Revista Colombiana de Educación N. 100 Año 2026
ISSN 0120-3916 / e-ISSN: 2323-0134
DOI: https://doi.org/10.17227/rce.num100-21167
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Efectos motivacionales de la realidad virtual en la educación musical: un estudio cuasiexperimental

Recibido: 27 de febrero de 2024
Evaluado: 23 de julio de 2024
Publicado: 01 de julio de 2026

Pedro Iglesias*
Pablo Chávez**

Tipología: artículo de revisión

Resumen

El estudio examina los efectos motivacionales observados en una intervención pedagógica en el contexto de una clase escolar de música, con participantes de entre 14 y 16 años, en la que se utilizó la realidad virtual (RV) como recurso didáctico. Se compararon los efectos de distintos métodos de proyección audiovisual — RV inmersiva, RV de escritorio y proyección tradicional — mediante un diseño cuasi-experimental con enfoque de métodos mixtos. Los datos fueron obtenidos mediante un cuestionario que operacionalizó la motivación y los resultados de aprendizaje, y se complementaron con la información recogida en un grupo focal; posteriormente, todas estas evidencias fueron trianguladas.

Los resultados indican que la RV aumentó la motivación de los participantes, con diferencias estadísticamente significativas y un tamaño de efecto elevado. Se encontró una correlación positiva entre algunas dimensiones de la motivación y los resultados de aprendizaje. Estos hallazgos divergen de las predicciones de teorías cognitivas actuales, como la Teoría del Aprendizaje Multimedial, que sugieren que la RV podría incrementar la carga cognitiva y limitar el aprendizaje. Se argumenta que la RV, al incorporar el canal perceptivo kinestético mediante movimientos e interfaces hápticas, puede potenciar el aprendizaje de un modo no considerado por dicha teoría.

Palabras clave

tecnología educativa; realidad virtual; instrucción multimedial; educación musical; carga cognitiva

* Instituto de Música, Universidad Alberto Hurtado, Chile. ipedro@uahurtado.cl
** Universidad Mayor, Escuela Educación, Chile. pablo.chavez@umayor.cl

Motivational Effects of Virtual Reality in Music Education: A Quasi-Experimental Study

Abstract

The study examines the motivational effects observed in a pedagogical intervention in the context of a school music class, with participants aged 14 to 16 years old, in which virtual reality (VR) was used as a didactic resource. The effects of different audiovisual projection methods —immersive VR, desktop VR, and traditional projection— were compared using a quasi-experimental design with a mixed-method approach. Data from a questionnaire operationalizing motivation, learning outcomes, and a focus group were triangulated.

Results indicate that VR increased participants' motivation, with statistically significant differences and a large effect size. A positive correlation was found between some dimensions of motivation and learning outcomes. These findings diverge from the predictions of current cognitive theories, such as Multimedia Learning Theory, which suggest that VR might increase cognitive load and limit learning. It is argued that VR, by incorporating the kinesthetic perceptual channel through movements and haptic interfaces, can enhance learning in a manner not considered by this theory.

Keywords

educational technology; virtual reality; multimedia instruction; music education; cognitive load

Efeitos motivacionais da realidade virtual no ensino de música: um estudo quase-experimental

Resumo

O estudo examina os efeitos motivacionais observados em uma intervenção pedagógica no contexto de uma aula escolar de música, com participantes de 14 a 16 anos, na qual a realidade virtual (RV) foi utilizada como recurso didático. Os efeitos de diferentes métodos de projeção audiovisual — RV imersiva, RV em desktop e projeção tradicional — foram comparados por meio de um delineamento quase-experimental com abordagem de métodos mistos. Os dados provenientes de um questionário que operacionalizou motivação, resultados de aprendizagem e um grupo focal foram triangulados.

Os resultados indicam que a RV aumentou a motivação dos participantes, com diferenças estatisticamente significativas e tamanho de efeito elevado. Foi encontrada correlação positiva entre algumas dimensões da motivação e os resultados de aprendizagem. Esses achados divergem das previsões de teorias cognitivas atuais, como a Teoria da Aprendizagem Multimídia, que sugerem que a RV poderia aumentar a carga cognitiva e limitar a aprendizagem. Argumenta-se que a RV, ao incorporar o canal perceptivo cinestésico por meio de movimentos e interfaces hápticas, pode potencializar a aprendizagem de uma forma não considerada por essa teoria.

Palavras-chave

tecnologia educacional; realidade virtual; instrução multimídia; educação musical; carga cognitiva

Para citar este artículo:

Iglesias, P. y Chávez, P. (2026). Motivational Effects of Virtual Reality in Music Education: A Quasi-Experimental Study, *Revista Colombiana de Educación*, (100), e21167, https://doi.org/10.17227/rce.num100-21167

Introducción

En la actualidad, se presencia una masificación de dispositivos de realidad virtual (en adelante, RV). Las grandes compañías tecnológicas los promueven como un icono asociado a la alta tecnología (Oyelere *et al.*, 2020), donde, a través de las posibilidades de inmersión, prometen la posibilidad de explorar nuevos mundos e intentar hazañas aparentemente inimaginables (Meta, 2021). La RV, asociada al concepto de *metaverso*, también promete transformar sustancialmente la educación mediante la implementación de nuevas metodologías de instrucción y comunicación (Clegg, 2023; Contreras *et al.*, 2022). La combinación de los esfuerzos de los gigantes tecnológicos y la disminución de los precios del *hardware* ha generado altas expectativas, por lo que en los próximos años la RV podría ingresar masivamente a las instituciones educacionales (Bower *et al.*, 2020; Shute *et al.*, 2017).

La promesa de las compañías tecnológicas parece atractiva; no obstante, surgen interrogantes acerca de la pertinencia de su uso en el proceso formativo de los nativos digitales. ¿Pueden estos nuevos dispositivos liderar realmente una revolución en la educación o es simplemente una estrategia de las grandes empresas tecnológicas para promover sus productos? ¿Qué métodos instruccionales se adaptan mejor a estos nuevos dispositivos? ¿Existen contenidos que sean más apropiados para enseñar a través de la RV? ¿Qué teorías cognitivas respaldan la promesa de la RV de transformar la educación? Reflexionar sobre estas preguntas es crucial para evitar implementaciones centradas en la tecnología (Mayer, 2009, 2022).

La historia de la integración de dispositivos tecnológicos en la educación ha sido extensa y, en varias ocasiones, ha prometido revolucionar los procesos de aprendizaje. Dispositivos que en su momento fueron novedosos y atractivos, como el cine, la radio o la televisión, finalmente no lograron cumplir con las expectativas al ingresar a las aulas (Cuban, 1986, 2001). Mayer (2009) propone la implementación de tecnologías a través de una aproximación centrada en el o la estudiante. Esto implica, en primera instancia, el entendimiento de la cognición humana, para luego explorar cómo la tecnología puede potenciar el aprendizaje.

Por todo lo anterior, habría que mirar con cierta desconfianza las promesas que hacen las grandes compañías tecnológicas sobre el potencial educativo de la RV y someterlas a una evaluación y escrutinio rigurosos.

Teorías cognitivas que sustentan la utilización de RV como recurso de aprendizaje

La RV proporciona al usuario una inmersión sensorial, presentando estímulos visuales y auditivos controlados por interfaces hápticas y kinestésicas. Esto crea la ilusión de que el usuario está inmerso en un mundo real (Dede *et al.*, 2017). Estas propiedades inmersivas han hecho que la RV sea comúnmente utilizada para simulaciones. Diversos autores han resaltado los posibles beneficios que la utilización de la RV podría tener en estas situaciones de aprendizaje. En primer lugar, la RV permitiría facilitar experiencias que serían imposibles o poco prácticas de experimentar en el aula (Bhattacharjee *et al.*, 2018; Bower *et al.*, 2020; Dede *et al.*, 2017; Natale *et al.*, 2020; Hamilton *et al.*, 2020; Oyelere *et al.*, 2020; Wu *et al.*, 2020). Por otro lado, el control háptico del dispositivo, la representación espacial dinámica y la interacción y manipulación del usuario con diferentes objetos en tiempo real podrían brindar oportunidades para enfoques instruccionales vinculados al constructivismo (Chen, 2009; Dalgarno y Lee, 2010).

