

Betancourt-Hurtado, M., Lopera-Ramírez, J. D., Valencia-Arias, A., Echeverri Gutierrez, C. A., & Acosta Agudelo, L. C. (2026, enero-abril). Tendencias investigativas en biorretroalimentación en videojuegos. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (77), 238-275.

<https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n77a10>

## **Tendencias investigativas en biorretroalimentación en videojuegos**

*Research trends in biofeedback in video games*

### **Mauricio Betancourt-Hurtado**

Ingeniero electrónico

Indie Level Studio

Medellín, Colombia

[mauricio.betancourt@indielevelstudio.com](mailto:mauricio.betancourt@indielevelstudio.com)

**Orcid:** <https://orcid.org/0009-0000-3106-1269>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0002418859](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002418859)

### **Juan David Lopera-Ramírez**

Comunicador audiovisual

Indie Level Studio

Medellín, Colombia

[juan.lopera@indielevelstudio.com](mailto:juan.lopera@indielevelstudio.com)

**Orcid:** <https://orcid.org/0009-0003-0752-8406>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0002418849](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002418849)

### **Alejandro Valencia-Arias**

Doctor en Ingeniería

AM&C Colombia

Medellín, Colombia

[formulacion@administrativemc.com](mailto:formulacion@administrativemc.com)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-9434-6923>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001388809](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001388809)

### **Camilo Andrés Echeverri Gutierrez**

Doctor en Estudios Organizacionales

Administrative Management Consultants S.A.S

Medellín, Colombia

[presidencia@amyc.com.co](mailto:presidencia@amyc.com.co)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0003-0667-0913>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0002078267](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002078267)

**Leidy Catalina Acosta Agudelo**

Doctora en estudios Organizacionales  
Administrative Management Consultants S.A.S  
Medellín, Colombia

[comercial@amyc.com.co](mailto:comercial@amyc.com.co)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0003-1538-1881>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000102690](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000102690)

**Recibido:** 05 de noviembre de 2025

**Evaluado:** 29 de noviembre de 2025

**Aprobado:** 17 de diciembre de 2025

**Tipo de artículo:** Revisión.

## Resumen

La investigación analiza la evolución reciente de la biorretroalimentación aplicada a videojuegos, un campo que articula tecnología, salud y sensores fisiológicos para apoyar procesos de rehabilitación, manejo del estrés y experiencias inmersivas mediante realidad virtual y dispositivos portátiles. El objetivo fue identificar tendencias, contribuyentes principales y brechas de investigación en la producción científica sobre biorretroalimentación en videojuegos. Se realizó un análisis bibliométrico siguiendo PRISMA-2020 con búsqueda y selección sistemática de documentos en Scopus y Web of Science, aplicando criterios de inclusión y exclusión para consolidar el corpus final. Los hallazgos mostraron un crecimiento marcado en las publicaciones, sobresaliendo 2022 y 2023 como los años más productivos, con Estados Unidos como líder y IEEE Access como la revista con mayor incidencia. La investigación pasó de centrarse en técnicas tradicionales de biofeedback a incorporar realidad virtual y sensores portátiles. Las palabras clave evidencian énfasis en rehabilitación, estrés y ansiedad, junto con avances en aplicaciones clínicas como el tratamiento del temblor cerebeloso y la promoción de actividad física para el bienestar mental. Es posible concluir que la biorretroalimentación en videojuegos muestra consolidación científica y potencial terapéutico, aunque persisten vacíos sobre su efectividad en diversas poblaciones y contextos, lo que orienta una agenda futura enfocada en estudios experimentales más robustos.

**Palabras Clave:** Ansiedad; Autorregulación fisiológica; Estrés psicológico; Innovación tecnológica; Realidad virtual.

## Abstract

This research analyzes the recent evolution of biofeedback applied to video games, a field that combines technology, health, and physiological sensors to support rehabilitation processes, stress management, and immersive experiences through virtual reality and wearable devices. To identify trends, key contributors, and research gaps in the scientific output on biofeedback in video games. A bibliometric analysis was conducted following PRISMA-2020 with a systematic search and selection of documents in Scopus and Web of Science, applying inclusion and exclusion criteria to consolidate the final corpus. The findings show a marked increase in publications, with 2022 and 2023 standing out as the most productive years, the United States leading the way, and IEEE Access being the journal with the highest incidence. Research has shifted from focusing on traditional biofeedback techniques to incorporating virtual reality and wearable sensors. The keywords demonstrate an emphasis on rehabilitation, stress, and anxiety, along with advances in clinical applications such as the treatment of cerebellar tremor and the promotion of physical activity for mental well-being. Biofeedback in video games shows scientific consolidation and therapeutic potential, although gaps remain regarding its effectiveness in diverse populations and contexts, which guides a future agenda focused on more robust experimental studies.

**Keywords:** Anxiety; Physiological self-regulation; Psychological stress; Technological innovation; Virtual reality.

## Introducción

La biorretroalimentación en videojuegos representa una innovadora convergencia entre tecnología y salud, donde los principios de la biorretroalimentación se integran en la experiencia de juego para diversos propósitos terapéuticos y de mejora del rendimiento. Este enfoque aprovecha los avances en la tecnología de sensores y realidad virtual para proporcionar retroalimentación en tiempo real sobre las respuestas fisiológicas del jugador, permitiendo así una

mayor conciencia y control sobre dichas respuestas. La aplicación de la biorretroalimentación en videojuegos se ha explorado en una variedad de contextos, desde la reducción de la ansiedad y el comportamiento disruptivo en entornos educativos hasta el entrenamiento de equilibrio en personas con trastornos del espectro autista y la rehabilitación de pacientes con accidente cerebrovascular (Montoya et al., 2020; Mugler et al., 2019).

Se demostró el potencial en entornos clínicos y educativos de un juego de *biofeedback* de realidad virtual, DEEP, mediante el examen de su eficacia para reducir la ansiedad y el comportamiento disruptivo en el aula (Bossenbroek et al., 2020); por otro lado, se resaltaron los beneficios en la mejora de las habilidades motoras de un entrenamiento de equilibrio basado en *biofeedback* en videojuegos para individuos con autismo (Travers et al., 2018); de forma similar, se exploró cómo la adaptación biocibernética puede mejorar la rehabilitación virtual en las extremidades superiores; se destacó su impacto en la percepción de fatiga muscular, el rendimiento en el juego y la experiencia del usuario (Montoya et al., 2020).

Adicionalmente, se investigó el papel de la retroalimentación parcial en la biorretroalimentación del juego para el entrenamiento en relajación, subrayando su relevancia en la gestión del estrés y la ansiedad, lo que ejemplifica creciente interés en la integración de la biorretroalimentación en los videojuegos como una herramienta prometedora en campos que van desde la salud mental hasta la rehabilitación física (Parnandi & Gutierrez-Osuna, 2021).

La biorretroalimentación en videojuegos es un campo de investigación prometedor, con aplicaciones tanto terapéuticas como de mejora del rendimiento. La convergencia de la tecnología de sensores y la realidad virtual ha permitido el desarrollo de intervenciones innovadoras que integran la retroalimentación fisiológica en la experiencia de juego; estas intervenciones no solo ofrecen un enfoque interactivo y atractivo, sino que también brindan una plataforma para abordar una variedad de desafíos de salud mental y física. Se demostró la utilidad de usar videojuegos comerciales para autorregular el estrés, lo que convierte esta estrategia en una herramienta accesible y efectiva (Wang et al., 2017).

En investigaciones recientes se ha examinado el impacto de los videojuegos de biorretroalimentación en la ansiedad y el afrontamiento emocional. Al respecto, se realizó un ensayo controlado aleatorio para evaluar la eficacia de un videojuego de realidad virtual con biorretroalimentación en la reducción de la ansiedad, destacando la importancia de abordar tanto

los resultados clínicos como los procesos de evaluación psicológica (Weerdmeester et al., 2021). Del mismo modo, se afirma que los enfoques integrados son relevantes para abordar la salud mental en poblaciones vulnerables; esta afirmación se respaldó con una intervención de terapia cognitivo-conductual, *biofeedback* y juegos basada en eHealth para tratar la ansiedad en niños y jóvenes con condiciones físicas crónicas (Thabrew et al., 2021).

Además, la accesibilidad y la portabilidad de las tecnologías de biorretroalimentación en dispositivos móviles están siendo exploradas como una forma de ampliar el alcance de las intervenciones de salud mental. Se desarrolló una aplicación móvil con juegos serios basados en biorretroalimentación para adultos jóvenes con ansiedad en los Emiratos Árabes Unidos, resaltando la importancia de considerar las necesidades culturales y contextuales en el diseño de intervenciones digitales (Almeqbaali et al., 2022); adicionalmente, se contribuyó al campo con el desarrollo y validación de un sistema para la evaluación y recuperación del control de la fuerza de agarre, el cual resaltó la diversidad de enfoques y aplicaciones en la biorretroalimentación en videojuegos (Lapresa et al., 2023).

Las bases conceptuales de la biorretroalimentación en videojuegos se sustentan en la premisa de que los procesos fisiológicos pueden ser monitoreados y modulados mediante la atención consciente y el aprendizaje autorregulatorio, lo que abre un camino para influir en funciones cognitivas y emocionales a través de la interacción lúdica. La literatura clásica sostiene que la biorretroalimentación no opera únicamente como un mecanismo fisiológico, sino como un proceso profundamente cognitivo donde la interpretación, la expectativa y la percepción de control median la eficacia de la intervención. De este modo, se plantea que las señales fisiológicas se convierten en estímulos significativos que el usuario aprende a decodificar y regular mediante esquemas cognitivos de afrontamiento (Meichenbaum, 1976).

Investigaciones recientes han ampliado este fundamento conceptual mostrando que la combinación de *biofeedback* y neurofeedback puede mejorar dominios como la atención sostenida, el procesamiento ejecutivo y la regulación emocional, lo que evidencia que los videojuegos con retroalimentación fisiológica no solo modifican estados corporales, sino que promueven adaptaciones cognitivas estables asociadas al rendimiento, la autorregulación y el aprendizaje emocional (Dessy et al., 2018). Esta perspectiva cognitiva permite comprender por qué los

videojuegos de *biofeedback* resultan especialmente eficaces en intervenciones terapéuticas que requieren cambios en percepción, control atencional y monitoreo emocional.

