

LA REALIDAD VIRTUAL EN AULAS DE PRIMARIA: UN ESTUDIO SOBRE LA RESPUESTA AFECTIVA-CONDUCTUAL

GLORIA SANTIAGO MÉNDEZ

Universidad de Málaga, Málaga, Spain

ROBI BARRANCO-MERINO

Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain

1. INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, las aulas de primaria están pobladas por una generación de nativos digitales, niños que han crecido inmersos en la tecnología desde su nacimiento. Esta realidad plantea nuevos desafíos y oportunidades en el ámbito educativo, donde la integración de herramientas tecnológicas innovadoras se vuelve cada vez más relevante. En este contexto, la Realidad Virtual (RV) emerge como una herramienta potencialmente transformadora para la educación primaria. La RV ofrece la posibilidad de crear experiencias inmersivas que pueden enriquecer significativamente el proceso de aprendizaje. Permite a los estudiantes comprender conceptos académicos complejos de una manera más intuitiva y vivencial, transportándolos virtualmente a experiencias que serían inaccesibles o difícilmente accesible desde el aula tradicional (Martín-Gutiérrez et al., 2017; Bogusevschi et al., 2020). Esta capacidad de la RV para generar entornos virtuales educativos abre nuevas vías para la innovación docente y el desarrollo de competencias en los alumnos. Este estudio se centra en analizar la respuesta afectiva-conductual de alumnos de primaria a través de distintas condiciones de RV.

1.1. REALIDAD VIRTUAL Y EMOCIONES

Según Picard (2003), uno de los temas más importantes en la investigación del comportamiento humano son las emociones humanas, debido

al papel central que desempeñan en muchos procesos de fondo, como la percepción, la toma de decisiones, la creatividad, la memoria y la interacción social. Un aspecto fundamental en la aplicación de la RV en educación es su impacto en la dimensión afectiva-conductual de los estudiantes. Las emociones juegan un papel crucial en el aprendizaje, influyendo en dimensiones como la motivación, la atención, la percepción y la adquisición de conocimientos (Carmen Bachiller et al., 2010; Kort et al., 2001). Los estados emocionales, sean positivos o negativos, pueden tener repercusiones significativas en la experiencia educativa de los alumnos (S. D’Mello & Graesser, 2011).

En este sentido, la RV tiene el potencial de generar respuestas afectivas y conductuales que pueden favorecer el aprendizaje. Además, se ha observado que la RV en si misma tiene gran potencial educativo, por ejemplo, mejorando la comprensión de conceptos abstractos y promoviendo la participación, la motivación y el interés de los estudiantes (Edwards et al., 2019). No obstante, la mayoría de estudios sobre RV en educación se han centrado principalmente en las dimensiones de la motivación, la inmersión y la cooperación (Brij & Belhadaoui, 2021), dejando múltiples variables de la dimensión afectiva-conductual aun poco exploradas. Del mismo modo, es necesario profundizar en la relación entre estas variables debido a sus posibles efectos de interacción y consecuencias sobre la experiencia docente.

1.2. MEDICIÓN DE LAS EMOCIONES

No existe consenso científico sobre la definición de emoción (Cabanac, 2002). Un método dimensional destacado, conocido como el modelo circunplejo de Russell (Russell, 1980), describe las emociones situándolas en un punto dentro de un espacio dimensional que utiliza dos ejes: la valencia, que mide la intensidad de las emociones positivas o negativas, y la excitación, que mide el nivel de activación emocional, ya sea alto o bajo. Este modelo permite visualizar cómo las emociones varían en términos de cuán positivas o negativas son.

Tradicionalmente el análisis de las emociones se ha basado en auto-reporte por parte de los sujetos (Joo et al., 2024). Sin embargo, esta técnica presenta una serie de riesgos que pueden comprometer la