La simulación como herramienta de aprendizaje puede sustentarse en teorías que emanan del constructivismo. Este paradigma propone que el conocimiento se construye en la mente del individuo a partir de la interacción con el entorno, mediante procesos de adaptación y acomodación (Flavell et al., 2002; Piaget, 2000). Este supuesto da lugar a la construcción de varias teorías del aprendizaje, como el aprendizaje por descubrimiento, que propone que el aprendizaje se produce mediante estímulos con los cuales los individuos construyen significados que integran a sus esquemas cognitivos (Bruner, 1999).

En ese marco, se propone la teoría del aprendizaje experiencial (Kolb, 2015). Esta teoría busca integrar las teorías del aprendizaje por descubrimiento en contextos de aprendizaje formal, diferenciándolos de situaciones de aprendizaje de la vida diaria. Kolb (2015) propone un modelo instruccional que va de lo concreto a lo abstracto, con las siguientes fases: 1) experiencia concreta; 2) observación y reflexión; 3) construcción de ideas abstractas y generalizaciones; y 4) comprobación de las implicaciones de los conceptos en situaciones nuevas. Existen evidencias de que el aprendizaje experiencial es un marco efectivo en diferentes situaciones pedagógicas, además de influir positivamente en el clima del aula, fomentando la participación y la motivación (Kolb, 2015). En ese sentido, las propiedades inmersivas de la RV podrían ser utilizadas para potenciar las fases 1 y 2 del modelo propuesto por Kolb, situadas en el ámbito concreto. Posteriormente, se podrían desarrollar las fases 3 y 4 del modelo, en las que los estudiantes construirían conocimiento abstracto y generalizaciones a partir de la experiencia audiovisual inmersiva, con la guía del o la docente.

De esta manera, se podría sustentar desde la perspectiva de la psicología cognitiva la utilización de la RV como un dispositivo que simula la realidad. No obstante, existen dos puntos que es importante considerar. Primero, que situaciones de aprendizaje basadas en la instrucción directa, como la exposición verbal de un contenido, no podrían ser explicadas con esta teoría. Segundo, la aproximación pedagógica constructivista ha sido criticada por ser poco eficiente y por no considerar la arquitectura de la cognición humana para su formulación (Kirschner *et al.*, 2006). Si bien existe evidencia empírica que podría fundamentar enfoques pedagógicos constructivistas, estos serían efectivos en la medida en que los individuos hayan construido parcialmente esquemas cognitivos de los aprendizajes que se pretende desarrollar. Antes de dicha construcción, metodologías de aprendizaje constructivista que promueven la instrucción indirecta serían ineficaces (Tuovinen y Sweller, 1999).

En un intento por comprender cómo la arquitectura cognitiva humana procesa la información durante el aprendizaje, se propone la teoría de la carga cognitiva (TCC). Esta teoría asume que dicha arquitectura está conformada por la memoria de trabajo y la memoria de largo plazo (Sweller et al., 2011). La memoria de trabajo, también conocida como memoria de corto plazo, tiene una capacidad limitada tanto en el tiempo como en la cantidad de información que puede procesar. En contraste, la memoria de largo plazo puede retener grandes volúmenes de información durante periodos extensos. En ese marco, el aprendizaje se define como una alteración de la memoria de largo plazo (Paas y Sweller, 2022).

La TCC distingue distintos tipos de carga cognitiva, estableciendo categorías según su relación con los objetivos de aprendizaje y los recursos necesarios para que un individuo construya nuevos esquemas mentales (Sweller et al., 2011). La carga cognitiva intrínseca se refiere al procesamiento de los contenidos específicos que se desea enseñar. Esta carga es fija y su nivel está determinado por la complejidad de dichos contenidos. La carga cognitiva relevante abarca los métodos didácticos necesarios para el aprendizaje de estos contenidos. Finalmente, la carga cognitiva exógena incluye elementos ajenos a los contenidos de aprendizaje. La carga cognitiva total resulta de la combinación de estas tres categorías, que operan de forma aditiva. Dado que la memoria de trabajo tiene una capacidad limitada, un diseño instruccional efectivo debería procurar mantener baja la carga cognitiva exógena para liberar recursos destinados a la carga intrínseca. La carga cognitiva relevante es necesaria para el aprendizaje; sin embargo, el método didáctico empleado podría incrementarla innecesariamente y limitar la adquisición de los contenidos esenciales (Moreno y Park, 2010).

Con base en la TCC, se plantea la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (TCAM) (Mayer, 2009). Esta teoría busca, mediante evidencia empírica, comprender cómo aprenden las personas a través de elementos multimediales, como presentaciones y simulaciones (Mayer, 2022). En este contexto, *multimedia* se refiere

a la integración de imágenes y sonidos en diseños instruccionales que son percibidos sensorialmente por los ojos y oídos. Estas percepciones se procesan a través de canales independientes en la memoria de trabajo, que, como se ha señalado anteriormente, posee una capacidad limitada (Mayer, 2022; Mayer y Moreno, 2010). A partir de los mismos supuestos de la TCC, se establecen principios para que los diseños instruccionales y las simulaciones multimedia reduzcan la carga cognitiva relevante y exógena. Algunos de estos principios se relacionan con la coherencia entre imágenes y sonidos, la evitación de redundancias informativas y la exclusión de todo aquello que no sea pertinente para los contenidos esenciales (Fiorella y Mayer, 2021; Mayer, 2009).

La RV, analizada desde la perspectiva de la TCAM, presenta perspectivas ambivalentes. Por una parte, la complejidad de un sistema inmersivo podría aumentar a niveles críticos la carga cognitiva relevante y exógena, lo que la convertiría en una alternativa menos efectiva que la presentación audiovisual tradicional. También podría violarse el principio de coherencia, al presentar estímulos en forma de animaciones y sonidos que no serían esenciales para comprender los contenidos que se desea abordar (Parong, 2022). Estas afirmaciones se sustentan en investigaciones empíricas, donde los altos índices de motivación de los participantes al utilizar RV inmersiva no se traducen en mejoras en los resultados de aprendizaje (Makransky *et al.*, 2019; Parong y Mayer, 2018). Esta perspectiva podría favorecer los sistemas de RV de baja inmersión, como la RV de escritorio (Parong, 2022).

Sin embargo, estos resultados se contraponen a muchos otros estudios empíricos que reportan mejoras en el aprendizaje mediante el uso de RV (Barmpoutis *et al.*, 2020; Back *et al.*, 2020; Innocenti *et al.*, 2019). En este sentido, la RV se presenta como una anomalía dentro de la TCAM, al ofrecer resultados empíricos que divergen de sus predicciones. Si bien las causas de esta anomalía podrían ser múltiples, algunos autores la atribuyen a la incapacidad de la TCC para incorporar la motivación en su análisis del proceso cognitivo del aprendizaje (Feldon *et al.*, 2019).

La motivación en procesos de aprendizaje con RV

Diversas investigaciones reportan incrementos significativos en la motivación percibida por los participantes al utilizar la RV, tanto en el ámbito musical (Fletcher *et al.*, 2019; Innocenti *et al.*, 2019) como en otras disciplinas (Ekstrand *et al.*, 2018; Hewawalpita *et al.*, 2018; Parong y Mayer, 2018). No obstante, es importante considerar que altos niveles de motivación no implican necesariamente mejoras en el aprendizaje (Schunk *et al.*, 2014).