En un plano más aplicado, los avances en videojuegos con biorretroalimentación han sido analizados desde modelos integradores que explican cómo la interacción entre señales fisiológicas, desafío lúdico y procesos psicológicos produce modificaciones observables en ansiedad, estrés y afrontamiento emocional. Desde este enfoque se propone que la efectividad de estas intervenciones depende de la sincronía entre las demandas del juego, la claridad de la retroalimentación y la capacidad del jugador para incorporar dichas señales en estrategias cognitivas adaptativas, lo que genera ciclos de autorregulación progresivamente más eficaces (Weerdmeester et al., 2020). Esta comprensión sistemática ha fortalecido el diseño de videojuegos terapéuticos que combinan mecánicas inmersivas con indicadores fisiológicos para facilitar aprendizajes transferibles a entornos clínicos y educativos, lo que permite una organización más clara de las aplicaciones: intervenciones orientadas a la ansiedad y el estrés, programas centrados en el desempeño cognitivo y propuestas dirigidas a la rehabilitación motora o sensoriomotora. Bajo esta estructura temática es posible presentar el campo de manera más ordenada y coherente, resaltando cómo los fundamentos cognitivos y los modelos integradores sostienen la diversidad de aplicaciones emergentes en la biorretroalimentación basada en videojuegos.

A pesar del creciente interés en la biorretroalimentación en videojuegos como una herramienta terapéutica y de mejora del rendimiento, existen claros vacíos de investigación que requieren una atención más detallada. Si bien se han realizado avances significativos en áreas como el tratamiento del temblor cerebeloso (Hudelle et al., 2018) y la promoción de la actividad física en entornos de atención de salud mental mediante tecnologías digitales (Simões de Almeida et al., 2023), hay una necesidad de investigar más a fondo la efectividad y la aplicabilidad de la biorretroalimentación en diferentes poblaciones y contextos; por ejemplo, aunque se ha explorado el uso de juegos de realidad virtual basados en biorretroalimentación en la población pediátrica, aún queda por determinar su viabilidad y eficacia en términos de resultados clínicos y funcionales (Savaş et al., 2024).

En consecuencia a lo anterior, se tiene que el objetivo de investigación es indagar sobre las tendencias temáticas en el campo de la biorretroalimentación en videojuegos. Para ello, se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son los años donde más interés se ha presentado

sobre biorretroalimentación en videojuegos?, ¿qué tipo de crecimiento presenta la cantidad de artículos científicos sobre biorretroalimentación en videojuegos?, ¿cuáles son los principales referentes investigativos sobre biorretroalimentación en videojuegos?, ¿cuál es la evolución temática derivada de la producción científica sobre biorretroalimentación en videojuegos?, ¿cuáles son los principales clústeres temáticos sobre biorretroalimentación en videojuegos?, ¿cuáles son las palabras clave crecientes y emergentes en el campo de investigación de la biorretroalimentación en videojuegos?, y ¿cuáles temáticas se posicionan como protagonistas para el diseño de una agenda investigativa sobre biorretroalimentación en videojuegos?

La bibliometría propuesta se organiza en secciones que proporcionan una visión integral del estado actual de la investigación en este campo. Se incluye una sección introductoria que contextualiza el tema y justifica la importancia del estudio; se presentan los métodos utilizados para llevar a cabo el análisis bibliométrico, detallando las bases de datos y criterios de inclusión de estudios; la sección de resultados destaca los hallazgos más relevantes, y en la discusión se contemplan estos resultados con más detalle. Finalmente se ofrecen conclusiones que resumen las principales contribuciones de la bibliometría y se sugieren posibles direcciones futuras para la investigación en biorretroalimentación en videojuegos.

### **Metodología**

Esta investigación tuvo un enfoque exploratorio, basado en fuentes secundarias de investigación, para llevar a cabo un análisis bibliométrico de la literatura sobre biorretroalimentación en videojuegos, siguiendo los parámetros establecidos en la declaración PRISMA-2020 (Page et al., 2021). Se buscó identificar y sintetizar la evidencia disponible en la literatura científica, con el fin de comprender las tendencias, los temas emergentes y las áreas de interés en este campo en constante evolución. El estudio fue guiado por los principios de transparencia y reproducibilidad, garantizando así la calidad y la validez de los hallazgos obtenidos, y se alineó con los conceptos de emprendimiento estratégico como herramienta para la identificación de oportunidades y la creación de ventajas competitivas, como se señala en la investigación de Valencia-Arias et al. (2017).



## Criterios de elegibilidad

Los criterios de elegibilidad se dividieron en dos tipos, los de exclusión y los criterios de inclusión que se centraron principalmente en los metadatos de los registros, priorizando los términos encontrados en los títulos y palabras clave. Se consideraron tanto las distintas formas de citar el concepto de biorretroalimentación, como “*biofeedback*”, “retroalimentación biológica” y sus variaciones, así como las referencias a los videojuegos, como “videojuegos”, “juegos digitales”, entre otros. Con la combinación de términos se abarcó de manera integral la literatura relevante en el ámbito de estudio, asegurando una amplia cobertura de las publicaciones pertinentes.

En cuanto a los criterios de exclusión, en la primera fase, se excluyeron todos los registros que presentaran indexación errónea o inexacta, asegurando así la coherencia y precisión de los datos analizados. La segunda fase de exclusión se enfocó en documentos que no contaran con acceso al texto completo; sin embargo, esta restricción se aplicó únicamente a las revisiones sistemáticas de literatura, garantizando la disponibilidad de la información completa para un análisis exhaustivo. Por último, en la tercera fase de exclusión, se eliminaron aquellos documentos que presentaran indexación incompleta, actas de conferencia y textos que no fueran relevantes para el tema de estudio, con el objetivo de mantener la coherencia y relevancia en la selección de la literatura a analizar.

## Fuente de información

Se eligieron las bases de datos Scopus y Web of Science debido a su reconocida reputación como las principales fuentes de información académica y científica en la actualidad. Estas bases de datos han sido ampliamente reconocidas por su exhaustividad y cobertura multidisciplinaria, lo que permite acceder a una amplia gama de literatura científica de alta calidad en diversas áreas del conocimiento. Un estudio comparativo, destacó que tanto Scopus como Web of Science ofrecen una cobertura robusta y fiable a través de citas, lo que respalda su elección como las bases de datos predilectas para la investigación académica y bibliométrica; además, la inclusión de estas bases de datos garantiza la obtención de resultados sólidos y representativos que contribuirán a una



evaluación general del panorama de investigación en biorretroalimentación en videojuegos (Martín-Martín et al., 2021).

## Estrategia de búsqueda

Para llevar a cabo la búsqueda en las bases de datos seleccionadas, Scopus y Web of Science, se diseñaron dos ecuaciones de búsqueda especializadas que se adaptaron a los criterios de inclusión definidos y a las características de búsqueda de cada base de datos; estas ecuaciones fueron cuidadosamente elaboradas para garantizar la precisión y exhaustividad en la identificación de los estudios.

Para la base de datos Scopus: ( ( TITLE ( "biofeedback" OR "biometric feedback" OR "physiological feedback" ) AND TITLE ( "video games" OR "gaming" OR "gamification" ) ) OR ( KEY ( "biofeedback" OR "biometric feedback" OR "physiological feedback" ) AND KEY ( "video games" OR "gaming" OR "gamification" ) ) )

Para la base de datos Web of Science: ( ( TI=( "biofeedback" OR "biometric feedback" OR "physiological feedback" ) AND TI=( "video games" OR "gaming" OR "gamification" ) ) OR ( AK=( "biofeedback" OR "biometric feedback" OR "physiological feedback" ) AND AK=( "video games" OR "gaming" OR "gamification" ) ) )

## Gestión de datos

Para el procesamiento de la información recopilada de cada base de datos, se empleó la herramienta de Microsoft Excel®; esta plataforma permitió la extracción, almacenamiento y tratamiento eficiente de los datos bibliométricos obtenidos, facilitando su organización y análisis. Además, para la visualización de los resultados y la realización de análisis de redes bibliométricas, se utilizó el software gratuito VOSviewer® que permite una mejor visualización gráfica (Eck & Waltman, 2010), junto con Microsoft Excel® para la elaboración de gráficas de los diferentes indicadores bibliométricos.

## **Proceso de selección**

De acuerdo con la declaración PRISMA 2020, es pertinente mencionar si se empleó un clasificador automático interno para asistir en el proceso de selección y si se realizó una validación interna o externa para evaluar el riesgo de pérdida de estudios o clasificaciones incorrectas (Page et al., 2021). En el presente estudio, se utilizaron herramientas de automatización de Microsoft Excel® como una herramienta interna construida por todos los investigadores participantes; cada investigador empleó esta herramienta de forma independiente en la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, lo que contribuyó a reducir el riesgo de pérdida de estudios o clasificaciones incorrectas mediante la convergencia de los resultados.

## **Proceso de recolección de datos**

La metodología empleada para recopilar datos pertinentes se rigió según las pautas establecidas por la declaración PRISMA-2020; para ello, se especificaron detalladamente los métodos utilizados, incluyendo el número de revisores involucrados en la recolección de datos de cada informe, e informando si se trabajó de manera independiente o colaborativa (Page et al., 2021). Acorde a lo anterior, se utilizó Microsoft Excel® como herramienta automatizada para facilitar el proceso de recopilación de datos provenientes de las dos bases de datos seleccionadas para el estudio. Todos los autores actuaron como revisores en términos de validación, llevando a cabo este proceso de manera independiente; además, se realizó una validación colectiva, donde los autores colaboraron para confirmar los datos recopilados hasta lograr una absoluta convergencia en los resultados obtenidos.

## **Elementos de datos**

Para realizar una búsqueda adecuada y en lineamiento con el objetivo propuesto, se utilizaron ecuaciones especializadas de búsqueda diseñadas específicamente para cada base de datos seleccionada, con el fin de recopilar todos los artículos pertinentes que abordaran este tema. Se priorizó la inclusión de todos los estudios que respondieran al enfoque de investigación

establecido; sin embargo, se adoptó un enfoque riguroso al enfrentarse a la información faltante o poco clara. En tales casos, se excluyeron los textos que no contribuyeran a una comprensión integral de la base del conocimiento sobre la biorretroalimentación en videojuegos, asegurando así la coherencia con los objetivos y el alcance de la investigación.

### **Evaluación del riesgo de sesgo del estudio**

En la evaluación de sesgo se adoptó un enfoque colaborativo, dado que el proceso de recopilación de datos fue llevado a cabo por todos los autores del estudio; se aplicó un procedimiento similar para la evaluación del sesgo. En este sentido, se empleó la herramienta automatizada Microsoft Excel® de manera conjunta, permitiendo una evaluación consistente y estandarizada. Los autores participantes realizaron esta evaluación de manera independiente, lo que garantizó la imparcialidad en el análisis.