validez y fiabilidad de los datos obtenidos, como por ejemplo, sesgos cognitivos que pueden influir en cómo los participantes recuerdan y reportan sus emociones. En este sentido, la RV genera un entorno ideal para la medición de emociones discretas, es decir, reacciones emocionales a corto plazo, específicas de cada sujeto, ante un conjunto de estímulos (Lindebaum & Jordan, 2012) y puede ser un buen soporte para explorar métricas objetivas de respuesta emocional (Joo et al., 2024). Existen diferentes biomarcadores que permiten una aproximación de medición objetiva. Algunos ejemplos conocidos son las expresiones faciales, la postura corporal, señales de habla y señales fisiológicas (Bosquez et al., 2018). Los cuales pueden combinarse con el registro de respuestas comportamentales mediante estudios observacionales. En ocasiones, como ocurre en estudios que emplean dispositivos HMD como display para la visualización de entornos virtuales, la cara de los sujetos puede verse parcialmente cubierta. En este tipo de situaciones algunos de los registros anteriormente mencionados quedan limitados, como por ejemplo los marcadores de expresiones faciales. Es por ello que en este tipo de situaciones es conveniente explorar una metodología multimodal de registro emocional. La combinación de varios registros ha sido confirmada como un método más efectivo que la medición unimodal en el ámbito de respuesta emocional (Chen & Huang, 2000; S. K. D'Mello & Kory, 2015). Gunes & Piccardi (2009) y Barros et al. (Barros et al., 2015) demostraron que la combinación de marcadores faciales y de la postura corporal mostraban resultados más eficientes que el empleo de registros unimodales. Castellano et al. (2008) sumaron registros mediante la voz, demostrando una mejora del 10% en la metodología de medición en comparación con el registro multimodal.

Basándose en esta metodología multimodal, esta investigación busca profundizar en la comprensión de cómo diferentes tipos de experiencias de RV pueden influir en las respuestas emocionales y comportamentales de los niños en edad escolar, lo que permitiría maximizar su potencial educativo y minimizar posibles efectos negativos. Al explorar estas interacciones entre la RV y las respuestas de los estudiantes, este estudio pretende contribuir al creciente cuerpo de conocimiento sobre la

integración efectiva de tecnologías inmersivas en la educación primaria, abriendo camino para futuras innovaciones pedagógicas que aprovechen el poder de la RV para enriquecer el aprendizaje de los nativos digitales.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Investigar los efectos del tipo de experiencia de realidad virtual (interactiva vs. pasiva) en las respuestas afectivas, conductuales y posteriores de niños en edad escolar.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- EO1. Evaluar el impacto del tipo de experiencia de realidad virtual (interactiva vs. pasiva) en la respuesta afectiva de los niños, medida a través de la comunicación no verbal (expresiones faciales y corporales de felicidad, sorpresa, miedo, relajación y tensión) y la comunicación verbal (positiva, negativa e interrogativa).
- EO11. Evaluar los efectos del tipo de experiencia de realidad virtual (interactiva vs. pasiva) en la respuesta conductual de los niños, incluyendo comportamientos de exploración del entorno virtual, comportamientos pasivos y comportamientos activos de interacción.
- EO111. Evaluar la influencia del tipo de experiencia de realidad virtual (interactiva vs. pasiva) en la conducta posterior a la experiencia de los niños, clasificada como positiva, negativa o neutral.
- EO1v. Analizar si existen interacciones significativas entre las diferentes categorías de respuestas (afectiva, conductual y posterior a la experiencia) en función del tipo de experiencia de realidad virtual.

Al abordar estos objetivos específicos, este estudio busca contribuir a una mejor comprensión de cómo las características de las experiencias

de realidad virtual pueden influir en las respuestas multidimensionales de los niños en edad escolar, lo cual tiene implicaciones relevantes para el diseño e implementación de estas tecnologías en entornos educativos.

3. METODOLOGÍA

3.1. PARTICIPANTES Y DISEÑO

Este estudio utilizó un diseño entre-sujetos para evaluar los efectos del tipo de experiencia de realidad virtual (VR) en las respuestas de los niños. La muestra estuvo compuesta por 27 estudiantes (14 niñas y 13 niños) de una escuela primaria, con edades entre 7 y 11 años.

3.2. INSTRUMENTOS Y MATERIALES

Cada participante experimentó dos condiciones de realidad virtual:

- a. Condición pasiva: Los participantes vieron un video de 360 grados que mostraba animales en su hábitat natural con una duración aproximada de 5 minutos.
- b. Condición interactiva: Los participantes jugaron al juego de ritmo Beat Saber, donde utilizaban espadas láser para golpear bloques al ritmo de la música, con un tiempo de juego medio de 4,5 minutos.

Durante el taller se empleó el modelo de HMD oculus quest 2. También se empleó una cámara de video y audio para registrar la experiencia completa de cada participante.

Se registraron las siguientes variables dependientes durante las experiencias de realidad virtual:

1. Respuesta afectiva por comunicación no verbal: expresiones faciales y corporales de felicidad, sorpresa, miedo, relajación y tensión, evaluadas en una escala Likert de 1 (baja) a 5 (alta).
2. Respuesta afectiva por comunicación verbal: comunicación verbal positiva, negativa e interrogativa (dudas), registrada mediante observación.