Desde la psicología del aprendizaje, el constructo de motivación es abordado por múltiples teorías, como la teoría de la autodeterminación (Ryan y Deci, 2000), la

teoría cognitiva social (Bandura, 1991), la teoría de la autorregulación (Zimmerman *et al.*, 1996) y la teoría del interés personal y situacional (Schiefele, 2009), por nombrar algunas. Aunque estas teorías presentan enfoques diversos sobre el concepto de *motivación*, todas coinciden en que constituye un aspecto fundamental del proceso cognitivo.

En el presente estudio, la motivación se define como "la medida en que un individuo tiene la intención de participar en una actividad" (Jones, 2020, p. 10). Se trata de un proceso que no puede observarse directamente, sino que se infiere a partir de las acciones y el comportamiento del individuo. La presencia de motivación implica que la persona estaría más dispuesta a participar en ciertas actividades relacionadas con el aprendizaje, y que dichas actividades podrían sostenerse en el tiempo si la motivación se mantiene. Más adelante, en el apartado metodológico, se detallan las dimensiones del constructo de motivación y se operacionalizan en variables concretas y observables.

Objetivos de investigación

Dado el alto potencial que promete la utilización de la RV en contextos de aprendizaje, en la Universidad Mayor se inició en el año 2019 el proyecto piloto denominado "Realidad Virtual en el Aula de Música". Los objetivos fueron: 1) diseñar y producir material audiovisual educativo original para la clase de música en formato de RV; 2) evaluar y comparar la efectividad del material producido en el contexto escolar; 3) recoger las percepciones de los participantes en la experiencia; y 4) comprender, desde el punto de vista cognitivo, cómo a través de la RV se pueden potenciar procesos de aprendizaje en educación musical.

Los resultados de los objetivos 1 y 2 fueron comunicados en otra publicación (Iglesias y Chávez, 2022), donde se mide y compara la efectividad de la RV respecto de otros métodos de proyección audiovisual, variable que fue operacionalizada a través del porcentaje de logro en una evaluación con preguntas sobre los contenidos de la clase. En el presente artículo se presentan los resultados correspondientes a los objetivos 3 y 4.

Metodología

El estudio tuvo un alcance de tipo exploratorio y un enfoque mixto. Se realizaron múltiples mediciones en un periodo de un mes. Para los datos cuantitativos, se utilizó un diseño cuasiexperimental compensado con *postest*, en el que se aplicaron la totalidad de los tratamientos experimentales a los participantes (Campbell y Stanley, 1995).

Como muestra se utilizó un curso completo de octavo año básico. Participaron quince alumnos ($n = 15$), con un rango etario entre catorce y dieciséis años, compuestos por diez varones y cinco mujeres. El curso se dividió aleatoriamente en tres grupos de cinco estudiantes. Se realizaron tres sesiones de clases dirigidas por el mismo profesor. Las tres clases contemplaban el trabajo a partir de un video musical, que cada grupo observó mediante formatos de proyección audiovisual diferentes: RV inmersiva, RV de escritorio y proyección tradicional bidimensional (2D). Todos los grupos participaron de la misma clase. De esta manera, el formato de proyección audiovisual se transforma en el tratamiento experimental o variable independiente.

Habitualmente, la RV se utiliza con dispositivos de *hardware* especializados conocidos como *head-mounted display* (HMD), que constan de una pantalla que abarca el campo de visión del usuario y auriculares que proporcionan sonido. Estos dispositivos poseen un osciloscopio interno que permite que las imágenes y los sonidos se muevan de forma interactiva, simulando la percepción de la realidad. En el presente artículo se utiliza la denominación de *RV inmersiva* para esta categoría. Aunque los HMD son los dispositivos más utilizados para la RV, existen otras posibilidades de representación en este formato, como la RV de escritorio, en la cual la simulación se muestra en un ordenador y es controlada por el *mouse* (Wu *et al.*, 2020). De esta manera, existe un rango amplio de posibilidades para la implementación de la RV, que va desde sistemas de baja inmersión que funcionan en ordenadores comunes hasta la inmersión total mediante HMD. En la Tabla 1 se detalla la rotación de los grupos a través de las sesiones respecto al tratamiento experimental, construido a partir de estas dos categorías de RV y la proyección audiovisual tradicional.

Tabla 1.
Diseño cuasiexperimental compensado

	Sesión 1	***Sesión 2***	***Sesión 3***
Grupo 1	X_1 [a]O	X_2[b]O	X_3[c]O[d]
Grupo 2	X_2O	X_3O	X_1O
Grupo 3	X_3O	$X_1$0	X_2O

[a] X1: Realidad virtual inmersiva (con dispositivo HMD).
[b] X2: Realidad virtual de escritorio o no inmersiva (con PC y mouse).
[c] X3: Proyección tradicional en 2D (desde el PC).
[d] O: Observación (cuestionario respuesta cerrada).

Fuente: adaptado de Campbell y Stanley (1995).

Al finalizar cada una de las sesiones, se aplicó un cuestionario de respuesta cerrada. Este tenía como propósito que los participantes evaluaran la motivación percibida durante la experiencia audiovisual. Para operacionalizar el concepto de motivación, se descompuso en dimensiones a las que se asociaron indicadores concretos. Se buscó diseñar un instrumento simple, que los participantes —escolares

de entre 14 y 16 años— pudieran comprender, de modo que pudieran evaluar la experiencia con consistencia a lo largo de las sesiones.

La *inmersión en una proyección audiovisual* se definió como la efectividad con que la representación reemplaza la percepción del mundo real (Natale *et al.*, 2020). La *atención* se entendió como la capacidad de dirigir la percepción y la acción para realizar una tarea y lograr un objetivo (Gibson y Rader, 2011; Shell y Flowerday, 2019). El *interés*, como el estado psicológico de disposición de la percepción hacia estímulos específicos (Pintrich, 2003; Renninger y Hidi, 2019). La operacionalización de la variable dependiente *motivación* se construyó a partir de estos conceptos y se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.
Operacionalización de la variable motivación

Dimensiones	***Indicadores***			
	Total	**Casi total**	**Parcial**	**Baja**
Inmersión	Logré abstraerme de toda distracción externa durante la reproducción del video	Logré abstraerme de casi todas las distracciones externas durante la reproducción del video	Logré abstraerme parcialmente de las distracciones externas durante la reproducción	Constantemente me distraje con las distracciones externas durante la reproducción
Atención	Pude mantener la atención durante toda la reproducción del video	Pude mantener la atención en más de la mitad de la reproducción	Pude mantener la atención en la mitad de la reproducción del video	Pude mantener la atención en menos mitad de la reproducción del video
Interés	Me mantuve interesado durante todo el transcurso del video	Me mantuve interesado en casi todo el transcurso del video	Me mantuve interesado la mitad del tiempo que duró la reproducción	Me mantuve interesado en menos de la mitad del transcurso del video

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis de los datos, se asignaron puntajes a cada uno de los indicadores, transformándolos en variables ordinales (total = 4, casi total = 3, parcial = 2, baja = 1). Los datos fueron analizados utilizando estadísticos descriptivos e inferenciales mediante el *software* R-Studio[2] (R Core Team, 2023). Se calcularon el porcentaje, la media y la desviación estándar para cada una de las tres dimensiones. Además, se calculó el tamaño del efecto a partir del coeficiente *d* de Cohen (Cohen,

[2] Los datos de las mediciones y el código de R Studio se pueden encontrar en Iglesias (2024).