### **Medidas de efecto**

Las medidas de efecto, habitualmente se enfocan en la especificación de las medidas del efecto utilizadas para la síntesis o presentación de resultados, aunque estas medidas son comúnmente empleadas en investigación primaria, la naturaleza de esta investigación basada en fuentes secundarias requiere un enfoque diferente. En este sentido, se analizan variables como el número de publicaciones, el número de citas y la temporalidad de uso de cada palabra clave. Los datos fueron procesados utilizando Microsoft Excel® para proporcionar una síntesis cuantitativa de la literatura sobre el tema; también, se empleó VOSviewer® para identificar nodos temáticos y determinar asociaciones entre términos clave.

### **Métodos de síntesis**

Se realizó la tabulación de características de intervención y su comparación con los grupos planificados para cada síntesis, conforme a los criterios predefinidos; asimismo, se emplearon métodos para la preparación de datos, incluyendo el manejo de estadísticas de resumen faltantes o

conversiones necesarias, para la presentación y síntesis de resultados, se adoptaron técnicas de tabulación y visualización, asegurando una representación clara y comprensible de la información recopilada, además, se realizaron indicadores bibliométricos de cantidad, calidad y estructura. Estos indicadores fueron aplicados de manera automatizada utilizando Microsoft Excel® a todos aquellos documentos que superaran las tres fases de exclusión, proporcionando así una evaluación integral y objetiva (Durieux & Gevenois, 2010).

## **Evaluación del sesgo de notificación**

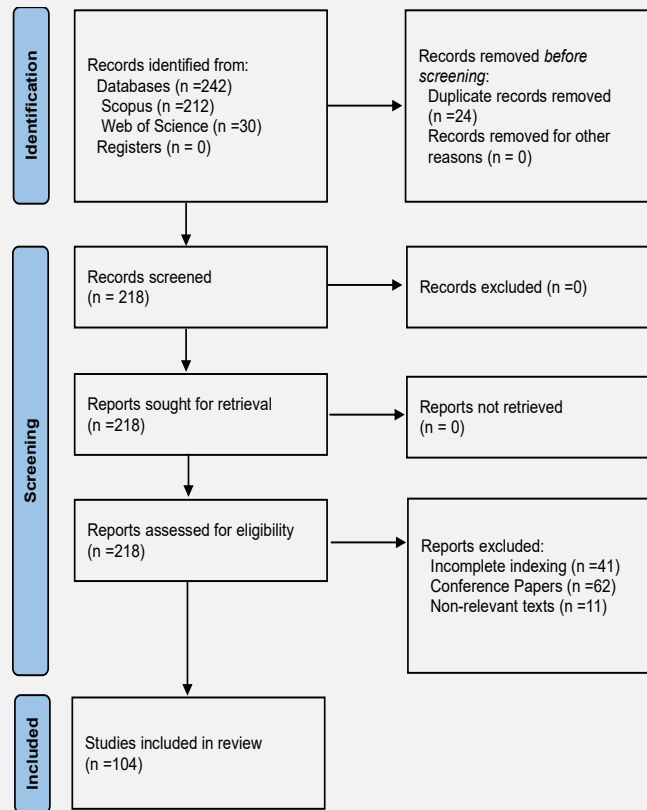
Para evaluar el riesgo de notificación se emplearon diversos métodos debido a la falta de resultados en una síntesis, que potencialmente surge de sesgos de notificación. Se reconoce la posibilidad de un sesgo hacia determinados sinónimos encontrados en tesauros como el IEEE, lo que influye en los criterios de inclusión, estrategias de búsqueda y recopilación de datos. Del mismo modo, al considerar documentos con indexación incompleta, actas de conferencia y textos no relevantes como criterios de exclusión, existe el riesgo de omitir información valiosa para la construcción de conocimiento sobre la temática, lo que podría introducir un sesgo en los resultados de la síntesis bibliométrica.

## **Evaluación de certeza**

A diferencia de los estudios primarios que evalúan la certeza individualmente, aquí se evaluó de forma global a través de la aplicación independiente de criterios de inclusión y exclusión, así como en la definición de indicadores bibliométricos; además, se abordó la certeza considerando la notificación de posibles sesgos, definidos en el diseño metodológico, y se señalan las limitaciones del estudio en la fase de discusión, lo que proporciona una evaluación general de la validez del cuerpo de evidencia obtenido en la investigación (ver Figura 1).

**Figura 1**

*Diagrama de flujo PRISMA*



*Nota.* Elaboración propia a partir de Scopus y Web of Science.

Inicialmente, se realizó la identificación de registros a partir de la estrategia de búsqueda diseñada para cada fuente de información seleccionada; la fase inicial fue seguida por la eliminación de registros duplicados, garantizando así la integridad y calidad de los datos recabados. Posteriormente, se implementaron tres fases de exclusión, basadas en criterios predefinidos, para refinar la selección de estudios incluidos en el análisis. Finalmente, se identificaron y se incluyeron en el estudio un total de 104 artículos pertinentes que contribuyen al conocimiento científico en el campo de la biorretroalimentación en videojuegos.

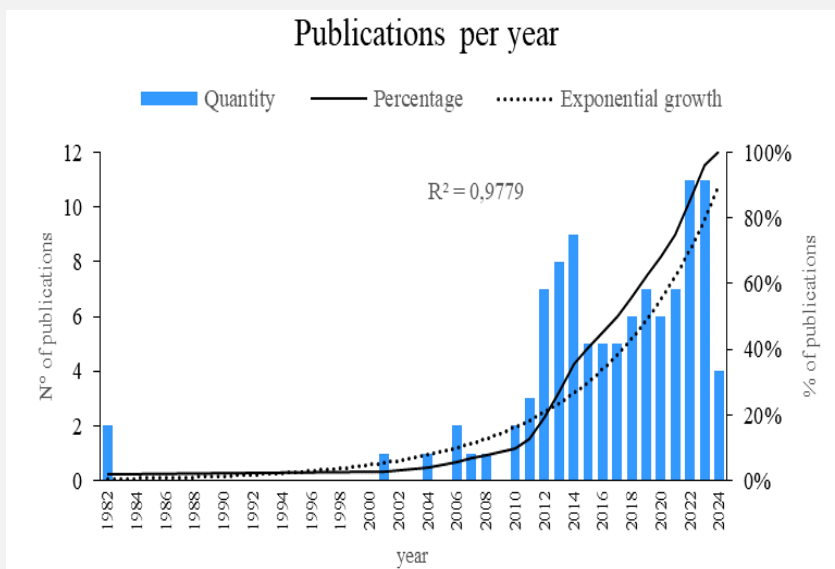
## Resultados

En este apartado se presentan los hallazgos obtenidos a partir del análisis bibliométrico. Los resultados se estructuran de manera que proporcionen una visión comprehensiva y detallada del panorama investigativo en este campo; se abordan aspectos como la cantidad y la calidad de las publicaciones, las tendencias temporales en el uso de términos clave, así como la estructura de la red de coautoría y la asociación temática entre palabras clave.

La presente bibliometría reveló un crecimiento significativo en la investigación sobre biorretroalimentación en videojuegos, como se ilustra en la Figura 2, donde se observa un incremento exponencial del 97,79 %. Los años con mayor número de publicaciones sobre esta temática fueron 2023, 2022, 2014 y 2013; aunque la investigación sobre este tema inició en el año 1982, no fue sino hasta los inicios del 2000 que presentó mayor interés, alcanzando el máximo número de investigaciones en los años ya mencionados.

**Figura 2**

*Publicaciones por año*



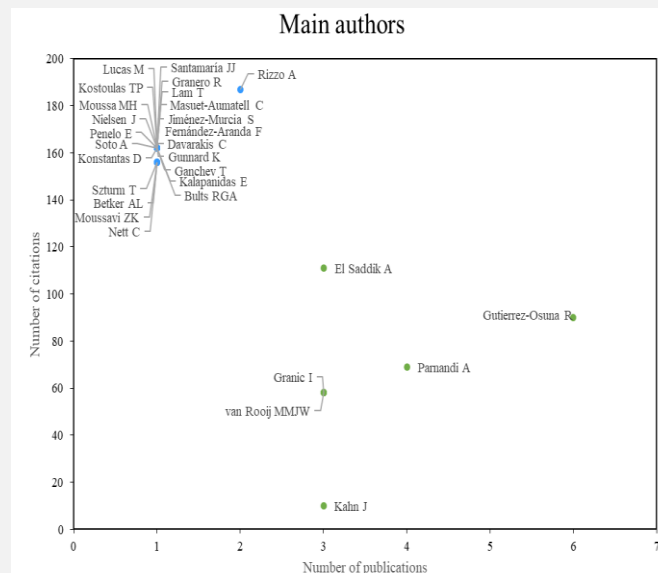
*Nota.* Elaboración propia a partir de Scopus y Web of Science.

Al analizar los principales autores, se identificaron dos grupos distintivos, como se muestra en la Figura 3. Por un lado, se destaca un grupo de autores con un alto impacto en la investigación,

a pesar de tener una baja productividad científica; entre estos autores se encuentran Rizzo, A., Fernández-Aranda, F. y sus colaboradores. Por otro lado, se identificó otro grupo de autores referentes cuya prominencia se debe principalmente a su alta productividad científica, con Gutierrez-Osuna, R. destacando en este aspecto.

## Figura 3

### Principales autores



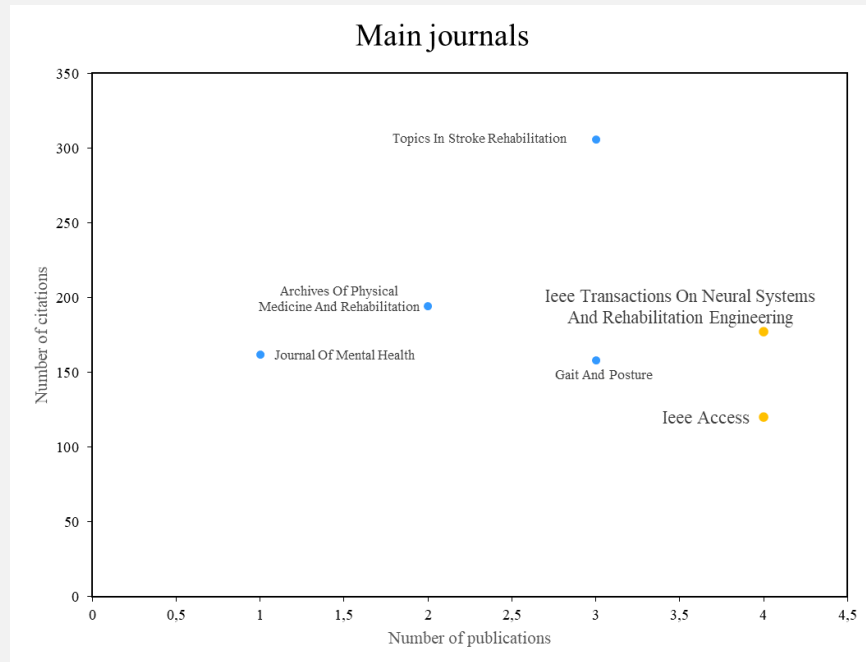
*Nota.* Elaboración propia a partir de Scopus y Web of Science.