3. Respuesta conductual: comportamiento de exploración del entorno virtual, comportamiento pasivo y comportamiento activo de interacción, registrados mediante observación.
4. Conducta posterior a la experiencia: positiva (feliz y con ganas de continuar), negativa (con miedo, pereza o desilusión) y neutral (sin mostrar expresiones).

Además, se registró el tiempo total que cada participante estuvo inmerso en las experiencias de realidad virtual.

3.3. PROCEDIMIENTO

Previo a la experimentación se realizó un breve taller teórico de aproximadamente 7 minutos con el objetivo de introducir el concepto de realidad virtual a los participantes. El taller contó con un material teórico adaptado a las edades correspondientes donde se trató superficialmente el concepto de realidad virtual y se instruyó sobre el funcionamiento de los dispositivos HMD que se emplearían durante la experimentación así como sobre el procedimiento que se seguiría durante el mismo. Asimismo, se buscó la participación de los estudiantes preguntando acerca de su conocimiento sobre la tecnología RV y sobre sus experiencias previas con la misma. Esta instrucción previa procuró reducir la brecha experiencial entre aquellos estudiantes con experiencia previa en RV y aquellos que nunca la habían experimentado.

Las sesiones se llevaron a cabo en el espacio de gimnasio del centro escolar durante el horario escolar, con grupos de tres participantes a la vez, cada uno supervisado por un monitor. Todas las sesiones fueron grabadas para su posterior análisis. Se procuró que cada participante tuviera las mismas condiciones experienciales y que la experiencia fuera amable y con ambiente familiar, para ello los correspondientes docentes permanecieron en el aula junto a sus grupos de estudiantes durante las sesiones teóricas y los monitores dieron un trato adaptado a la edad de los participantes durante todo el proceso.

3.4. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Málaga, el Colegio de Educación Infantil y Primaria de los Guindos de Málaga, y las oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI) de la junta de Andalucía. Los padres o tutores de los participantes proporcionaron el consentimiento informado antes de la participación en el estudio.

3.5. ANÁLISIS DE DATOS

Se realizaron análisis descriptivos (medias, desviaciones estándar, medianas, cuartiles) para las variables dependientes. Posteriormente, se ajustaron los siguientes modelos de regresión:

- Modelos de regresión ordinal para evaluar los efectos del tipo de experiencia VR en las respuestas afectivas por comunicación no verbal.
- Modelos de regresión lineal múltiple para examinar los efectos en las respuestas afectivas por comunicación verbal y las respuestas conductuales.
- Modelos de regresión logística binaria para analizar los efectos en la conducta posterior a la experiencia.

Todos los modelos incluyeron el tipo de experiencia VR como predictor principal, controlando por el género y el tiempo total en VR como posibles variables moderadoras o mediadoras. Se evaluaron los supuestos de los modelos y se realizaron pruebas de significancia.

4. RESULTADOS

4.1. EFECTOS DEL TIPO DE EXPERIENCIA VR EN LAS RESPUESTAS AFECTIVAS POR COMUNICACIÓN NO VERBAL

Los modelos de regresión ordinal revelaron efectos significativos del tipo de experiencia VR en las expresiones de miedo y tensión. La condición interactiva (Beat Saber) se asoció con mayores probabilidades

de reportar niveles más altos de miedo (OR = 1.8, IC 95% [1.2, 2.7], $p < .01$) y tensión (OR = 2.2, IC 95% [1.5, 3.2], $p < .001$) en comparación con la condición pasiva (video de animales). No se encontraron efectos significativos para las expresiones de felicidad, sorpresa o relajación (todos $p > .05$).

4.2. EFECTOS EN LAS RESPUESTAS AFECTIVAS POR COMUNICACIÓN VERBAL

Los modelos de regresión lineal múltiple mostraron que la condición interactiva se asoció con un aumento significativo en la comunicación verbal negativa en comparación con la condición pasiva ($\beta = 0.8$, SE = 0.3, $t = 2.67$, $p < .01$). No se encontraron efectos significativos para la comunicación verbal positiva o interrogativa (ambos $p > .05$).

4.3. EFECTOS EN LAS RESPUESTAS CONDUCTUALES

La condición interactiva se asoció con un aumento significativo en el comportamiento de exploración ($\beta = 0.4$, SE = 0.15, $t = 2.67$, $p < .01$) y una disminución en el comportamiento pasivo ($\beta = -0.6$, SE = 0.2, $t = -3.0$, $p < .01$) en comparación con la condición pasiva. No se encontraron efectos significativos para el comportamiento activo de interacción ($p > .05$).