1988). Para evaluar la consistencia interna de las escalas de medida, se calculó el coeficiente alfa de Cronbach (Russell, 2018).

Se realizó el test de Kruskal-Wallis y, posteriormente, pruebas *post hoc* (pruebas por pares de Wilcoxon), por tratarse de variables ordinales no paramétricas medidas de forma independiente, con el fin de verificar si existían diferencias estadísticamente significativas a partir del tratamiento experimental (Russell, 2018).

También se buscó identificar posibles correlaciones entre la motivación y los resultados de aprendizaje reportados anteriormente en otra publicación (Iglesias y Chávez, 2022). Para ello, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre los resultados de aprendizaje —definidos como el porcentaje de logro obtenido por los participantes en una evaluación de los contenidos tratados en cada sesión— y la percepción de la inmersión, la atención y el interés.

Para la recopilación de datos cualitativos, al finalizar las tres sesiones se realizó un *focus group* (Morgan y Krueger, 1998), al que se invitó a seis participantes seleccionados aleatoriamente ($n = 6$). El objetivo del *focus group* fue profundizar en la percepción de los participantes durante la experiencia audiovisual. Se buscó la triangulación a partir de los resultados obtenidos.

Procedimientos

Las sesiones se realizaron en el contexto de la clase de música. Se estructuró una unidad de aprendizaje a lo largo de las tres sesiones, alineada con los Programas de Estudio de Música del Ministerio de Educación (MINEDUC, 2015), en el eje de aprendizaje *escuchar y apreciar*: "OA2 - Comparar músicas con características diferentes, basándose tanto en elementos del lenguaje musical y en los procedimientos compositivos, como en su relación con el propósito expresivo" (MINEDUC, 2016, p. 62). La unidad de aprendizaje buscó desarrollar habilidades de reconocimiento en obras de diversos estilos, identificando los instrumentos que participaban en cada ejecución, así como el ritmo, el carácter y la forma musical.

Las sesiones se organizaron en actividades de inicio, desarrollo y cierre. Durante el desarrollo de cada clase, los estudiantes vieron y escucharon una proyección audiovisual en la que debían identificar instrumentos, ritmos, carácter y estructura. En cada sesión se trabajó con un repertorio diferente. De esta manera, la proyección audiovisual se enmarcó en un enfoque pedagógico de aprendizaje experiencial, construyendo conocimiento a partir de la observación, las experiencias previas y los contenidos desarrollados en clase (Kolb, 2015).

En cada sesión, cada uno de los tres grupos observó la misma proyección audiovisual en un formato diferente (RV inmersiva, RV de escritorio, 2D). Se planificaron tres sesiones para rotar los tratamientos experimentales y permitir que

cada grupo experimentara los tres formatos de proyección audiovisual. Durante la proyección, los participantes permanecieron sentados en asientos giratorios, independientemente del tratamiento aplicado. Al finalizar cada clase, completaron el cuestionario sobre la motivación percibida. El repertorio escuchado en cada sesión se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3.
Repertorio escuchado en cada session

	Repertorio	***Estilo***
Sesión 1	"Todo le canta" de Patricio Quintanilla	Villancico tradicional chileno
Sesión 2	"Adiós Nonino" de Astor Piazzolla	Nuevo tango
Sesión 3	"Por una cabeza" de Carlos Gardel	Tango

Fuente: elaboración propia.

De esta manera, cada participante evaluó los tres tratamientos experimentales, obteniéndose un total de 45 evaluaciones. Esto aportó fiabilidad a las mediciones, aspecto que fue reforzado por el profesor durante cada sesión, al señalar a los participantes que debían evaluar la experiencia aplicando los mismos criterios. Así se controló la validez interna del cuasiexperimento (Campbell y Stanley, 1995) y se minimizaron las amenazas de instrumentación y administración de las mediciones. No se presentaron casos de mortalidad experimental, ni se identificaron eventos durante el desarrollo del cuasiexperimento que pudieran alterar significativamente los resultados.

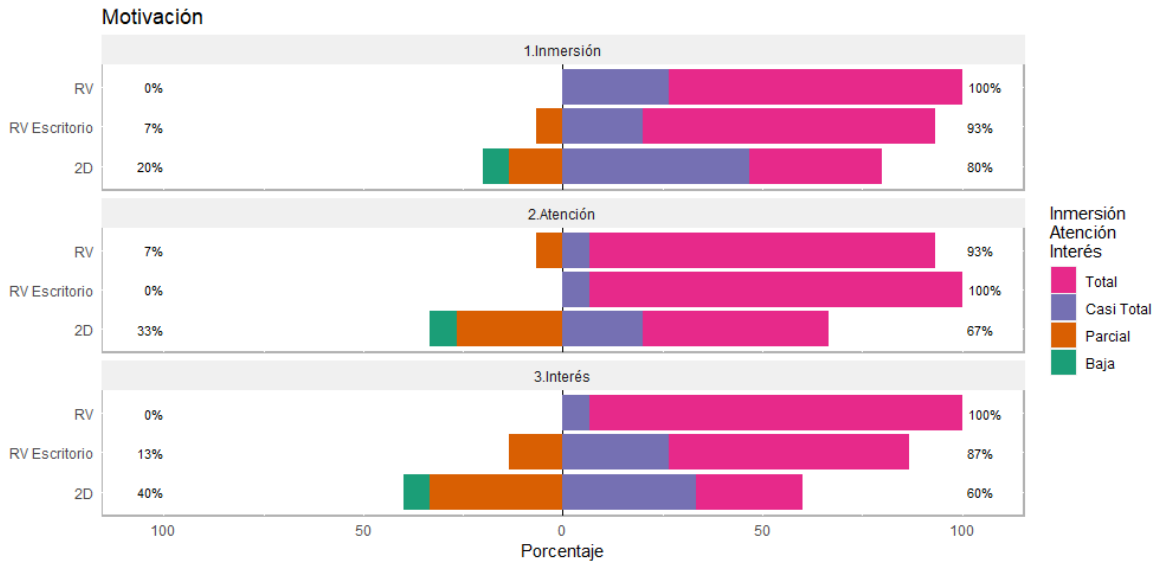
La validez interna se vio fortalecida, además, por el diseño cuasiexperimental compensado utilizado en la investigación. Según Campbell y Stanley (1995), este diseño mejora la precisión de las mediciones al aplicar la totalidad de los tratamientos experimentales a todos los participantes. Los mismos autores destacan que la asignación aleatoria de los grupos dentro de la muestra —procedimiento que, como se mencionó anteriormente, fue empleado en el presente estudio— refuerza la validez interna del cuasiexperimento.

Desde el punto de vista ético, la intervención fue autorizada por la dirección del establecimiento. Dado que los participantes eran menores de edad, se informó a los apoderados, quienes firmaron una carta de consentimiento informado.

Resultados

En la Figura 1 se presentan los resultados de la percepción de la *motivación*, agrupados de acuerdo con las categorías analizadas y el método de proyección audiovisual utilizado.

Figura 1.
Resultados del cuestionario motivación



Fuente: elaboración propia.

El coeficiente alfa de Cronbach fue de 0,76, lo que indica una alta consistencia interna (Russell, 2018). Las pruebas de Kruskal-Wallis mostraron valores $p = 0,03$ para la inmersión, $p = 0,005$ para la atención y $p = 0,001$ para el interés, lo que sugiere diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en las tres dimensiones medidas.