Respecto a las principales revistas, al igual que sucedió con los principales autores, se identificaron dos grupos distintos, como se observa en la Figura 4. Por un lado, se encuentran las revistas más importantes que destacan tanto en productividad como en impacto, entre las que se incluyen IEEE Access y IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering. Por otro lado, se identifica un grupo de revistas que se destacan en términos de impacto, a pesar de tener un índice de productividad científica más bajo, como Topics in Stroke Rehabilitation y Journal of Mental Health.



**Figura 4**

*Principales revistas*

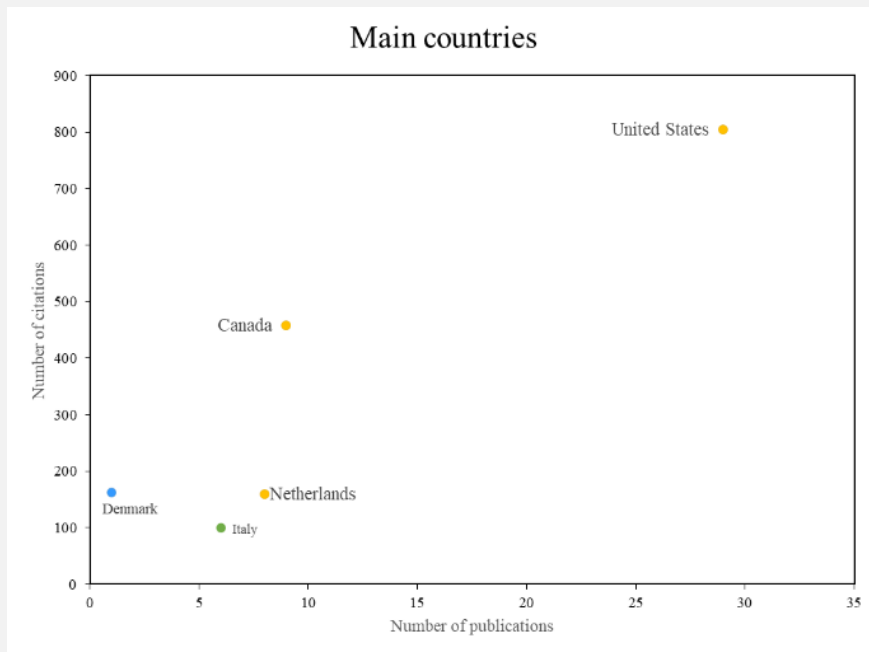


*Nota.* Elaboración propia a partir de Scopus y Web of Science.

En términos de principales países, se identificaron tres grupos distintos, como se muestra en la Figura 5. En el primero, se encuentran los países más importantes que sobresalen tanto en productividad como en impacto, entre los que se incluyen Estados Unidos, Canadá y Holanda. Otro grupo de países se destaca en términos de impacto, a pesar de tener un índice de productividad científica más bajo, como Dinamarca. Por último, se identifica un grupo de países referentes en productividad científica, destacando principalmente Italia.

**Figura 5**

*Principales países*

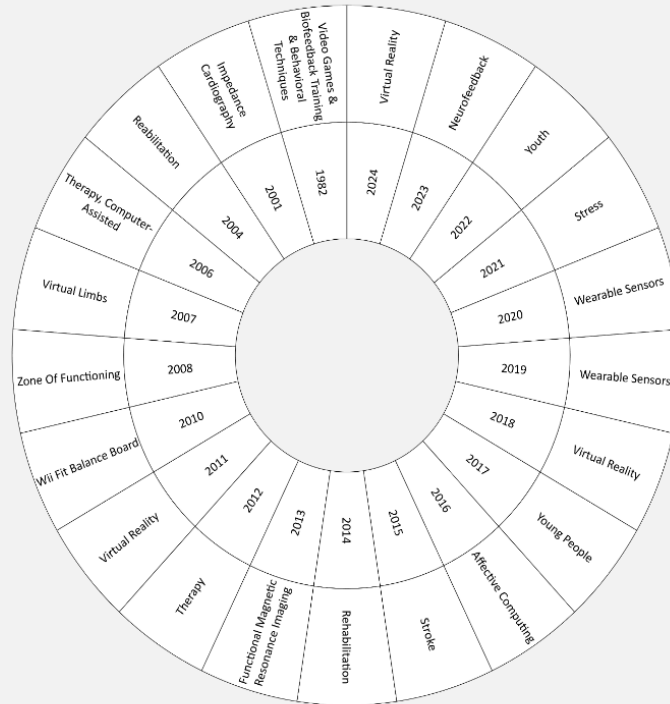


*Nota.* Elaboración propia a partir de Scopus y Web of Science

Por medio de la Figura 6, se exhibe la evolución temática en la investigación a lo largo de los años sobre biorretroalimentación en videojuegos. Se examinaron las palabras clave más utilizadas en cada año de investigación, abarcando el período desde 1982 hasta 2024. Se observa que en el año inicial, 1982, emergen conceptos como *Video Games*, *Biofeedback Training* y *Behavioral Techniques*, señalando los primeros temas explorados en esta intersección. Por otro lado, en los años más recientes se destaca la relevancia de términos como *Virtual Reality*, *Neurofeedback*, *Youth*, *Stress* y *Wearable Sensors*, lo que refleja las tendencias actuales de investigación en este campo.

**Figura 6**

*Evolución temática*



*Nota.* Elaboración propia a partir de Scopus y Web of Science.

## Discusión

En la sección de discusión se analizan los resultados obtenidos, ofreciendo una comprensión profunda de las tendencias identificadas. Además de proporcionar un análisis detallado, en esta sección se abordan las implicaciones prácticas derivadas de los hallazgos, se reconocen las limitaciones metodológicas, se presenta una clasificación de palabras clave según su función, se identifican las principales brechas de investigación y se establece una agenda investigativa para futuros estudios en el campo.

Durante 2023 y 2022 se evidencia un aumento sostenido en la producción científica sobre biorretroalimentación en videojuegos, con avances que van desde la adaptación dinámica de la dificultad en juegos de terror mediante señales fisiológicas, lo que refuerza el interés por experiencias personalizadas (Moschovitis & Denisova, 2023), hasta el desarrollo y evaluación de

sistemas electromiográficos e inerciales orientados a la terapia motora de la mano, que muestran el valor de estas tecnologías en procesos de rehabilitación (Macintosh et al., 2022). Esta evolución se articula con aportes previos como la validación de unidades de medición inercial para un sistema de rehabilitación comparado con análisis convencionales de marcha, lo que evidenció el potencial de tecnologías emergentes en la recuperación funcional (Leardini et al., 2014), y la evaluación de la validez del Kinect para ofrecer retroalimentación durante el reentrenamiento de la marcha, destacando el rol del *biofeedback* en la mejora de la biomecánica del movimiento (Clark et al., 2013).

En los resultados se identificó que los autores más influyentes fueron Rizzo, A. y Fernández-Aranda, F., mientras que Gutierrez-Osuna, R. destacó por productividad. Rizzo aportó al desarrollo de herramientas interactivas para el entrenamiento dinámico del equilibrio (Lange et al., 2010), y Fernández-Aranda lideró un estudio multicéntrico europeo que empleó videojuegos como terapia complementaria en trastornos mentales (Fernández-Aranda et al., 2012). Gutierrez-Osuna trabajó en modalidades fisiológicas para mejorar habilidades de relajación mediante *biofeedback* (Parnandi & Gutierrez-Osuna, 2015). Las revistas más destacadas fueron IEEE Access, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Topics in Stroke Rehabilitation y Journal of Mental Health, que publicaron estudios sobre gestión del estrés mediante juegos serios (Al Osman et al., 2016), dispositivos robóticos para rehabilitación del tobillo (Ren et al., 2016), validación de Nintendo Wii en recuperación post-ACV (Deutsch et al., 2011) y terapias complementarias en salud mental (Fernández-Aranda et al., 2012).

En cuanto a la productividad por países, Estados Unidos, Canadá y Holanda sobresalieron por impacto, mientras que Dinamarca e Italia también aportaron avances relevantes. En Estados Unidos se desarrollaron sistemas interactivos para rehabilitación del equilibrio (Lange et al., 2010), en Canadá se evaluaron ejercicios basados en videojuegos para mejorar el equilibrio (Betker et al., 2006) y en Holanda se estudiaron distintas formas de retroalimentación en tareas de equilibrio (Lamoth et al., 2012). Dinamarca participó en investigaciones sobre videojuegos aplicados a trastornos mentales (Fernández-Aranda et al., 2012), e Italia validó sistemas inerciales para rehabilitación física (Leardini et al., 2014).

La evolución temática de la biorretroalimentación en videojuegos muestra un tránsito desde enfoques fundacionales centrados en *Video Games*, *Biofeedback Training* y *Behavioral*

*Techniques*, donde investigaciones tempranas como la de 1982 destacaron la participación de psicólogos en equipos hospitalarios y el interés inicial en aplicaciones clínicas de la retroalimentación biológica (Mickel, 1982), hacia un panorama actual caracterizado por conceptos como *Virtual Reality*, *Neurofeedback*, *Youth*, *Stress* y *Wearable Sensors*, que amplían el alcance terapéutico y tecnológico del campo. En esta etapa reciente se ha impulsado el uso de realidad virtual como herramienta para promover actividad física en contextos de salud mental (Simões de Almeida et al., 2023), mientras que en 2023 se exploró el *neurofeedback* mediante interfaces cerebro-computadora para fortalecer funciones cognitivas (Cervantes et al., 2023). También, se han desarrollado intervenciones dirigidas a jóvenes con ansiedad mediante aplicaciones móviles basadas en *biofeedback* y juegos serios (Almeqbaali et al., 2022), se ha demostrado el potencial del biofeedback para entrenar relajación y mitigar el estrés (Parnandi & Gutierrez-Osuna, 2021) y se ha subrayado el valor de sensores portátiles para aprender respiración pausada en contextos lúdicos (Zafar et al., 2020).