4.4. EFECTOS EN LA CONDUCTA POSTERIOR A LA EXPERIENCIA

Los modelos de regresión logística multinomial revelaron que la condición interactiva se asoció con mayores probabilidades de reportar una conducta neutra posterior a la experiencia (OR = 2.1, IC 95% [1.3, 3.4], $p < .01$) en comparación con la condición pasiva. No se encontraron diferencias significativas para las conductas positivas o neutrales (ambos $p > .05$).

4.5. INTERACCIONES ENTRE CATEGORÍAS DE RESPUESTAS

Se encontraron interacciones significativas entre las diferentes categorías de respuestas. Por ejemplo, mayores niveles de respuesta afectiva no verbal (expresiones de miedo y tensión) se asociaron con una mayor probabilidad de reportar conductas neutras posteriores a la experiencia (OR = 1.5, IC 95% [1.1, 2.0], $p < .01$). Además, un mayor

comportamiento de exploración se asoció positivamente con la comunicación verbal interrogativa ($\beta = 0.3$, $SE = 0.1$, $t = 3.0$, $p < .01$).

4.6. PAPEL MODERADOR DEL GÉNERO Y EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN

El género no mostró un efecto moderador significativo en ninguna de las relaciones estudiadas (todos $p > .05$). Sin embargo, el tiempo total de exposición a la experiencia VR moderó la relación entre el tipo de experiencia y el comportamiento de exploración ($\beta = 0.02$, $SE = 0.01$, $t = 2.0$, $p < .05$), indicando que el efecto de la condición interactiva en el comportamiento de exploración fue más fuerte para aquellos con mayor tiempo de exposición.

En resumen, los resultados indican que el tipo de experiencia de realidad virtual tiene efectos significativos en las respuestas afectivas, conductuales y posteriores de los niños, con la condición interactiva generando respuestas más intensas y variadas en comparación con la condición pasiva.

5. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo investigar los efectos del tipo de experiencia de realidad virtual (VR) en las respuestas afectivas, conductuales y posteriores de niños en edad escolar. Los resultados revelan patrones complejos e interesantes que tienen implicaciones significativas para el diseño e implementación de experiencias de VR en entornos educativos.

5.1. IMPACTO DIFERENCIAL DE LAS EXPERIENCIAS INTERACTIVAS Y PASIVAS

Nuestros hallazgos indican que las experiencias de VR interactivas, representadas en este estudio por el juego Beat Saber, generan respuestas afectivas y conductuales más intensas en comparación con las experiencias pasivas, como el video de animales de 360 grados. Específicamente, la condición interactiva se asoció con mayores niveles de miedo y tensión, así como con un aumento en la comunicación verbal negativa. Estos resultados sugieren que las experiencias interactivas de VR pueden ser más estimulantes y desafiantes para los niños, lo cual puede tener tanto ventajas como desventajas en el contexto educativo.

Por un lado, el aumento del miedo y la tensión podría interpretarse como una respuesta negativa. Sin embargo, es importante considerar que cierto nivel de activación emocional puede ser beneficioso para el aprendizaje y la memoria (Tyng et al., 2017). Los estudios reportan que las emociones positivas facilitan el aprendizaje y contribuyen al logro académico (Um et al., 2012). Por el contrario, un estudio reciente informó que el estado negativo centrado en el aprendizaje (confusión) mejora el aprendizaje debido a un mayor enfoque de atención en el material de aprendizaje que conduce a mejores desempeños en pruebas posteriores y pruebas de transferencia (S. D’Mello et al., 2014). También se ha informado que un estrés moderado, un estado emocional negativo, facilita tanto el aprendizaje como la memoria (Vogel & Schwabe, 2016). Asimismo, en cuanto al efecto de dichas emociones discretas (reacciones emocionales a corto plazo), algunos autores enfatizan que emociones con valencia negativa pueden tener resultados positivos (Lindebaum & Jordan, 2012). La cuestión clave es encontrar el equilibrio adecuado entre el desafío y el confort emocional para optimizar la experiencia educativa. Además, se ha encontrado que los aspectos atencionales y motivacionales de las emociones están relacionados con un mejor aprendizaje y memoria (Pekrun, 1992; Seli et al., 2016). Por lo tanto, es fundamental considerar cuidadosamente las influencias emocionales en el diseño de cursos educativos para optimizar la participación de los estudiantes y mejorar tanto el aprendizaje como la retención del material a largo plazo (Shen et al., 2009).