Las pruebas de Wilcoxon por pares permitieron identificar los grupos específicos en los que se produjeron estas diferencias. En la dimensión *inmersión*, se encontraron diferencias entre el grupo de RV y la proyección 2D, así como entre la RV de Escritorio y la proyección 2D (RV/RV Escritorio, $p = 0,9$; RV/2D, $p = 0,05$; RV Escritorio/2D, $p = 0,05$). El mismo comportamiento se observó en la dimensión atención (RV/RV Escritorio, $p = 0,55$; RV/2D, $p = 0,03$; RV Escritorio/2D, $p = 0,02$). En la dimensión interés, se encontraron diferencias entre los tres grupos (RV/RV Escritorio, $p = 0,05$; RV/2D, $p = 0,001$; RV Escritorio/2D, $p = 0,05$). Los coeficientes *d* de Cohen y el tamaño del efecto (Russell, 2018) se muestran en la Tabla 4.

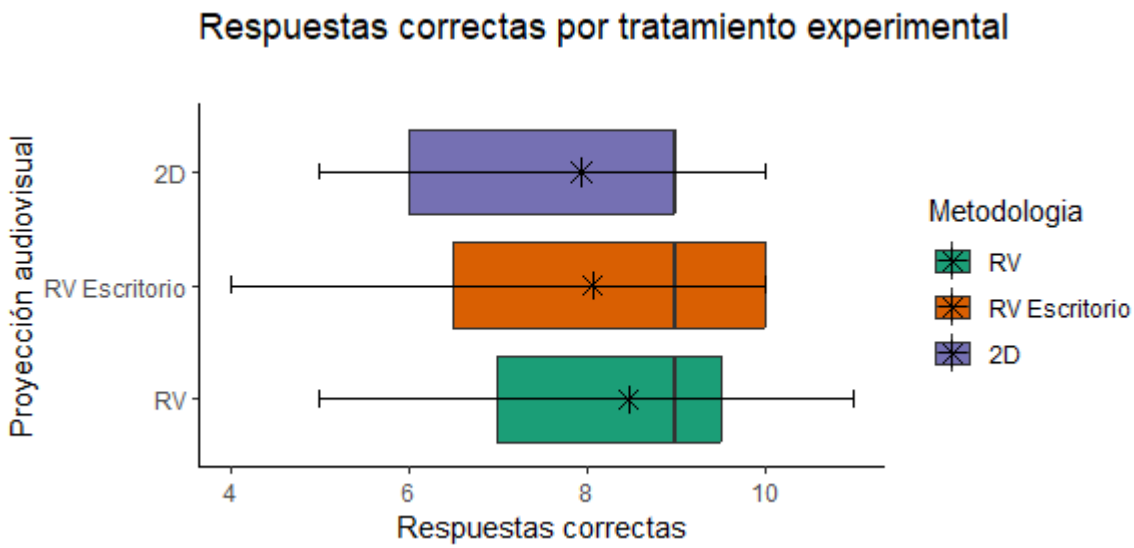
Tabla 4.
Coeficiente d de Cohen y tamaño del efecto motivación entre grupos

Inmersión	Atención	Interés
RV y RVE: 0,12 => efecto pequeño RV y 2D: 0,94 => efecto grande RVE y 2D: 0,78 => efecto grande	RV y RVE: -0,30 => efecto pequeño RV y 2D: 0,88 => efecto grande RVE y 2D: 1,15 => efecto grande	RV y RVE: 0,83 => efecto grande RV y 2D: 1,64 => efecto grande RVE y 2D: 0,78 => efecto grande

Fuente: elaboración propia.

Para comparar los resultados de aprendizaje con la percepción de los participantes respecto a la motivación, se utilizaron los datos reportados en Iglesias y Chávez (2022).

Figura 2.
Respuestas correctas



Nota: Los * representan las medias.

Fuente: elaboración propia con base en Iglesias y Chávez (2022).

La correlación entre las respuestas correctas y la inmersión mostró una correlación positiva moderada (coeficiente de Pearson = 0,37, p = 0,001). La atención presentó una correlación débil (coeficiente de Pearson = 0,30, p = 0,04). El interés no mostró correlación con los resultados de aprendizaje y no presentó significancia estadística (coeficiente de Pearson = 0,18, p = 0,2) (Russell, 2018).

En el *focus group*, los estudiantes comentaron diversos aspectos de las proyecciones audiovisuales, expresando una notable preferencia por la RV inmersiva y de escritorio. En algunos comentarios se evidenció la alta carga cognitiva exógena (Sweller *et al.*, 2011) que se produce al utilizar dispositivos de RV inmersiva: "[La RV] desconcentra un poco, miraba para arriba, donde estaba sentada" (Estudiante 1, *focus group*); "Con la RV estaba como uh-uh, no me importaba ver la canción" (Estudiante 3, *focus group*).

Aunque los estudiantes estaban aislados del exterior por el uso de lentes y audífonos, el dispositivo en sí podría haber provocado distracciones de los contenidos presentados. De acuerdo con algunos comentarios, se podría inferir que la RV de escritorio podría reducir la carga cognitiva relevante y exógena.

> La RV de escritorio fue la que más me gustó, me logré concentrar al 100%. (Estudiante 2, focus group)
>
> La RV de escritorio fue el mejor medio para retener la información. (Estudiante 5, focus group)
>
> Lo que más me gustó fue la RV de escritorio, porque con los lentes no puedo tomar apuntes (Estudiante 3, *focus group*)

Aunque también destacan los beneficios de la RV inmersiva:

> Uno se puede meter en el mundo de la música. (Estudiante 4, focus group)
>
> Con la RV inmersiva no te puedes distraer con nada, no tenías al lado al compañero. No podía ver a mi compañero girando como loco. (Estudiante 4, focus group)
>
> Uno se siente adentro. (Estudiante 5, focus group)
>
> Es la experiencia que más se acerca a un concierto. (Estudiante 6, *focus group*)

Tanto la RV inmersiva como la de escritorio tienen la ventaja de permitir que la presentación de la imagen y el sonido sea controlada por el usuario, lo que potencia la interacción dinámica con los contenidos presentados. Un estudiante comentó: "[La proyección tradicional 2D] te ponía el instrumento que el video quería, en vez de poder focalizarte en el instrumento que tú querías" (Estudiante 6, *focus group*).

Este aspecto fue percibido como positivo para el aprendizaje por los participantes.

Discusión

Desde el punto de vista empírico, los resultados evidencian que los participantes perciben que la RV, tanto en sus formas inmersivas como de escritorio, es un medio de proyección audiovisual que incrementa la motivación en comparación con una proyección bidimensional tradicional. Se pudo establecer significancia estadística entre los grupos, con un tamaño de efecto grande. Además, los participantes perciben los beneficios de estas nuevas tecnologías para la simulación de situaciones musicales, manifestando que se sintieron como si estuvieran participando en un concierto durante la clase. Esto se tradujo en mejores resultados de aprendizaje (Iglesias y Chávez, 2022) y evidenció una correlación positiva entre las dimensiones de inmersión y atención y el porcentaje de logro en una evaluación de los contenidos de la clase.

El cuestionario utilizado para medir la motivación mostró una consistencia interna alta (coeficiente alfa de Cronbach = 0,76), lo que valida la operacionalización del constructo en las dimensiones de inmersión, atención e interés. Aunque se podría haber operacionalizado la motivación con indicadores más sofisticados y complejos, basados en diversas teorías psicológicas, se optó por un constructo de fácil aplicación y comprensión para los escolares. Esta simplicidad tuvo otra ventaja: permitió aplicar el cuestionario directamente en el contexto de la clase, lo que mantuvo la experiencia audiovisual fresca y le dio mayor consistencia a la evaluación realizada por cada participante.

