencian que la integración de tecnologías inmersivas interpela concepciones tradicionales sobre creatividad, autoría y materialidad en el diseño. Así, la profesión debe reflexionar sobre estos cambios identitarios y sus implicaciones para la formación y ejercicio profesional.

El registro de la experiencia indica que los estudiantes desarrollan naturalmente estrategias de hibridación cuando se les proporcionan condiciones adecuadas. Esta capacidad de síntesis sugiere que la pedagogía del diseño debe evolucionar hacia modelos más flexibles y adaptativos, que reconozcan la agencia estudiantil en la construcción de sus procesos de aprendizaje.

19

El boceto inmersivo se revela como catalizador de transformaciones pedagógicas latentes en la disciplina. Su implementación exitosa dependerá de la capacidad institucional para gestionar estos cambios de manera reflexiva, crítica y culturalmente pertinente, construyendo puentes entre la innovación tecnológica y la sabiduría pedagógica acumulada.

Agradecimientos

Este artículo se genera a partir de una investigación que se desarrolló en el marco del Proyecto de Investigación en Docencia y Aprendizaje *Desarrollo Formal de propuestas de diseño industrial a través de realidad virtual y diseño inmersivo* (Código: 2210502 PIDA/I), financiado por la Dirección de Investigación y Creación Artística de la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la Universidad del Bío-Bío, Convocatoria 2021, ejecutado entre los años 2022 y 2024.

Conflicto de interés

Los autores no tiene conflictos de interés que declarar.

Declaración de autoría

Fernando Palma Fanjul: conceptualización, adquisición de fondos, investigación, metodología, administración del proyecto, supervisión, visualización, curación de datos, análisis formal, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Gabriel Cereceda Bálic: investigación, metodología, administración del proyecto, supervisión, visualización, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

ORCID iD

Fernando Palma Fanjul  <https://orcid.org/0000-0002-3821-6742>

Gabriel Cereceda Bálic  <https://orcid.org/0000-0001-7474-8845>

Referencias

- ArtCenter College of Design. (2022). *Gravity Sketch x ArtCenter x Jeep®*. Recuperado el 24 de abril de 2025 de <https://www.artcenter.edu/academics/interdisciplinary-programs/sponsored-projects/featured-projects/gravity-sketch-steallantis-sponsored-studio.html>
- Bilda, Z., & Gero, J. S. (2005). Do We Need CAD during Conceptual Design? In B. Martens, & A. Brown (Eds.), *Computer Aided Architectural Design Futures 2005* (pp. 155-164). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-3698-1_14
- Bilda, Z., Gero, J. S., & Purcell, T. (2006). To sketch or not to sketch? That is the question. *Design Studies*, 27(5), 587-613. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2006.02.002>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qpo630a>
- Chai, C., Zhang, X., Chai, Q., Yin, Y., Li, W., Shi, J., Fan, H., Liu, X., Zhang, D., & Zou, N. (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>
- Cross, N. (2007). *Designerly ways of knowing*. Birkhäuser.
- Cross, N. (2011). *Design Thinking: Understanding how designers think and work*. Berg Publishing Plc. <https://doi.org/10.5040/9781474293884>
- Discord. (2022). *Gravity Sketch Community* [opiniones de estudiantes durante el proceso, en el canal de Discord]. Recuperado el 24 de abril de 2025 de [https://discord.com/channels/538346405916442624/538346405916442626?​:contentReference\[oaicite:10\]{index=10}](https://discord.com/channels/538346405916442624/538346405916442626?​:contentReference[oaicite:10]{index=10})
- Dorta, T., Pérez, E., & Lesage, A. (2008). The ideation gap: Hybrid tools, design flow and practice. *Design Studies*, 29(2), 121-141. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2007.12.004>
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. In *Proceedings of the 11th International Conference eLearning and Software for Education*, 11(1), 133-141. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=289829>
- Gallardo-Echenique, E. E., de Oliveira, J. M., Marqués-Molías, L., & Esteve-Mon, F. (2015). Digital Competence in the Knowledge Society. *Journal of Online Learning and Teaching*, 11(1), 1-16. https://jolt.merlot.org/vol11no1/Gallardo-Echenique_0315.pdf

- Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity Research Journal*, 4(2), 123-143. <https://doi.org/10.1080/10400419109534381>
- Gonçalves, M., Cardoso, C., & Badke-Schaub, P. (2016). Inspiration choices that matter: the selection of external stimuli during ideation. *Design Science*, 2(10), 1-31. <https://doi.org/10.1017/dsj.2016.10>
- Gravity Sketch. (13 de septiembre de 2022). Gravity Sketch, Stellantis and ArtCenter students team up to design the next Jeep® Wrangler. *Gravity Sketch*. <https://gravitysketch.com/blog-post/articles/gravity-sketch-stellantis-artcenter-jeep/>
- Gravity Sketch. (15 August 2023). *Transforming the industrial design workflow with Gravity Sketch*. Gravity Sketch. <https://gravitysketch.com/resources/type/article/transforming-the-industrial-design-workflow-with-gravity-sketch/>
- Gravity Sketch. (2025). Gravity Sketch Homepage. *Gravity Sketch*. <https://gravitysketch.com/>
- Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. *Field Methods*, 18(1), 59-82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>
- 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, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107815>
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515-1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Kavakli, M., & Gero, J. S. (2001). Sketching as mental imagery processing. *Design Studies*, 22(4), 347-364. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00002-3](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00002-3)
- Kirschner, P. A., & De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135-142. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.001>
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development 2*. Pearson FT Press.
- Krug, S. (2014). *Don't Make Me Think*. New Riders.
- Lawson, B. (2012). *What Designers Know*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780080481722>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
- Meta Quest. (2025). Meta Quest Homepage. Meta. <https://www.meta.com/>
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things*. Basic Books.
- Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, 27(3), 229-265. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.11.002>
- Palfrey, J., & Gasser, U. (2016). *Born Digital: How children Grow Up in a Digital Age*. Basic Books.
- Palma, F., & Cereceda, G. (10 de mayo de 2023). Experiencia “Boceto Inmersivo” en estudiantes de la carrera de Diseño Industrial de la Universidad del Bío-Bío. *Boceto Virtual*. <https://bocetovirtual.wordpress.com/>
- Potter, J., & Wetherell, M. (1987). *Discourse and social psychology: Beyond attitudes and behaviour*. Sage Publications.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Riessman, C. K. (2008). *Narrative methods for the human sciences*. Sage Publications.
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 1-47. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>
- Schön, D. A., & Wiggins, G. (1992). Kinds of seeing and their functions in designing. *Design Studies*, 13(2), 135-156. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(92\)90268-F](https://doi.org/10.1016/0142-694X(92)90268-F)
- Thompson, C. (2013). *Smarter than you think: How technology is changing our minds for the better*. Penguin Press.
- Weinschenk, S. (2011). *Neuro web design: What makes them click?* New Riders.