Es destacable, que estos resultados no refieren a que la versión interactiva provoque mayor miedo, sino que el miedo fue comunicado con mayor intensidad que las otras emociones registradas, felicidad y sorpresa. También es destacable que esta mayor comunicación se produjo tanto por lenguaje corporal como por comunicación verbal. La aplicación empleada en la versión activa Beat Saber, es un AVG (active video games), es decir, un videojuego que incorporan actividad física al juego al requerir movimientos corporales de los jugadores para interactuar con el sistema de juego (Peng et al., 2011). Dicha característica, y el mayor desafío que acompaña, pudo ser el detonante de una mayor intensidad y comunicación frente a la condición pasiva. Debido a las

limitaciones de reconocimiento emocional que sucede durante la experiencia virtual como consecuencia a la pérdida de contacto visual y el parcial ocultamiento facial debido al HMD, procurar una comunicación emocional natural y fluida puede ser clave para una correcta incorporación de la RV en aulas de primaria.

5.2. COMPORTAMIENTO DE EXPLORACIÓN Y COMPROMISO

Un hallazgo particularmente interesante es el aumento significativo en el comportamiento de exploración durante la condición interactiva. Este resultado sugiere que las experiencias de VR más inmersivas y participativas pueden fomentar una mayor curiosidad y compromiso con el entorno virtual. Desde una perspectiva educativa, este mayor nivel de exploración podría traducirse en un aprendizaje más activo y profundo (A. Y. Kolb & Kolb, 2005). La condición pasiva, aunque animaba a un comportamiento de exploración mayor, pudo recordar a los participantes a experiencias previas de simple visualización, lo que pudo derivar en un comportamiento pasivo en el que mayoritariamente tan solo interactuaban con lo que tenían delante, similar a la experiencia propia de monitores o smartphones. En cambio, la condición activa, la cual como se ha explicado anteriormente, promovía continuamente el movimiento, pudo generar un mayor *embodiment* en los participantes, es decir sentir con mayor intensidad que su cuerpo formaba parte del espacio virtual, y por tanto, derivar en un mayor comportamiento intuitivo y natural, de reconocer todo el espacio con su cuerpo y propiocepción.

Por otro lado, la condición activa se caracterizó por una mayor intensidad emocional. Los componentes motivacionales inducen curiosidad, que es un estado asociado con el interés psicológico en actividades (estímulos) novedosas y/ o sorprendentes (Lindebaum & Jordan, 2012). Un estado de curiosidad fomenta una mayor exploración y aparentemente prepara el cerebro para aprender y recordar tanto en niños como en adultos (Oudeyer et al., 2016).

Sin embargo, es importante notar que este aumento en la exploración también se asoció con una mayor comunicación verbal interrogativa. Esto podría indicar que los estudiantes experimentan una mayor incertidumbre o confusión durante las experiencias interactivas, lo que

subraya la importancia de proporcionar seguimientos adecuados durante estas actividades. Durante la experimentación, la mayoría de dichas preguntas fueron del estilo “¿Qué es eso? ¿Eso es un...?”. Este tipo de preguntas pueden resultar como fruto de participación verbal con la experiencia o con el propio grupo social (monitores y compañeros) de los que los participantes eran conscientes que estaban rodeados y pueden interpretarse como “muletas” emocionales-conductuales frente a la situación social y novedosa que estaban experimentando en el aula. No obstante, es destacable que no se dio ningún caso de preguntas que demandaran ayuda o instrucciones para resolver los desafíos que ofrecían los entornos virtuales. Todos los participantes mostraron gran autonomía y una curva de aprendizaje rápida con el dispositivo y las experiencias mostradas.

5.3. CONDUCTAS POSTERIORES A LA EXPERIENCIA

El hecho de que la condición interactiva se asociara con una mayor probabilidad de conductas neutras posteriores a la experiencia, en lugar de positivas (feliz y con ganas de continuar), es un hallazgo que merece atención. Esto podría reflejar una sobrecarga cognitiva o emocional en algunos niños, especialmente considerando la novedad de la tecnología VR para muchos de ellos. Este resultado destaca la necesidad de diseñar experiencias de VR que sean desafiantes, pero no abrumadoras, y de proporcionar tiempo y apoyo para la reflexión y el procesamiento después de las experiencias de VR. Tampoco puede descartarse que dichas reacciones puedan derivarse de la gestión emocional por parte de los participantes y la diferencia de desafío que representan la condición pasiva y activa. Es decir, la condición activa ofrecía una experiencia musical desafiante donde los participantes pudieron hacer una autoevaluación negativa de sus resultados y eso derivar en un rechazo a continuar por diversas razones. La experiencia pudo resultar más estresante de lo programada debido a dicha autogestión emocional por parte de algunos participantes. Un nivel de estrés alto puede derivar en un perjuicio del disfrute y aprendizaje por parte de los estudiantes (Vogel & Schwabe, 2016). Es destacable que la experiencia interactiva siempre se experimentó posterior a la experiencia pasiva, procurando ofrecer una

estimulación progresiva y adaptada a la edad de los participantes. Por ello, aunque los participantes desconocían el número de experiencias que experimentarían, este orden fijo pudo influir sobre la comparación de resultados entre condición pasiva y activa, y variables como la sobrecarga cognitiva y emocional arrastrada durante toda la experimentación, y como consecuencia, reducir el número de participantes con conducta posterior a la experiencia positiva.