El análisis de la red de coocurrencia de palabras clave reveló un clúster principal asociado con *Virtual Reality*, *Mindfulness*, *EEG*, *Balance*, *Posture*, *Exercise* y *EMG*, que integra perspectivas sobre realidad virtual, atención plena, actividad cerebral, equilibrio, postura, ejercicio y electromiografía, lo que evidencia una articulación entre tecnología, salud mental y física y rendimiento humano en videojuegos, sustentada por estudios que analizan la interacción entre el usuario y entornos virtuales para mejorar capacidades motoras y cognitivas (Betker et al., 2006; Bingham et al., 2010; Ortiz-Vigon Uriarte et al., 2015; Водолажская et al., 2023); junto a este grupo emergió un segundo clúster enfocado en *Rehabilitation*, *Stroke*, *Exergames*, *Electromyography* y *Cerebral Palsy*, que concentra investigaciones orientadas a la recuperación neurológica mediante *exergames* y *biofeedback* electromiográfico en condiciones como accidente cerebrovascular y parálisis cerebral, destacando resultados favorables en la mejora funcional y la calidad de vida de pacientes (Brown et al., 2014; Garcia-Hernandez et al., 2018; Jaume-i-Capó et al., 2013).

El análisis del plano cartesiano mostró en el cuadrante 2 conceptos emergentes como *Youth*, *Mental Health*, *Wearable Sensors* y *Stroke*, que evidencian un interés creciente por la intersección entre juventud, salud mental, tecnologías portátiles e intervenciones para accidentes cerebrovasculares en videojuegos; esta tendencia se refleja en estudios sobre regulación emocional

en jóvenes mediante *biofeedback* lúdico (Wintner et al., 2022), uso de tecnologías digitales para promover actividad física en contextos de salud mental (Simões de Almeida et al., 2023), desarrollo de *biofeedback* visual para transferir habilidades de relajación (Parnandi & Gutierrez-Osuna, 2017) y análisis de los efectos cognitivos de *exergames* en pacientes con accidente cerebrovascular, lo que reafirma la vigencia de estos conceptos en la agenda investigativa. En el cuadrante 1 se identificaron conceptos consolidados como *Virtual Reality*, *Rehabilitation*, *Stress* y *Anxiety*, los cuales representan núcleos temáticos dominantes gracias al avance de herramientas como los sistemas de rehabilitación en realidad virtual para evaluar desequilibrios y disfunciones vestibulares (Yeh et al., 2014), las tecnologías de captura de movimiento aplicadas a procesos de recuperación (Wu et al., 2019) y las intervenciones basadas en realidad virtual y *biofeedback* para mitigar estrés y ansiedad, que muestran resultados prometedores en salud mental (Knox et al., 2011; Téllez et al., 2023).

**Clasificación de las palabras clave sobre biorretroalimentación en videojuegos según su función**

En la Tabla 1 se presenta una clasificación de las principales palabras clave emergentes y crecientes sobre biorretroalimentación en videojuegos según su función; esta clasificación permite identificar las características y aplicaciones específicas de cada una de estas funciones en el contexto de la biorretroalimentación en videojuegos.

**Tabla 1**  
*Clasificación de las palabras clave según su función.*

Palabra Clave	Herramientas	Aplicaciones	Características
<i>Youth</i>	Cuestionarios de salud, Encuestas, Entrevistas	Evaluación del bienestar psicológico de jóvenes jugadores	Evaluación del impacto psicológico en jóvenes participantes
<i>Mental Health</i>	Escalas de ansiedad, Cuestionarios de depresión, Evaluaciones psicológicas	Identificación y gestión de problemas de salud mental	Evaluación y gestión de la salud mental durante la interacción
<i>Wearable Sensors</i>	EEG, EMG, Monitores de frecuencia cardíaca	Monitoreo fisiológico en tiempo real durante el juego	Registro de datos fisiológicos para análisis de comportamiento

<i>Stroke</i>	Tecnologías de rehabilitación, Dispositivos de monitoreo, Terapias físicas	Rehabilitación neurológica y física post-ictus	Mejora de la función física y cognitiva en pacientes post-ictus
<i>Virtual Reality</i>	Dispositivos VR, Software VR, Aplicaciones de simulación	Entornos inmersivos para terapia física y neurológica	Creación de experiencias interactivas para la rehabilitación
<i>Rehabilitation</i>	Tecnologías de rehabilitación, Dispositivos de monitoreo, Métodos de terapia física	Mejora de la función física y cognitiva de los pacientes	Implementación de tecnologías avanzadas en rehabilitación
<i>Stress</i>	Escalas de estrés, Técnicas de relajación, Intervenciones psicológicas	Gestión del estrés durante la interacción con videojuegos	Mejora de la experiencia de juego y bienestar psicológico
<i>Anxiety</i>	Escalas de ansiedad, Terapias cognitivas, Técnicas de respiración	Reducción de la ansiedad durante el juego	Promoción del bienestar emocional y rendimiento en el juego

*Nota.* Elaboración propia a partir de Scopus y Web of Science.

La Tabla 1 proporciona una visión general de las palabras clave más importantes en el contexto de la biorretroalimentación en videojuegos, junto con las herramientas asociadas, las aplicaciones prácticas y las características principales de cada una de ellas.

## Implicaciones teóricas

El análisis de la frecuencia de publicaciones por año proporciona una visión de la dinámica de investigación a lo largo del tiempo, lo que permite identificar períodos de mayor o menor actividad investigativa y posibles tendencias emergentes; por ejemplo, un aumento en la frecuencia de publicaciones en ciertos años puede indicar un mayor interés en el tema y la consolidación de determinados enfoques teóricos.

La identificación de los principales referentes teóricos en el campo de la biorretroalimentación en videojuegos permite comprender mejor las perspectivas teóricas predominantes y las influencias intelectuales más importantes en la investigación, esto puede contribuir al desarrollo de marcos conceptuales más sólidos y a la identificación de áreas de convergencia o divergencia entre diferentes corrientes teóricas.



El análisis de la evolución temática en la literatura proporciona información valiosa sobre cómo han cambiado y evolucionado los enfoques de investigación a lo largo del tiempo; por ejemplo, el cambio de énfasis desde conceptos más básicos como *Video Games* y *Biofeedback Training* hacia temas más avanzados como *Virtual Reality* y *Neurofeedback* puede reflejar avances tecnológicos y teóricos en el campo de la biorretroalimentación en videojuegos.

La identificación de palabras clave emergentes y crecientes puede ayudar a identificar áreas de investigación emergentes y a comprender mejor las tendencias actuales en el campo; esto puede contribuir a la generación de nuevas hipótesis y al desarrollo de nuevas líneas de investigación para abordar las brechas identificadas en la literatura.

## Implicaciones prácticas

La identificación de la evolución temática en la investigación tiene importantes implicaciones prácticas para diversos campos de aplicación, el cambio de enfoque desde el estudio inicial de *Video Games* y *Biofeedback Training* hacia aspectos más avanzados como *Virtual Reality*, *Neurofeedback*, y otros, sugiere una evolución en las tecnologías y metodologías utilizadas en esta área, lo que propone que las aplicaciones prácticas de la biorretroalimentación en el contexto de los videojuegos están en constante desarrollo, lo que podría tener repercusiones significativas en campos como la rehabilitación física y cognitiva, el tratamiento del estrés y la ansiedad, y el entrenamiento cognitivo.

El principal clúster temático identificado en la bibliometría, compuesto por términos como *Virtual Reality*, *Mindfulness*, y otros, refleja áreas de investigación interrelacionadas que podrían influir en el diseño y la implementación de intervenciones de biorretroalimentación en videojuegos. Estas áreas podrían ser de particular interés para desarrolladores de videojuegos, terapeutas y profesionales de la salud mental que buscan mejorar la experiencia del usuario y los resultados de salud asociados.

La emergencia de conceptos como *Youth*, *Mental Health*, y *Wearable Sensors* en la investigación señala la creciente atención hacia poblaciones específicas y aspectos de la salud mental que pueden beneficiarse de estas intervenciones; esto sugiere que las aplicaciones prácticas de la biorretroalimentación en videojuegos podrían expandirse para abordar una gama más amplia

de necesidades de salud y bienestar, especialmente entre los jóvenes y aquellos con trastornos de salud mental.

El aumento en la investigación sobre conceptos como *Virtual Reality*, *Rehabilitation*, *Stress* y *Anxiety* indica un creciente reconocimiento de los beneficios potenciales de la biorretroalimentación en videojuegos en el tratamiento y manejo de condiciones de salud específicas. Los hallazgos podrían influir en el desarrollo de intervenciones más efectivas y personalizadas, así como en la implementación de programas de tratamiento y prevención en diversos entornos clínicos y comunitarios.

Además de las implicaciones prácticas previamente mencionadas, este estudio puede tener repercusiones significativas en la investigación futura y en la toma de decisiones en diversas áreas; por ejemplo, la identificación de tendencias emergentes y áreas de investigación menos exploradas podría orientar la asignación de recursos y la planificación de investigaciones futuras, los resultados podrían proporcionar una base sólida para la formulación de políticas y estrategias en el ámbito de la salud pública y la educación, especialmente en lo que respecta al uso de la biorretroalimentación en entornos educativos y clínicos.

Además, se contribuye al desarrollo de nuevas colaboraciones interdisciplinarias y al fomento de la comunicación entre investigadores de diferentes campos, al identificar áreas de superposición y convergencia entre disciplinas como la psicología, la informática, la neurociencia y la salud pública. Se pueden crear oportunidades para la sinergia y el intercambio de conocimientos, esto podría llevar a avances significativos en la comprensión y aplicación de la biorretroalimentación en videojuegos en una variedad de contextos.

Por último, los resultados pueden tener implicaciones en la práctica clínica y la industria del entretenimiento digital; por ejemplo, los terapeutas y profesionales de la salud mental podrían utilizar estos hallazgos para informar sus intervenciones y programas de tratamiento, adaptándolos a las tendencias y necesidades actuales en el campo de la biorretroalimentación en videojuegos. Del mismo modo, los desarrolladores de videojuegos podrían aprovechar esta información para diseñar y comercializar productos que incorporen principios de biorretroalimentación de manera efectiva, promoviendo así el bienestar y la salud de los usuarios.