En el análisis de las diferencias entre la RV inmersiva y la de escritorio, los resultados son contradictorios. Aunque la RV inmersiva podría generar mayor inmersión e interés, la RV de escritorio podría potenciar la atención. Al triangular los datos del cuestionario y el *focus group*, se observa convergencia, sugiriendo que la RV inmersiva podría distraer la atención de los contenidos esenciales. Si consideramos que el uso de un dispositivo HMD con audífonos aísla completamente al usuario de estímulos externos, se puede inferir que esta distracción es causada por la saturación de la carga cognitiva relevante o exógena (Mayer, 2022; Mayer y Moreno, 2010; Sweller *et al.*, 2011). Este hallazgo coincide con estudios de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (TCAM), que adoptan una postura crítica respecto al uso de la RV inmersiva (Makransky *et al.*, 2019; Parong y Mayer, 2018).

No obstante, el análisis de los resultados de aprendizaje apunta en dirección contraria, observando que el grupo que usó la RV inmersiva obtuvo mejores resultados que el grupo que usó la RV de escritorio. Si bien no se concluyó significancia estadística y el tamaño del efecto fue pequeño, esta tendencia se acentúa en las preguntas de alta dificultad, que implicaban la relación de varios conceptos y parámetros musicales (Iglesias y Chávez, 2022). Por lo tanto, los resultados divergen de las predicciones de la TCAM, que sugiere que la RV podría

limitar los resultados de aprendizaje debido a la sobrecarga cognitiva relevante y exógena, y saturar los recursos limitados con que cuenta cada individuo para procesar la información (Mayer y Moreno, 2010). Esta divergencia se encuentra también en otros estudios empíricos que utilizan la RV para simulaciones (Barmpoutis *et al.*, 2020; Back *et al.*, 2020; Innocenti *et al.*, 2019), lo que sugiere que TCAMpodría haber una anomalía en las previsiones de la TCAM.

La explicación de esta anomalía podría tener implicancias teóricas significativas. La TCAM busca comprender el proceso de aprendizaje audiovisual a través de un espectro amplio (Mayer, 2022), que abarca desde metodologías didácticas tradicionales hasta simulaciones de la realidad. Las primeras se centran en proporcionar nueva información al usuario, mientras que las segundas intentan recrear una experiencia específica, a menudo sin recurrir a contenidos verbales.

Aunque la RV comparte similitudes con los medios tradicionales de proyección, también presenta diferencias notables, como la posibilidad de interacción a través de canales kinestésicos y hápticos. Esto amplía los canales auditivos y visuales típicos de una proyección audiovisual tradicional. La TCAM se ha centrado principalmente en los canales auditivos y visuales, sin explorar a fondo el potencial que los canales hápticos y kinestésicos podrían ofrecer.

En el presente estudio, la experiencia audiovisual se utilizó con fines de simulación. Esto implica un método de instrucción indirecta, con la expectativa de que los participantes vivieran la experiencia de participar en un concierto. Los participantes pudieron interactuar con la música observando una agrupación instrumental, y la RV permitió que, mediante el movimiento de la cabeza, un ejecutante se pusiera en primer plano visual y auditivo. En otras palabras, los participantes podían controlar de manera interactiva, a través de canales kinestésicos, lo que querían ver y escuchar. Esta posibilidad de interacción con la proyección audiovisual fue considerada pedagógicamente significativa en el diseño de la intervención, ya que el objetivo de aprendizaje de la clase era identificar los diferentes instrumentos que participaban en la ejecución. Un participante apoya esta idea durante el *focus group*: "[La proyección tradicional 2D] te ponía el instrumento que el video quería, en vez de poder focalizar en el instrumento que tú querías" (Estudiante 6, *focus group*).

Luego, se integró esta experiencia al contexto de la clase, enmarcada en un enfoque pedagógico experiencial constructivista (Kolb, 2015). Este enfoque pedagógico es sustancialmente distinto al que puede adoptar un diseño instruccional, en que se busca que el usuario perciba y procese información a través de la instrucción directa.

Varios estudios han explorado el uso de estímulos hápticos y kinestésicos, concluyendo que su utilización puede potenciar los aprendizajes (Fredembach *et al.*, 2009; Hu *et al.*, 2015; Kalenine *et al.*, 2011). Estos resultados respaldan la idea de un

enfoque pedagógico multisensorial, lo cual contradice la premisa de la TCAM y la TCAP, que argumentan que se debe limitar la cantidad de estímulos sensoriales para reducir la carga cognitiva exógena (Ginns *et al.*, 2020).

Desde la perspectiva musical, la idea de que el movimiento puede potenciar procesos de aprendizaje tiene respaldo en metodologías ampliamente aceptadas en la disciplina, como el enfoque propuesto por Orff en su Schulwerk o por Dalcroze en su Euritmia (Abril, 2011; Álamos y Tejada, 2020). Aunque podría argumentarse que, en el contexto de los aprendizajes musicales, el movimiento no corresponde necesariamente a una carga cognitiva exógena, se destaca el enfoque de la TCAP hacia contenidos verbales y propositivos, dejando de lado los saberes procedimentales. Además, se ha sugerido que la ejecución de movimientos sincrónicos podría activar recursos de atención y estimular la memoria de trabajo, potenciando la sincronía social y otras funciones cognitivas no directamente relacionadas con la música (Miendlarzewska y Trost, 2014).

A la fecha, no existen investigaciones que exploren desde la perspectiva de la TCC y la TCAM el potencial del canal kinestésico en situaciones de aprendizaje audiovisual, ni orientaciones sobre su utilización en diseños instruccionales. Esta nueva perspectiva podría ser particularmente beneficiosa en situaciones en las que la RV se usa para simulaciones, buscando que el usuario experimente diferentes situaciones mediante la inmersión para luego construir conocimiento.

De esta manera, la predicción de la TCAM de que la RV puede aumentar de manera crítica la carga cognitiva relevante y exógena podría ser pertinente para comprender el proceso cognitivo en situaciones de instrucción directa con contenidos orientados a saberes propositivos. Sin embargo, esta predicción podría no ser aplicable a otros contextos, como cuando la RV se utiliza para simulaciones dentro de un enfoque de aprendizaje experiencial constructivista. En este sentido, la tcc es explícita y enfática en su fundamentación teórica al considerar que variantes instruccionales constructivistas —como el aprendizaje por descubrimiento y otros métodos que promueven la instrucción indirecta— serían poco efectivas (Kirschner *et al.*, 2006; Moreno y Park, 2010; Tuovinen y Sweller, 1999). Como se mencionó previamente, uno de los grandes potenciales educativos de la RV radica en el aprendizaje simulado, ya que permite al usuario experimentar situaciones que serían difíciles o imposibles de replicar en la realidad (Bower *et al.*, 2020; Dede *et al.*, 2017).

Conclusiones

Para garantizar la consistencia de la investigación, se ha realizado un esfuerzo por controlar la validez interna del cuasiexperimento. Aunque el análisis de la validez de los datos no reveló amenazas significativas, es importante señalar que la utilización de un muestreo por conveniencia, junto con una muestra de

tamaño reducido, podría limitar la validez externa del estudio. Para mitigar esta posible amenaza, se trianguló la información obtenida. Como se mencionó en la discusión, los resultados convergen con varios estudios similares.

En este sentido, los resultados presentados evidencian la tensión existente entre diferentes teorías cognitivas que permiten entender el aprendizaje a través de medios audiovisuales. No obstante, también se vislumbra una perspectiva de consenso: la RV de escritorio presenta características que la colocan en una posición de interés. En primer lugar, ofrecería la mayoría de los beneficios asociados con estas tecnologías, alineándose con perspectivas constructivistas que utilizan la simulación para la construcción de conocimiento en entornos de aprendizaje basados en el aprendizaje experiencial. Esto implica la interacción del usuario con los contenidos a través de la manipulación en tiempo real de la proyección audiovisual. Aunque la RV de escritorio proporciona menos inmersión, esto no es necesariamente negativo, ya que, según la TCAM, la inmersión excesiva podría limitar el aprendizaje al aumentar la carga cognitiva relevante.