5.4. INTERACCIONES ENTRE RESPUESTAS

Las interacciones significativas encontradas entre las diferentes categorías de respuestas subrayan la naturaleza interconectada de las experiencias de los niños en entornos de VR. Por ejemplo, la asociación entre mayores niveles de miedo y tensión y una mayor probabilidad de conductas neutras posteriores sugiere que las respuestas emocionales durante la experiencia pueden tener efectos cruzados. Además, un mayor comportamiento de exploración se asoció positivamente con la comunicación verbal interrogativa. Esto resalta la importancia de monitorear y gestionar las respuestas emocionales de los estudiantes durante las experiencias de VR y explorar el registro multimodal de respuestas emocionales y comportamentales, lo que coincide con investigaciones previas (Chen & Huang, 2000; S. K. D'Mello & Kory, 2015).

5.5. IMPLICACIONES PARA EL DISEÑO DE EXPERIENCIAS EDUCATIVAS DE VR

La RV plantea un ecosistema potencial para el desarrollo de programas educativos basados en la teoría del aprendizaje experiencial, definido como “el proceso mediante el cual se crea conocimiento a través de la transformación de la experiencia. El conocimiento resulta de la combinación de captar y transformar la experiencia” (D. A. Kolb, 1984). Los hallazgos de estudio tienen implicaciones importantes para el diseño de experiencias educativas de RV basados en el aprendizaje experiencial. Los resultados sugieren que, si bien las experiencias interactivas pueden ser más atractivas y fomentar una mayor exploración, también pueden generar respuestas emocionales más intensas que no siempre son positivas. Por lo tanto, los educadores y diseñadores de VR deben considerar cuidadosamente el equilibrio entre la interactividad y la

pasividad en función de los objetivos de aprendizaje específicos y las características de los estudiantes.

Una aproximación interesante podría ser el diseño de experiencias de VR adaptativas que puedan ajustar su nivel de interactividad y desafío en función de las respuestas del estudiante. Esto permitiría personalizar la experiencia para maximizar el compromiso y el aprendizaje mientras se minimizan las respuestas negativas excesivas.

5.6. LIMITACIONES

Este estudio plantea una metodología exploratoria multimodal adaptada al contexto de aulas de primaria y a la edad de los sujetos. El estudio procuró la comodidad de los participantes para garantizar respuestas emocionales naturales. No obstante, este contexto también trae consigo el control limitado o parcial sobre algunas variables. Por ejemplo, se procuró el empleo de un aula familiar para todos los sujetos (el gimnasio escolar). Este entorno impidió controlar ciertas variables, como por ejemplo el ruido ambiente, el cual pudo no ser constante e influir indirectamente en la experiencia virtual experimentada por los sujetos.

Por otro lado, en futuras investigaciones sería interesante explorar una mayor diversidad de entornos virtuales, tantos pasivos como activos y explorar si los resultados de este estudio son transferibles a otro tipo de experiencias. De igual modo, solo se exploró alumnos de segundo de primaria. Sería interesante replicar el estudio comparando entre los distintos niveles escolares.

Asimismo, en futuras investigaciones sería interesante explorar otras teorías y clasificaciones emocionales, así como metodologías multimodales de registro emocional. El procesamiento de las expresiones emocionales es fundamental para la adaptación psicológica y conductual de los seres humanos; está implicado en procesos como el aprendizaje o la toma de decisiones (Nakhutina et al., 2006). Pero, un claro avance desde el punto de vista científico sería establecer una metodología universal mediante la cual se midan los datos neuropsicológicos al construir o interpretar el reconocimiento emocional (Marquez & Delgado, 2012), así como integrarlos en una metodología multimodal junto a respuestas verbales, no verbales y conductuales.

Una futura línea de investigación también interesante puede ser validar dichas metodologías multimodales en búsqueda de una experimentación que compare las respuestas afectiva-conductual obtenidas en entornos físicos con gemelos virtuales de los mismos mediante RV, en contextos educativos y con experiencias destinadas al aprendizaje experiencial. Esto permitiría asentar las bases de una metodología universal y garantizar la transferencia y comparación de resultados entre estudios.

6. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sugieren que el tipo de experiencia de realidad virtual puede tener un impacto significativo en las respuestas afectivas, conductuales y posteriores de los niños en edad escolar. Específicamente, las experiencias más interactivas y desafiantes, como el juego Beat Saber, se asociaron con mayores niveles de miedo, tensión, comunicación verbal negativa, comportamientos de exploración y conductas negativas posteriores a la experiencia en comparación con las experiencias más pasivas como el video de animales.

Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para el diseño e implementación de experiencias de realidad virtual en entornos educativos. Las experiencias más interactivas y desafiantes pueden fomentar una mayor exploración y compromiso conductual, pero también podrían generar respuestas afectivas negativas, como miedo y tensión, especialmente en niños más jóvenes o con perfiles de sensibilidad específicos.

En contraste, las experiencias más pasivas y relajantes podrían ser más adecuadas para objetivos como la educación ambiental, el aprendizaje de conceptos o la relajación, ya que generaron respuestas afectivas y conductuales más positivas en este estudio.

Es importante destacar que se encontraron interacciones significativas entre las diferentes categorías de respuestas, lo que sugiere que las respuestas afectivas, conductuales y posteriores a la experiencia no son independientes. Por ejemplo, mayores niveles de respuesta afectiva negativa (miedo y tensión) se asociaron con una mayor probabilidad de reportar conductas neutras posteriores a la experiencia.

Estas interacciones resaltan la importancia de considerar las respuestas de los estudiantes de manera integral al diseñar e implementar experiencias de realidad virtual en entornos educativos.

En conclusión, este estudio contribuye a una mayor comprensión de cómo el tipo de experiencia de realidad virtual puede influir en las respuestas afectivas, conductuales y posteriores de los niños en edad escolar. Los resultados resaltan la necesidad de considerar cuidadosamente las características específicas de las experiencias de VR para maximizar su potencial educativo y minimizar los posibles efectos negativos en los estudiantes.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Este estudio ha sido desarrollado en colaboración con el startup de investigación More Than Verso y la Universidad de Málaga. Especial agradecimiento al Colegio de Educación Infantil y Primaria de los Guindos de Málaga, a su director José Francisco Pino De la Cruz y a las tutoras de los grupos participantes de estudiantes María Pilar Arjona García y Esther García Varo.

8. REFERENCIAS

- Barros, P., Jirak, D., Weber, C., & Wermter, S. (2015). Multimodal emotional state recognition using sequence-dependent deep hierarchical features. *Neural Networks*, 72, 140–151.
<https://doi.org/10.1016/J.NEUNET.2015.09.009>
- Bosquez, V., Sanz, C., Baldassarri, S., Ribadeneira, E., Valencia, G., Barragan, R., Camacho, Á., Shauri-Romero, J., & Camacho-Castillo, L. A. (2018). LA COMPUTACIÓN AFECTIVA: EMOCIONES, TECNOLOGÍAS Y SU RELACIÓN CON LA EDUCACIÓN VIRTUAL. *Revista de Investigación Talentos*, 5(1), 94–103.
<https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/35/50>
- Brij, Y., & Belhadaoui, H. (2021). Virtual and Augmented Reality in school context: A literature review. 2021 3rd International Conference on Transportation and Smart Technologies, TST 2021, 16–23.
<https://doi.org/10.1109/TST52996.2021.00010>
- Cabanac, M. (2002). What is emotion? *Behavioural Processes*, 60(2), 69–83.
[https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(02\)00078-5](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(02)00078-5)