## Limitaciones

Una limitación de la presente bibliometría radica en la selección de bases de datos específicas, como Scopus y Web of Science, lo que podría haber excluido algunas fuentes de información relevantes para el campo de estudio. Aunque se utilizaron herramientas como Microsoft Excel® y VOSviewer® para analizar los datos bibliométricos, estas herramientas pueden tener limitaciones en la identificación precisa de tendencias y patrones, lo que podría afectar la interpretación de los resultados. Otra limitación podría ser la posibilidad de sesgo de selección inherente a la metodología PRISMA-2020, que se basa en la selección de estudios según criterios predefinidos, lo que podría haber excluido estudios relevantes que no se ajustaban estrictamente a estos criterios.

## Brechas investigativas

Se tiene la Tabla 2 que presenta las principales brechas de investigación identificadas en el campo, que requieren ser abordadas en futuras investigaciones para avanzar en el conocimiento sobre este tema. Estas brechas incluyen áreas donde la literatura actual es limitada o insuficiente, así como temas emergentes que han recibido menos atención en la investigación existente.

**Tabla 2**

*Brechas de investigación*

Categoría	Brechas Investigativas	Justificación	Preguntas para Futuras Investigaciones
Brechas Temáticas	1. Impacto de la realidad virtual en la biorretroalimentación en videojuegos.	Aunque la realidad virtual (RV) se ha utilizado en el contexto de la biorretroalimentación en videojuegos, aún hay brechas en la comprensión de su efectividad y potencial impacto en la experiencia del usuario.	¿Cómo afecta la inmersión y la interactividad de la realidad virtual en la eficacia de la biorretroalimentación en videojuegos? ¿Existen diferencias en la respuesta fisiológica y emocional entre la RV y otras modalidades de biorretroalimentación?

Brechas Geográficas	2. Exploración de estrategias de intervención para reducir la ansiedad durante la interacción con videojuegos de biorretroalimentación.	La ansiedad puede influir en la experiencia del jugador, pero hay una falta de investigación sobre cómo abordarla específicamente en el contexto de la biorretroalimentación en videojuegos.	¿Qué estrategias de biorretroalimentación pueden utilizarse para reducir la ansiedad durante la interacción con videojuegos? ¿Cómo pueden adaptarse estas estrategias para diferentes perfiles de jugadores?
	1. Estudios sobre biorretroalimentación en videojuegos en países en desarrollo.	La mayoría de la investigación en este campo proviene de países desarrollados, lo que limita nuestra comprensión de las prácticas y aplicaciones de la biorretroalimentación en contextos geográficos diversos.	¿Cuáles son las aplicaciones y barreras para la implementación de la biorretroalimentación en videojuegos en países en desarrollo? ¿Cómo difieren las percepciones y experiencias de los usuarios en diferentes contextos culturales?
	2. Evaluación de la eficacia de intervenciones de biorretroalimentación en videojuegos en diferentes contextos culturales.	Las diferencias culturales pueden influir en la percepción y respuesta a las intervenciones de biorretroalimentación, pero hay una falta de investigación sobre cómo estas intervenciones se adaptan a diferentes contextos geográficos.	¿Cómo pueden adaptarse las intervenciones de biorretroalimentación en videojuegos para ser culturalmente sensibles? ¿Existen diferencias en la efectividad de estas intervenciones en diferentes contextos culturales?
Brechas Interdisciplinarias	1. Integración de la biorretroalimentación en videojuegos con la neurociencia cognitiva.	Aunque existe un creciente interés en la aplicación de la biorretroalimentación en videojuegos, hay pocas investigaciones que exploren en profundidad la relación entre la actividad cerebral y la interacción con los videojuegos.	¿Cómo se relaciona la actividad cerebral con la respuesta fisiológica durante la interacción con videojuegos de biorretroalimentación? ¿Qué insights puede proporcionar la neurociencia cognitiva para mejorar el diseño y la efectividad de estos videojuegos?
	2. Colaboraciones entre psicología y diseño de videojuegos en la optimización de la experiencia del usuario.	La psicología y el diseño de videojuegos tienen conocimientos complementarios que podrían mejorar la eficacia y el atractivo de los videojuegos de biorretroalimentación, pero son necesarias más colaboraciones interdisciplinarias.	¿Cómo pueden los principios de diseño de videojuegos ser aplicados para optimizar la motivación y el compromiso del usuario en intervenciones de biorretroalimentación? ¿Qué teorías psicológicas pueden guiar el diseño de estos videojuegos para maximizar su impacto?

	1. Evaluación de la sostenibilidad y a largo plazo de los efectos de la biorretroalimentación en videojuegos.	La mayoría de los estudios existentes se centran en los efectos inmediatos de la biorretroalimentación en videojuegos, pero hay una falta de investigación sobre su impacto a largo plazo y su capacidad para inducir cambios sostenibles.	¿Cuál es el efecto a largo plazo de las intervenciones de biorretroalimentación en videojuegos en el comportamiento y la salud de los usuarios? ¿Qué estrategias pueden utilizarse para mantener y maximizar los efectos a largo plazo de estas intervenciones?
Brechas Temporales	2. Exploración de la evolución de las tendencias de investigación en biorretroalimentación en videojuegos a lo largo del tiempo.	A medida que la tecnología y las teorías evolucionan, es importante comprender cómo ha cambiado la investigación en biorretroalimentación en videojuegos con el tiempo y qué áreas necesitan más atención en el futuro.	¿Cuáles son las principales áreas de investigación emergentes en biorretroalimentación en videojuegos y cómo difieren de las tendencias históricas? ¿Qué factores han impulsado los cambios en las prioridades de investigación en este campo a lo largo del tiempo?

*Nota.* Elaboración propia a partir de Scopus y Web of Science.

Al cerrar estas brechas, los investigadores podrán profundizar en aspectos clave de la biorretroalimentación en videojuegos, como la efectividad de las intervenciones, los mecanismos subyacentes de la respuesta fisiológica y emocional, y el desarrollo de nuevas aplicaciones y tecnologías para mejorar la experiencia del usuario y los resultados del entrenamiento.

## Agenda de investigación

La realidad virtual (RV) es una herramienta prometedora en la investigación de la biorretroalimentación en videojuegos, permitiendo experiencias inmersivas y personalizadas que pueden mejorar la eficacia de los entrenamientos. En futuras investigaciones, se podría explorar en mayor profundidad cómo la RV puede influir en la percepción y el rendimiento del jugador, así como su impacto en la respuesta fisiológica y emocional durante la interacción con los videojuegos. Sería relevante investigar cómo la RV puede adaptarse para abordar específicamente la ansiedad relacionada con los videojuegos, desarrollando intervenciones que ayuden a reducir el estrés y promuevan una experiencia de juego más positiva y saludable.

La ansiedad es un factor importante para considerar en la investigación sobre biorretroalimentación en videojuegos, ya que puede influir en la experiencia del jugador y en los

resultados del entrenamiento. En futuras investigaciones, se podría profundizar en la comprensión de cómo la ansiedad afecta la respuesta fisiológica y el desempeño durante la interacción con los videojuegos de biorretroalimentación; además, sería relevante explorar estrategias de intervención basadas en la biorretroalimentación para ayudar a los jugadores a manejar y reducir la ansiedad, promoviendo así una experiencia de juego más positiva y efectiva.

Los juegos digitales continúan siendo un elemento central en la investigación de la biorretroalimentación en videojuegos, ofreciendo un medio versátil y accesible para la implementación de intervenciones de entrenamiento. En el futuro, sería importante explorar cómo los aspectos específicos de los juegos digitales, como la jugabilidad, el diseño de niveles y la retroalimentación del juego, pueden influir en la efectividad de los programas de biorretroalimentación; también, se podría investigar cómo los juegos digitales pueden adaptarse y personalizarse para abordar las necesidades específicas de diferentes poblaciones objetivo, como pacientes en rehabilitación o personas con estrés y ansiedad.

La rehabilitación es un área clave de aplicación de la biorretroalimentación en videojuegos, ofreciendo un enfoque innovador y motivador para la recuperación física y cognitiva. Otras investigaciones podrían continuar explorando el potencial de los programas de rehabilitación basados en videojuegos para mejorar la función motora, la coordinación y la cognición en pacientes con diversas condiciones de salud, como accidentes cerebrovasculares. Igualmente, se podría investigar cómo integrar la biorretroalimentación con otras modalidades de rehabilitación, como la terapia física y ocupacional, para optimizar los resultados del tratamiento y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

El accidente cerebrovascular es una de las condiciones de salud más comunes que pueden beneficiarse de la biorretroalimentación en videojuegos, ya que ofrece una herramienta interactiva y motivadora para la rehabilitación física y cognitiva. En futuras investigaciones, sería crucial investigar cómo los programas de biorretroalimentación pueden adaptarse para abordar específicamente las necesidades y limitaciones de los pacientes con accidente cerebrovascular, como la rehabilitación del equilibrio, la coordinación y la función motora fina; además, sería relevante explorar cómo la biorretroalimentación puede integrarse de manera efectiva en los programas de rehabilitación estándar para mejorar los resultados del tratamiento y la recuperación funcional en pacientes con accidente cerebrovascular.

El estrés es un factor importante que puede influir en la experiencia del jugador y en los resultados del entrenamiento en biorretroalimentación en videojuegos. En futuras investigaciones, sería relevante explorar cómo la biorretroalimentación puede ser utilizada como una herramienta para ayudar a los jugadores a manejar y reducir el estrés durante la interacción con los videojuegos; esto podría implicar el desarrollo de intervenciones específicas que utilicen la retroalimentación fisiológica para identificar y mitigar los efectos del estrés en tiempo real, promoviendo así una experiencia de juego más positiva y saludable. Asimismo, sería importante investigar cómo diferentes aspectos del diseño del juego, como la dificultad, la inmersión y la narrativa, pueden influir en la respuesta al estrés y en la efectividad de las intervenciones de biorretroalimentación relacionadas con el estrés.

Los sensores portátiles están ganando popularidad en la investigación de la biorretroalimentación en videojuegos, ofreciendo una forma conveniente y precisa de recopilar datos fisiológicos durante la interacción con los videojuegos. Para futuras investigaciones, sería relevante explorar cómo los datos recopilados por los sensores portátiles pueden ser utilizados para mejorar la retroalimentación en tiempo real y personalizar la experiencia de juego según las necesidades y preferencias individuales de los jugadores. Además, se podría indagar en cómo los avances en la tecnología de sensores portátiles pueden ampliar las posibilidades de aplicación de la biorretroalimentación en videojuegos, permitiendo nuevas formas de interacción y entrenamiento que antes no eran posibles.