Por otro lado, su implementación presenta ventajas atractivas, como el hecho de que requiere el uso de *hardware* que ya está disponible en la mayoría de los establecimientos educativos y hogares: un ordenador y audífonos. En este sentido, el sistema escolar está en condiciones de adoptar la RV. Sin embargo, falta un componente fundamental: el desarrollo de material didáctico. Este es un punto esencial. Se ha insistido en que no son los medios audiovisuales los que enseñan, sino que estos son solo el soporte de un diseño instruccional (Clark, 1983, 1994). El potencial de un medio audiovisual como recurso de aprendizaje solo se alcanzará si existen diseños instruccionales con una sólida fundamentación pedagógica que los respalden. En este sentido, se observa una gran debilidad de la RV, ya que no se ha logrado una masificación de material pedagógico consistente que pueda sustentar su integración en las aulas.

También es importante señalar que, aunque existe abundante literatura sobre la relación entre movimiento y cognición (Abril, 2011; Álamos y Tejada, 2020; Miendlarzewska y Trost, 2014), no se ha establecido una conexión profunda entre este conocimiento y las teorías de aprendizaje multimedia. Esto deja espacio para futuras investigaciones y teorías, pero también es un indicador de la falta de consistencia teórica y pedagógica detrás de las promesas de revolucionar la educación a través de la RV.

Por estos motivos, es prudente leer con reserva las promesas que los gigantes tecnológicos hacen sobre la integración de la RV en las aulas, ya que tienden a alinearse con lo que Mayer (2009) denomina aproximación centrada en la tecnología. Es importante subrayar que, aunque muchas investigaciones reportan mejoras en los resultados de aprendizaje en intervenciones pedagógicas con RV, el tamaño del efecto siempre es pequeño. Sin una fundamentación pedagógica

consistente ni diseños instruccionales adecuados, se puede predecir que la RV se unirá a la lista de implementaciones tecnológicas que no han logrado cumplir con las expectativas al ingresar en las aulas.

Referencias

Abril, C. (2011). Music, Movement, and Learning. En R. Collwell y P. Webster (eds.), MENC *Handbook of Research on Music Learning, Applications* (pp. 92-129). Oxford University Press.

Álamos-Gómez, J. y Tejada, J. (2020). Interrelaciones entre acción y cognición. Aportaciones de la neurociencia a la educación rítmico-musical. *Opus*, *26*(2), 1-21. https://dx.doi.org/10.20504/opus2020b2606

Back, T. de., Tinga, A., Nguyen, P. y Louwerse, M. (2020). Benefits of Immersive Collaborative Learning in CAVE-based Virtual Reality. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *17*(1), 1-18. https://dx.doi.org/10.1186/s41239-020-00228-9

Bandura, A. (1991). Social Cognitive Theory of Self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *50*(2), 248-287. https://dx.doi.org/10.1016/0749-5978(91)90022-L

Barmpoutis, A., Faris, R., Garcia, L., Gruber, L., Li, J., Peralta, F. y Zhang, M. (2020). Assessing the Role of Virtual Reality with Passive Haptics in Music Conductor Education: A Pilot Study. En J. Chen y G. Fragomeni (eds.), *Virtual, Augmented and Mixed Reality. Design and Interaction* (pp. 275-285). Springer. https://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-49695-1_18

Bhattacharjee, D., Paul, A., Kim, J. y Karthigaikumar, P. (2018). An Immersive Learning Model Using Evolutionary Learning. *Computers & Electrical Engineering*, (65), 236-249. https://dx.doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.08.023

Bruner, J. (1999). *The Process of Education*. Harvard University Press.

Bower, M., DeWitt, D. y Lai, J. (2020). Reasons Associated with Preservice Teachers' Intention to Use Immersive Virtual Reality in Education. *British Journal of Educational Technology*, *51*(6), 2214-2232. https://dx.doi.org/10.1111/bjet.13009

Campbell, D. y Stanley, J. (1995). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Amorrortu.

Chen, C. (2009). Theoretical Bases for Using Virtual Reality in Education. *Themes in Science and Technology Education*, *2*(1-2), 71-90. http://earthlab.uoi.gr/ojs/theste/index.php/theste/article/view/23

Clark, R. (1983). Reconsidering Research on Learning from Media. *Review of Educational Research*, *53*(4), 445-459. https://www.jstor.org/stable/1170217

Clark, R. (1994). Media Will Never Influence Learning. *Educational Technology Research and Development*, *42*(2), 21-29. https://dx.doi.org/10.1007/BF02299088

Clegg, N. (2023). *How the Metaverse Can Transform Education*. https://about.fb.com/news/2023/04/how-the-metaverse-can-transform-education/

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates.

Contreras, G., González, A., Fernández, M., Martínez, C., Cepa, J. y Escobar, Z. (2022). The Importance of the Application of the Metaverse in Education. *Modern Applied Science*, *16*(3), 1-34. https://dx.doi.org/10.5539/mas.v16n3p34

Cuban, L. (1986). *Teachers and Machines: The Classroom Use of Technology since 1920*. Teachers College Press.

Cuban, L. (2001). *Oversold and Underused: Computers in the Classroom*. Harvard University Press.

Dalgarno, B. y Lee, M. (2010). What Are the Learning Affordances of 3-D Virtual Environments? *British Journal of Educational Technology*, *41*(1), 10-32. https://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x

Dede, C., Jacobson, J. y Richards, J. (2017). Introduction: Virtual, *augmented,* and *mixed realities* in *education*. En D. Liu, C. Dede, R. Huang y J. Richards (eds.), *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (pp. 1-16). Springer. https://dx.doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7

Ekstrand, C., Jamal, A., Nguyen, R., Kudryk, A., Mann, J. y Mendez, I. (2018). Immersive and Interactive Virtual Reality to Improve Learning and Retention of Neuroanatomy in Medical Students: A Randomized Controlled Study. *Canadian Medical Association Open Access Journal*, *6*(1), E103-E109. https://dx.doi.org/10.9778/cmajo.20170110

Feldon, D., Callan, G., Juth, S. y Jeong, S. (2019). Cognitive Load as Motivational Cost. *Educational Psychology Review*, (31), 319-337. https://dx.doi.org/10.1007/s10648-019-09464-6

Fiorella, L. y Mayer, R. (2021). Principles for Reducing Extraneous Processing in Multimedia Learning: Coherence, Signaling, Redundancy, Spatial Contiguity, and Temporal Contiguity Principles. En R. Mayer y L. Fiorella (eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 185-198). Cambridge University Press.

Flavell, J., Miller, P. y Miller, S. (2002). *Cognitive Development*. Prentice Hall.