- Carmen Bachiller, Carlos Hernández, & Jorge Sastre Martínez. (2010, June). Collaborative Learning, Research and Science Promotion in a Multidisciplinary Scenario: information and Communications Technology and Music.
https://www.researchgate.net/publication/259901645_Collaborative_Learning_Research_and_Science_Promotion_in_a_Multidisciplinary_Scenario_information_and_Communications_Technology_and_Music
- Chen, L. S., & Huang, T. S. (2000). Emotional expressions in audiovisual human computer interaction. *IEEE International Conference on Multi-Media and Expo, I/MONDAY*, 423–426.
<https://doi.org/10.1109/ICME.2000.869630>
- D’Mello, S., & Graesser, A. (2011). The half-life of cognitive-affective states during complex learning. *Cognition & Emotion*, 25(7), 1299–1308.
<https://doi.org/10.1080/02699931.2011.613668>
- D’Mello, S. K., & Kory, J. (2015). A Review and Meta-Analysis of Multimodal Affect Detection Systems. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 47(3).
<https://doi.org/10.1145/2682899>
- D’Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R., & Graesser, A. (2014). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction*, 29, 153–170.
<https://doi.org/10.1016/J.LEARNINSTRUC.2012.05.003>
- Edwards, B. I., Bielawski, K. S., Prada, R., & Cheok, A. D. (2019). Haptic virtual reality and immersive learning for enhanced organic chemistry instruction. *Virtual Reality*, 23(4), 363–373.
<https://doi.org/10.1007/S10055-018-0345-4/TABLES/2>
- Gunes, H., & Piccardi, M. (2009). Automatic temporal segment detection and affect recognition from face and body display. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics*, 39(1), 64–84.
<https://doi.org/10.1109/TSMCB.2008.927269>
- Joo, J. H., Han, S. H., Park, I., & Chung, T. S. (2024). Immersive Emotion Analysis in VR Environments: A Sensor-Based Approach to Prevent Distortion. *Electronics* 2024, Vol. 13, Page 1494, 13(8), 1494.
<https://doi.org/10.3390/ELECTRONICS13081494>
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning and Education*, 4(2), 193–212.
<https://doi.org/10.5465/AMLE.2005.17268566>
- Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. *Journal of Organizational Behavior*, 8(4), 359–360.
https://www.researchgate.net/publication/235701029_Experiential_Learning_Experience_As_The_Source_Of_Learning_And_Development

- Kort, B., Reilly, R., & Media, M. (2001). Analytical Models of Emotions, Learning and Relationships : Towards an Affect-sensitive Cognitive Machine.
- Lindebaum, D., & Jordan, P. J. (2012). Positive emotions, negative emotions, or utility of discrete emotions? *Journal of Organizational Behavior*, 33(7), 1027–1030. <https://doi.org/10.1002/JOB.1819>
- Marquez, M. G., & Delgado, A. R. (2012). Revisión de las medidas de reconocimiento y expresión de emociones. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 28(3), 977–985. <https://doi.org/https://doi.org/10.6018/analesps.28.3.148961>
- Nakhutina, L., Borod, J. C., & Zgaljardic, D. J. (2006). Posed prosodic emotional expression in unilateral stroke patients: Recovery, lesion location, and emotional perception. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/J.AC.N.2005.06.013>
- Oudeyer, P. Y., Gottlieb, J., & Lopes, M. (2016). Intrinsic motivation, curiosity, and learning: Theory and applications in educational technologies. *Progress in Brain Research*, 229, 257–284. <https://doi.org/10.1016/BS.PBR.2016.05.005>
- Pekrun, R. (1992). The Impact of Emotions on Learning and Achievement: Towards a Theory of Cognitive/Motivational Mediators. *Applied Psychology*, 41(4), 359–376. <https://doi.org/10.1111/J.1464-0597.1992.TB00712.X>
- Peng, W., Lin, J. H., & Crouse, J. (2011). Is Playing Exergames Really Exercising? A Meta-Analysis of Energy Expenditure in Active Video Games. <https://Home.Liebertpub.Com/Cyber>, 14(11), 681–688. <https://doi.org/10.1089/CYBER.2010.0578>
- Picard, R. W. (2003). Affective computing: challenges. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(1–2), 55–64. [https://doi.org/10.1016/S1071-5819\(03\)00052-1](https://doi.org/10.1016/S1071-5819(03)00052-1)
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161–1178. <https://doi.org/10.1037/H0077714>
- Seli, P., Wammes, J. D., Risko, E. F., & Smilek, D. (2016). On the relation between motivation and retention in educational contexts: The role of intentional and unintentional mind wandering. *Psychonomic Bulletin and Review*, 23(4), 1280–1287. <https://doi.org/10.3758/S13423-015-0979-0/FIGURES/3>
- Shen, L., Wang, M., & Shen, R. (2009). Affective e-Learning: Using “Emotional” Data to Improve Learning in Pervasive Learning Environment. *J. Educ. Technol. Soc.*

- Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. M., & Malik, A. S. (2017). The influences of emotion on learning and memory. *Frontiers in Psychology*, 8(AUG), 235933. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2017.01454/BIBTEX>
- Um, E. R., Plass, J. L., Hayward, E. O., & Homer, B. D. (2012). Emotional Design in Multimedia Learning. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 485–498. <https://doi.org/10.1037/A0026609>
- Vogel, S., & Schwabe, L. (2016). Learning and memory under stress: implications for the classroom. *Npj Science of Learning* 2016 1:1, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/npjscilearn.2016.11>