El entrenamiento del equilibrio es un área crucial en la investigación de la biorretroalimentación en videojuegos, ya que puede contribuir significativamente a la mejora de la estabilidad postural y la prevención de caídas en diferentes poblaciones, incluidos adultos mayores y pacientes en rehabilitación. En futuras investigaciones, sería importante explorar cómo los videojuegos de biorretroalimentación pueden ser diseñados específicamente para mejorar el equilibrio y la coordinación, integrando ejercicios y desafíos que promuevan el desarrollo de habilidades motoras y el control postural; además, sería relevante investigar cómo la biorretroalimentación puede ser combinada con otras modalidades de entrenamiento de equilibrio, como la terapia física y ocupacional, para optimizar los resultados del tratamiento y mejorar la calidad de vida de las personas que enfrentan desafíos de equilibrio y movilidad.



## **Conclusiones**

Mediante el análisis bibliométrico se obtuvieron conclusiones significativas que responden a las preguntas de investigación planteadas. En primer lugar, se identificó que los años con mayor interés en esta temática fueron 2023 y 2022, evidenciando un crecimiento continuo en la atención hacia este campo; además, se constató que la cantidad de artículos científicos sobre biorretroalimentación en videojuegos experimenta un crecimiento exponencial, lo que señala un interés consolidado y una actividad investigativa en expansión. En términos de principales referentes se destacaron autores como Rizzo, A. y Fernández-Aranda, F., revistas como *IEEE Access* y *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, así como países como Estados Unidos, Canadá y Holanda.

Asimismo, se observó una evolución temática que transitó desde conceptos iniciales como *Video Games* y *Biofeedback Training* hacia enfoques contemporáneos centrados en *Virtual Reality* y *Neurofeedback*, mientras que los clústeres temáticos mostraron una fuerte coherencia conceptual, sobresaliendo el integrado por *Virtual Reality*, *Mindfulness*, *EEG*, *Balance*, *Posture*, *Exercise* y *EMG*. Las palabras clave crecientes evidenciaron tanto conceptos consolidados como *Virtual Reality* y *Rehabilitation* como emergentes vinculados a *Youth*, *Mental Health* y *Wearable Sensors*, definiendo así posibles trayectorias futuras para la investigación en biorretroalimentación aplicada a videojuegos.

Finalmente, en la agenda de investigación se propone profundizar en los conceptos centrales identificados y explorar con mayor detalle aquellos emergentes, mientras que como aporte metodológico se resalta el valor del enfoque bibliométrico implementado, porque permitió articular tendencias, consolidar líneas temáticas y proporcionar un mapa estructurado del campo que orienta con mayor precisión el diseño de estudios futuros.

## **Conflicto de interés**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## **Referencias**

- Almeqbaali, M., Ouhbi, S., Serhani, M. A., Amiri, L., Jan, R. K., Zaki, N., & Almheiri, E. (2022). A biofeedback-based mobile app with serious games for young adults with anxiety in the United Arab Emirates: development and usability study [Una aplicación móvil basada en biorretroalimentación con juegos serios para adultos jóvenes con ansiedad en los Emiratos Árabes Unidos: estudio de desarrollo y usabilidad]. *JMIR Serious Games*, 10(3), Artículo 36936. <https://doi.org/10.2196/36936>
- Al Osman, H., Dong, H., & El Saddik, A. (2016). Ubiquitous biofeedback serious game for stress management [Juego serio de biorretroalimentación ubicua para la gestión del estrés]. *IEEE Access*, 4, 1274-1286. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2548980>
- Betker, A. L., Szturm, T., Moussavi, Z. K., & Nett, C. (2006). Video game-based exercises for balance rehabilitation: a single-subject design [Ejercicios basados en videojuegos para la rehabilitación del equilibrio: un diseño de sujeto único]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(8), 1141-1149. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.04.010>
- Bingham, P. M., Bates, J. H., Thompson-Figueroa, J., & Lahiri, T. (2010). A breath biofeedback computer game for children with cystic fibrosis [Un juego de computadora de biorretroalimentación respiratoria para niños con fibrosis quística]. *Clinical Pediatrics*, 49(4), 337-342. <https://doi.org/10.1177/0009922809348022>
- Bossenbroek, R., Wols, A., Weerdmeester, J., Lichtwarck-Aschoff, A., Granic, I., & Rooij, M. M. (2020). Efficacy of a virtual reality biofeedback game (DEEP) to reduce anxiety and disruptive classroom behavior: single-case study [Eficacia de un juego de biorretroalimentación de realidad virtual (DEEP) para reducir la ansiedad y el comportamiento disruptivo en el aula: estudio de caso único]. *JMIR Mental Health*, 7(3), Artículo 16066. <https://doi.org/10.2196/16066>
- Водолажская, М. Г., Водолажский, Г. И., Филиппов, Ю. А., Соколова, Н. И., & Котло, С. А. (2023). Психофизиологические предпосылки к выявлению коррекционных свойств киберспорта [Prerrequisitos psicofisiológicos para identificar las propiedades correctivas de los eSports]. *Человек. Спорт. Медицина*, 23(1), 59-65. <https://doi.org/10.14529/hsm230108>

- Brown, E. V. D., McCoy, S. W., Fechko, A. S., Price, R., Gilbertson, T., & Moritz, C. T. (2014). Preliminary investigation of an electromyography-controlled video game as a home program for persons in the chronic phase of stroke recovery [Investigación preliminar de un videojuego controlado por electromiografía como programa doméstico para personas en la fase crónica de recuperación de un accidente cerebrovascular]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(8), 1461-1469. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.02.025>
- Cervantes, J. A., López, S., Molina, J., López, F., Perales-Tejeda, M., & Carmona-Frausto, J. (2023). CogniDron-EEG: A system based on a brain-computer interface and a drone for cognitive training [CogniDron-EEG: Un sistema basado en una interfaz cerebro-computadora y un dron para entrenamiento cognitivo]. *Cognitive Systems Research*, 78, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2022.11.008>
- Clark, R. A., Pua, Y. H., Bryant, A. L., & Hunt, M. A. (2013). Validity of the Microsoft Kinect for providing lateral trunk lean feedback during gait retraining [Validez de Microsoft Kinect para proporcionar retroalimentación de inclinación lateral del tronco durante el reentrenamiento de la marcha]. *Gait & Posture*, 38(4), 1064-1066. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.03.029>
- Dessy, E., Van Puyvelde, M., Mairesse, O., Neyt, X., & Pattyn, N. (2018). Cognitive performance enhancement: do biofeedback and neurofeedback work? [Mejora del rendimiento cognitivo: ¿funcionan el biofeedback y el neurofeedback?]. *Journal of Cognitive Enhancement*, 2(1), 12-42. <https://link.springer.com/article/10.1007/s41465-017-0039-y>
- Deutsch, J. E., Brettler, A., Smith, C., Welsh, J., John, R., Guarrera-Bowlby, P., & Kafri, M. (2011). Nintendo wii sports and wii fit game analysis, validation, and application to stroke rehabilitation [Análisis, validación y aplicación de los juegos Nintendo Wii Sports y Wii Fit para la rehabilitación de accidentes cerebrovasculares.]. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 18(6), 701-719. <https://doi.org/10.1310/tsr1806-701>
- Durieux, V., & Gevenois, P. A. (2010). Bibliometric indicators: quality measurements of scientific publication [Bibliometric indicators: quality measurements of scientific publication]. *Radiology*, 255(2), 342-351. <https://doi.org/10.1148/radiol.09090626>

- Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping [Encuesta de software: VOSviewer, un programa informático para el mapeo bibliométrico]. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Fernández-Aranda, F., Jiménez-Murcia, S., Santamaría, J. J., Gunnard, K., Soto, A., Kalapanidas, E., & Penelo, E. (2012). Video games as a complementary therapy tool in mental disorders: PlayMancer, a European multicentre study [Los videojuegos como herramienta terapéutica complementaria en trastornos mentales: PlayMancer, un estudio multicéntrico europeo]. *Journal of Mental Health*, 21(4), 364-374. <https://doi.org/10.3109/09638237.2012.664302>
- García-Hernández, N., Garza-Martínez, K., & Parra-Vega, V. (2018). Electromyography biofeedback exergames to enhance grip strength and motivation [Juegos de ejercicio con biorretroalimentación electromiográfica para mejorar la fuerza de agarre y la motivación]. *Games for Health Journal*, 7(1), 75-82. <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0054>
- Hudelle, R., Sultana, R., & Mesure, S. (2018). *Traitements kinésithérapiques du tremblement cérébelleux: revue de littérature* [Tratamientos fisioterapéuticos del temblor cerebeloso: revisión de la literatura]. *Kinésithérapie, la Revue*, 18(204), 21-29. <https://doi.org/10.1016/j>
- Jaume-i-Capó, A., Martínez-Bueso, P., Moyà-Alcover, B., & Varona, J. (2013). Interactive rehabilitation system for improvement of balance therapies in people with cerebral palsy [Sistema de rehabilitación interactivo para la mejora de las terapias del equilibrio en personas con parálisis cerebral]. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 22(2), 419-427. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2013.2279155>
- Knox, M., Lentini, J., Cummings, T. S., McGrady, A., Whearty, K., & Sancrant, L. (2011). Game-based biofeedback for paediatric anxiety and depression [Biorretroalimentación basada en juegos para la ansiedad y la depresión pediátrica]. *Mental Health in Family Medicine*, 8(3), Artículo 195. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3314276/>
- Lamoth, C. J., Alingh, R., & Caljouw, S. R. (2012). Exergaming for elderly: effects of different types of game feedback on performance of a balance task [Exergaming para personas mayores: efectos de diferentes tipos de retroalimentación del juego en el rendimiento de