Fletcher, C., Hulusic, V. y Amelidis, P. (2019). Virtual Reality Ear Training System: A Study on Spatialised Audio in Interval Recognition. En F. Liarokapis (ed.), *2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)* (pp. 1-4). IEEE. https://dx.doi.org/10.1109/VS-Games.2019.8864592

Fredembach, B., Boisferon, A. de. y Gentaz, E. (2009). Learning of Arbitrary Association between Visual and Auditory Novel Stimuli in Adults: The "Bond Effect" of Haptic Exploration. *PloS one*, *4*(3), e4844. https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0004844

Gibson, E. y Rader, N. (2011). Attention: The Perceiver as Performer. En G. Hale y M. Lewis (eds.), *Attention and Cognitive Development* (pp. 1-22). Springer. https://dx.doi.org/10.1007/978-1-4613-2985-5_1

Ginns, P., Hu, F. y Bobis, J. (2020). Tracing Enhances Problem-solving Transfer, but without Effects on Intrinsic or Extraneous Cognitive Load. *Applied Cognitive Psychology*, *34*(6), 1522-1529. https://dx.doi.org/10.1002/acp.3732

Hewawalpita, S., Herath, S., Perera, I. y Meedeniya, D. (2018). Effective Learning Content Offering in MOOCs with Virtual Reality-An Exploratory Study on Learner Experience. *Journal of Universal Computer Science*, *24*(2), 129-148. https://dx.doi.org/10.3217/jucs-024-02-0129

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E. y Wilson, C. (2020). Immersive Virtual Reality as a Pedagogical Tool in Education: A Systematic Literature Review of Quantitative Learning Outcomes and Experimental Design. *Journal of Computers in Education*, *8*(1), 1-32. https://dx.doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2

Hu, F., Ginns, P. y Bobis, J. (2015). Getting the Point: Tracing Worked Examples Enhances Learning. *Learning and Instruction*, (35), 85-93. https://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.10.002

Iglesias, P. (2024). *R Code for project Virtual Reality in the Music Classroom*. Zenodo. https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13135984

Iglesias, P. y Chávez, P. (2022). La realidad virtual en el aula de música: un estudio cuasiexperimental. *Perspectiva Educacional*, *61*(2). https://dx.doi.org/10.4151/07189729-Vol.61-Iss.2-Art.1215

Innocenti, E., Geronazzo, M., Vescovi, D., Nordahl, R., Serafin, S., Ludovico, L. y Avanzini, F. (2019). Mobile Virtual Reality for Musical Genre Learning in Primary Education. *Computers & Education*, (139), 102-117. https://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.010

Jones, B. (2020). Motivating and Engaging Students Using Educational Technologies. En M. Bishop, E. Boling, J. Elen y V. Svihla (eds.), *Handbook of Research in Educational Communications and Technology: Learning Design* (pp. 9-35). Springer. https://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-36119-8

Kalenine, S., Pinet, L. y Gentaz, E. (2011). The Visual and Visuo-haptic Exploration of Geometrical Shapes Increases their Recognition in Preschoolers. *International Journal of Behavioral Development*, *35*(1), 18-26. https://dx.doi.org/10.1177/0165025410367443

Kirschner, P., Sweller, J. y Clark, R. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-based, Experiential, and Inquiry-based Teaching. *Educational Psychologist*, *41*(2), 75-86. https://dx.doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1

Kolb, D. (2015). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Pearson Education.

Makransky, G., Terkildsen, T. y Mayer, R. (2019). Adding Immersive Virtual Reality to a Science Lab Simulation Causes More Presence but Less Learning. *Learning and Instruction*, (60), 225-236. https://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007

Mayer, R. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.

Mayer, R. (2022). Cognitive Theory of Multimedia Learning. En R. Mayer y L. Fiorella (eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 57-72). Cambridge University Press.

Mayer, R. y Moreno, R. (2010). Techniques that Reduce Extraneous Cognitive Load and Manage Intrinsic Cognitive Load During Multimedia Learning. En J. Pass, R. Moreno y R. Brünken (eds.), *Cognitive Load Theory* (pp. 131-152). Cambridge University Press.

Meta. (2021). *What Is Virtual Reality All About?* Meta Quest Blog. https://www.meta.com/blog/quest/what-is-virtual-reality-all-about/

Miendlarzewska, E. y Trost, W. (2014). How Musical Training Affects Cognitive Development: Rhythm, Reward and other Modulating Variables. *Frontiers in Neuroscience*, *7*. https://dx.doi.org/10.3389/fnins.2013.00279

Ministerio de Educación Gobierno de Chile (MINEDUC). (2015). *Bases Curriculares de 7.° básico a 2.° medio*. Ministerio de Educación, Gobierno de Chile.

Ministerio de Educación Gobierno de Chile (MINEDUC). (2016). *Música: Programa de Estudio Primero Medio*. Ministerio de Educación, Gobierno de Chile.

Moreno, R. y Park, B. (2010). Cognitive Load Theory: Historical Development and Relation to other Theories. En J. Pass, R. Moreno y R. Brünken (eds.), *Cognitive Load Theory* (pp. 29-47). Cambridge University Press.

Morgan, D. y Krueger, R. (1998). *The Focus Group Guidebook*. Sage.

Natale, A. di., Repetto, C., Riva, G. y Villani, D. (2020). Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A 10-year Systematic Review of Empirical Research. *British Journal of Educational Technology*, *51*(6), 2006-2033. https://dx.doi.org/10.1111/bjet.13030

Oyelere, S., Bouali, N., Kaliisa, R., Obaido, G., Yunusa, A. y Jimoh, E. (2020). Exploring the Trends of Educational Virtual Reality Games: A Systematic Review of Empirical Studies. *Smart Learning Environments*, *7*(1), 1-22. https://dx.doi.org/10.1186/s40561-020-00142-7

Parong, J. (2022). Multimedia Learning in Virtual and Mixed Reality. En R. Mayer y L. Fiorella (eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 498-509). Cambridge University Press.

Parong, J. y Mayer, R. (2018). Learning Science in Immersive Virtual Reality. *Journal of Educational Psychology*, *110*(6), 785. https://dx.doi.org/10.1037/edu0000241

Paas, F. y Sweller, J. (2022). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. En R. Mayer y L. Fiorella (eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia learning* (pp. 73-81). Cambridge University Press.

Piaget, J. (2000). *The Construction of Reality in the Child*. Routledge.

Pintrich, P. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*, *95*(4), 667. https://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667

R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing* [*software* de computación]. R Foundation for Statistical Computing. https://www.R-project.org/

Renninger, K. y Hidi, S. (2019). Interest Development and Learning. *The Cambridge Handbook of Motivation and Learning* (pp. 260-285). Cambridge University Press. https://dx.doi.org/10.1017/9781316823279.032

Russell, J. (2018). *Statistics in Music Education Research*. Oxford University Press.

Ryan, R. y Deci, E. (2000). Self-determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-being. *American Psychologist*, *55*(1), 68. https://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68

Schiefele, U. (2009). Situational and Individual Interest. En K. Wentzel y A. Wigfield (eds.), *Handbook of Motivation at School* (pp. 197-222). Routledge.

Schunk, D., Meece, J. y Pintrich, P. (2014). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications*. Pearson.

Shell, D. y Flowerday, T. (2019). Affordances and Attention. En K. Renninger y S. Hidi (eds.), *The Cambridge Handbook of Motivation and Learning* (pp. 759-782). Cambridge University Press. https://dx.doi.org/10.1017/9781316823279.032

Shute, V., Rahimi, S. y Emihovich, B. (2017). Assessment for Learning in Immersive Environments. En D. Liu, C. Dede, R. Huang y J. Richards (eds.), *Virtual, Augmented, and Mixed Realities In Education* (pp. 71-87). Springer. https://dx.doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7

Sweller, J., Ayres, P. y Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer.

Tuovinen, J. y Sweller, J. (1999). A Comparison of Cognitive Load Associated with Discovery Learning and Worked Examples. *Journal of Educational Psychology*, *91*(2), 334. https://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.91.2.334

Wu, B., Yu, X. y Gu, X. (2020). Effectiveness of Immersive Virtual Reality Using Head-mounted Displays on Learning Performance: A Meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, *51*(6), 1991-2005. https://dx.doi.org/10.1111/bjet.13023

Zimmerman, B., Bonner, S. y Kovach, R. (1996). *Developing Self-regulated Learners: Beyond Achievement to Self-efficacy*. American Psychological Association.