- una tarea de equilibrio]. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*, 103-107.  
<https://doi.org/10.3233/978-1-61499-121-2-103>
- Lange, B., Flynn, S., Proffitt, R., Chang, C. Y., & Rizzo, A. (2010). Skip [Saltar]. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 17(5), 345-352. <https://doi.org/10.1310/tsr1705-345>
- Lapresa, M., Lauretti, C., Luzio, F., Bressi, F., Santacaterina, F., Bravi, M., & Cordella, F. (2023). Development and validation of a system for the assessment and recovery of grip force control [Desarrollo y validación de un sistema para la evaluación y recuperación del control de la fuerza de agarre]. *Bioengineering*, 10(1), Artículo 63.  
<https://doi.org/10.3390/bioengineering10010063>
- Leardini, A., Lullini, G., Giannini, S., Berti, L., Ortolani, M., & Caravaggi, P. (2014). Validation of the angular measurements of a new inertial-measurement-unit based rehabilitation system: comparison with state-of-the-art gait analysis [Validación de las medidas angulares de un nuevo sistema de rehabilitación basado en unidades de medida inercial: comparación con el análisis de la marcha de última generación]. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 11, 1-7. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-136>
- Macintosh, A., Vignais, N., Vigneron, V., Fay, L., Musielak, A., Desailly, E., & Biddiss, E. (2022). The design and evaluation of electromyography and inertial biofeedback in hand motor therapy gaming [El diseño y la evaluación de la electromiografía y la biorretroalimentación inercial en el juego de terapia motora de la mano]. *Assistive Technology*, 34(2), 213-221.  
<https://doi.org/10.1080/10400435.2020.1744770>
- Martín-Martín, A., Thelwall, M., Orduna-Malea, E., & Delgado López-Cózar, E. (2021). Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations' COCI: a multidisciplinary comparison of coverage via citations [Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science y el COCI de OpenCitations: una comparación multidisciplinaria de la cobertura mediante citas]. *Scientometrics*, 126(1), 871-906. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03690-4>
- Meichenbaum, D. (1976). Cognitive factors in biofeedback therapy [Factores cognitivos en la terapia de biorretroalimentación]. *Biofeedback and Self-regulation*, 1(2), 201-216.  
<https://doi.org/10.1007/BF00998587>

- Mickel, C. (1982). Innovative projects earning psychologists spots on hospital health care teams [Proyectos innovadores que permiten a los psicólogos conseguir plazas en los equipos de atención sanitaria de los hospitales]. *American Psychologist*, 37(12), Artículo 1350. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.12.1350>
- Montoya, M. F., Muñoz, J. E., & Henao, O. A. (2020). Enhancing virtual rehabilitation in upper limbs with biocybernetic adaptation: the effects of virtual reality on perceived muscle fatigue, game performance and user experience [Mejora de la rehabilitación virtual en miembros superiores con adaptación biocibernética: los efectos de la realidad virtual en la fatiga muscular percibida, el rendimiento del juego y la experiencia del usuario]. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 28(3), 740-747. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2020.2968869>
- Moschovitis, P., & Denisova, A. (2023). Keep calm and aim for the head: Biofeedback-controlled dynamic difficulty adjustment in a horror game [Mantén la calma y apunta a la cabeza: ajuste dinámico de dificultad controlado por biorretroalimentación en un juego de terror]. *IEEE Transactions on Games*. <https://doi.org/10.1109/TG.2022.3179842>
- Mugler, E. M., Tomic, G., Singh, A., Hameed, S., Lindberg, E. W., Gaide, J., & Slutzky, M. W. (2019). Myoelectric computer interface training for reducing co-activation and enhancing arm movement in chronic stroke survivors: a randomized trial [Entrenamiento de interfaz informática mioeléctrica para reducir la coactivación y mejorar el movimiento del brazo en sobrevivientes de un accidente cerebrovascular crónico: un ensayo aleatorio]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 33(4), 284-295. <https://doi.org/10.1177/1545968319834903>
- Ortiz-Vigon Uriarte, I. D. L., Garcia-Zapirain, B., & Garcia-Chimeno, Y. (2015). Game design to measure reflexes and attention based on biofeedback multi-sensor interaction [Diseño de juego para medir reflejos y atención basado en interacción multisensorial de biofeedback]. *Sensors*, 15(3), 6520-6548. <https://doi.org/10.3390/s150306520>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews [La declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la



- presentación de informes de revisiones sistemáticas]. *International Journal of Surgery*, 88, 105906. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2021.105906>
- Parnandi, A., & Gutierrez-Osuna, R. (2015). Physiological modalities for relaxation skill transfer in biofeedback games [Modalidades fisiológicas para la transferencia de habilidades de relajación en juegos de biorretroalimentación]. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 21(2), 361-371. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2015.2511665>
- Parnandi, A., & Gutierrez-Osuna, R. (2017). Visual biofeedback and game adaptation in relaxation skill transfer [Biorretroalimentación visual y adaptación del juego en la transferencia de habilidades de relajación]. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 10(2), 276-289. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2017.2705088>
- Parnandi, A., & Gutierrez-Osuna, R. (2021). Partial reinforcement in game biofeedback for relaxation training [Refuerzo parcial en el biofeedback del juego para el entrenamiento de relajación]. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 12(1), 141-153. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2018.2842727>
- Ren, Y., Wu, Y. N., Yang, C. Y., Xu, T., Harvey, R. L., & Zhang, L. Q. (2016). Developing a wearable ankle rehabilitation robotic device for in-bed acute stroke rehabilitation [Desarrollo de un dispositivo robótico portátil para la rehabilitación del tobillo en la cama para la rehabilitación de accidentes cerebrovasculares agudos]. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 25(6), 589-596. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2016.2584003>
- Savaş, E. H., Semerci, R., & Bayram, C. (2024). The effect of a biofeedback-based virtual reality game on pain, fear and anxiety levels during port catheter needle insertion in pediatric oncology patients: A randomized controlled study [El efecto de un juego de realidad virtual basado en biorretroalimentación sobre los niveles de dolor, miedo y ansiedad durante la inserción de agujas de catéteres en pacientes oncológicos pediátricos: un estudio controlado aleatorizado]. *European Journal of Oncology Nursing*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.ejon.2024.102621>
- Simões de Almeida, R., Trigueiro, M. J., Portugal, P., de Sousa, S., Simões-Silva, V., Campos, F., Silva, M., & Marques, A. (2023). Mental Health Literacy and Stigma in a Municipality in the North of Portugal: A Cross-Sectional Study [Alfabetización en salud mental y estigma



- en un municipio del norte de Portugal: un estudio transversal]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph20043318>
- Téllez, A. M., Castro, L. A., & Tentori, M. (2023). Developing and Evaluating a virtual reality videogame using biofeedback for stress management in sports [Desarrollo y evaluación de un videojuego de realidad virtual utilizando biofeedback para la gestión del estrés en el deporte]. *Interacting with Computers*, 35(2), 407-420. <https://doi.org/10.1093/iwc/iwad025>
- Thabrew, H., Stasiak, K., Kumar, H., Naseem, T., Frampton, C., & Merry, S. (2021). A cognitive behavioral Therapy-, Biofeedback-, and game-based eHealth intervention to treat anxiety in children and Young People with Long-Term Physical Conditions [Una intervención de eSalud basada en terapia cognitivo-conductual, biorretroalimentación y juegos para tratar la ansiedad en niños y jóvenes con afecciones físicas a largo plazo]. *Co-Design and Open Trial. JMIR Serious Games*, 9(3), Artículo 26084. <https://doi.org/10.2196/26084>
- Travers, B. G., Mason, A. H., Mrotek, L. A., Ellertson, A., Dean, D. C., Engel, C., & McLaughlin, K. (2018). Biofeedback-based, videogame balance training in autism [Entrenamiento del equilibrio en autismo mediante videojuegos basado en biorretroalimentación]. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48, 163-175. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3310-2>
- Valencia-Arias, A., Gutiérrez Flórez, L., Montoya Restrepo, L. A., Umba López, A. M., & Montoya Restrepo, I. (2017, septiembre-diciembre). Consideraciones acerca del emprendimiento estratégico como síntesis funcional de la identificación de oportunidades y la creación de ventajas competitivas. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (52), 143-159. <https://34.231.144.216/index.php/RevistaUCN/article/view/948>
- Wang, Z., Parnandi, A., & Gutierrez-Osuna, R. (2017). BioPad: Leveraging off-the-shelf video games for stress self-regulation [BioPad: Aprovechar los videojuegos disponibles comercialmente para la autorregulación del estrés]. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 22(1), 47-55. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2017.2671788>
- Weerdmeester, J., van Rooij, M. M., Engels, R. C., & Granic, I. (2020). An integrative model for the effectiveness of biofeedback interventions for anxiety regulation [Un modelo

- integrador para la eficacia de las intervenciones de biorretroalimentación para la regulación de la ansiedad]. *Journal of Medical Internet Research*, 22(7), Artículo e14958. <https://doi.org/10.2196/14958>
- Weerdmeester, J. W., Rooij, M. M., Maciejewski, D. F., Engels, R. C., & Granic, I. (2021). A randomized controlled trial assessing the efficacy of a virtual reality biofeedback video game: anxiety outcomes and appraisal processes [Un ensayo controlado aleatorio que evalúa la eficacia de un videojuego de biorretroalimentación de realidad virtual: resultados de ansiedad y procesos de evaluación]. *Technology, Mind, and Behavior*, 2(2). <https://doi.org/10.1037/tmb0000028>
- Wintner, S. R., Waters, S. E., Peechatka, A., Gonzalez-Heydrich, J., & Kahn, J. (2022). Evaluation of a scalable online videogame-based biofeedback program to improve emotion regulation: A descriptive study assessing parent perspectives [Evaluación de un programa escalable de biorretroalimentación basado en videojuegos en línea para mejorar la regulación emocional: un estudio descriptivo que evalúa las perspectivas de los padres]. *Internet Interventions*, 28, Artículo 100527. <https://doi.org/10.1016/j.invent.2022.100527>
- Wu, Y. T., Chen, K. H., Ban, S. L., Tung, K. Y., & Chen, L. R. (2019). Evaluation of leap motion control for hand rehabilitation in burn patients: An experience in the dust explosion disaster in Formosa Fun Coast [Evaluation of leap motion control for hand rehabilitation in burn patients: An experience in the dust explosion disaster in Formosa Fun Coast]. *Burns*, 45(1), 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2018.08.001>
- Yeh, S. C., Huang, M. C., Wang, P. C., Fang, T. Y., Su, M. C., Tsai, P. Y., & Rizzo, A. (2014). Machine learning-based assessment tool for imbalance and vestibular dysfunction with virtual reality rehabilitation system [Machine learning-based assessment tool for imbalance and vestibular dysfunction with virtual reality rehabilitation system]. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 116(3), 311-318. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2014.04.014>
- Zafar, M. A., Ahmed, B., Al Rihawi, R., & Gutierrez-Osuna, R. (2020). Gaming away stress: Using biofeedback games to learn paced breathing [Jugar para eliminar el estrés: usar juegos de biorretroalimentación para aprender a respirar a ritmo]. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 11(3), 519-531. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2018.2816945>