

KINOSPHERE VR NETWORK: PLATAFORMA PARA LA DANZA EXPANDIDA CON TECNOLOGÍAS INMERSIVAS

Camilo Nemocón

Maestría en Ing. Sistemas y Computación
Universidad Jorge Tadeo Lozano
Bogotá, Colombia
canfcero@gmail.com

Resumen / Abstract

Este artículo presenta Kinosphere VR Network, un sistema open source integrado en Unity, que democratiza la creación de experiencias de danza virtual mediante captura de movimiento en tiempo real. Utilizando únicamente cámara web y computador, este componente emplea Machine Learning para traducir movimientos corporales a avatares digitales 3D transmitidos simultáneamente a múltiples dispositivos (móviles, computadores, dispositivos VR) distribuidos globalmente.

La investigación explora modos y procesos de transcodificación corporal en la creación de artes escénicas mediada por tecnologías digitales, examinando cómo las tecnologías accesibles reconfiguran las relaciones entre bailarín, avatar, espacio escénico y audiencia desde perspectivas tecnológicas, artísticas y coreográficas. A través de dos obras de investigación-creación (Mitztemoa Noyollo y Homo Augmented) creados con Kinosphere VR Network, se experimentan territorios donde lo físico y lo virtual coexisten: bailarines que se contemplan a sí mismos como presencias digitales, audiencias distribuidas en geografías lejanas compartiendo el instante presente, y espacios escénicos materializados en mundos virtuales imposibles de realizar físicamente, expandiendo así las posibilidades artísticas y expresivas mediante dramaturgias donde el cuerpo dialoga con su reflejo tecnológico.

Los resultados muestran que la transcodificación no es neutral sino que recodifica activamente el lenguaje coreográfico, generando pérdidas, amplificaciones y transformaciones que requieren del bailarín desarrollar "consciencia dual de movimiento".

Por tanto, Kinosphere permite la creación de performances y obras escénico-virtuales visualizables en tiempo real a nivel global, revelando procesos de transcodificación corporal y

tensiones generadas entre lo orgánico y lo artificial, entre cuerpo y reflejo digital, entre carne y algoritmo, materializando estas dinámicas desde múltiples perspectivas.

Palabras Clave / Keywords

Transcodificación corporal, Danza Expandida, Realidad Virtual, Machine Learning, Avatar.

Introducción / Introduction

La danza es un arte efímero que busca relacionarse, expresarse y comunicarse, adaptándose constantemente a las transformaciones sociales de su tiempo. En la actualidad, encuentra un ambiente propicio para explorar nuevas formas de expresión mediante tecnologías emergentes como la Realidad Virtual y el Machine Learning, las cuales permiten integrar imagen, cuerpo, espacio y percepción en un solo entorno experiencial.

La incorporación de estas tecnologías ha convertido las artes escénicas en un campo de exploración donde la experiencia corporal dialoga con la simulación digital, reconfigurando la percepción, la subjetividad y las formas de representación. En consecuencia, la danza se consolida como un ámbito interdisciplinario que integra movimiento, arte visual y tecnología para explorar nuevas maneras de crear, interpretar y compartir la experiencia escénica.

El movimiento constituye el elemento central de este proceso. Cada gesto, postura o desplazamiento expresa sensaciones, emociones y relaciones con el espacio, convirtiéndose en un lenguaje único e irrepetible. En este contexto, la traducción del movimiento a lenguajes digitales emerge como un campo de investigación-creación que establece un diálogo entre corporeidad y mediación tecnológica. La tecnología deja de ser un recurso instrumental para convertirse en una extensión del lenguaje coreográfico, capaz de amplificar, reinterpretar y expandir sus posibilidades expresivas.

No obstante, el acceso a estas posibilidades continúa siendo limitado. Los sistemas de captura de movimiento suelen ser costosos o requieren configuraciones técnicas complejas, lo que dificulta su adopción por parte de artistas. A ello se suma que las plataformas de realidad virtual existentes no responden a las necesidades específicas de la danza, pues carecen de herramientas orientadas a la creación, interpretación e interacción propia de las artes escénicas. Además, las soluciones disponibles de los sistemas de captura rara vez se integran con entornos de realidad virtual que permitan transmisión en tiempo real hacia múltiples dispositivos, y prácticamente ninguna propuesta reúne estas capacidades dentro de un ecosistema de código abierto que facilite su uso, adaptación y distribución.

Más allá de estas limitaciones técnicas y económicas, esta investigación aborda un problema conceptual relacionado con los procesos de transcodificación del cuerpo en la creación artística mediada por tecnologías digitales. Desde esta perspectiva, cuerpo y tecnología no constituyen entidades independientes, sino que se transforman mutuamente, dando lugar a nuevas formas de presencia, representación y experiencia (Belting, 2007) ¹.

En respuesta a este contexto, la investigación propone un componente tecnológico integral de código abierto que democratice el acceso a la captura de movimiento y posibilite la creación de experiencias de danza virtual inmersiva con transmisión en tiempo real para audiencias distribuidas. Paralelamente, se analizan las tensiones entre corporeidad física y presencia virtual derivadas de los nuevos procesos de transcodificación corporal que surgen durante la interacción entre cuerpo y entorno digital.

Como plantea Hansen (2006) ², la imagen digital ya no puede entenderse únicamente como una representación externa al cuerpo, sino como una extensión que transforma la percepción y la experiencia corporal. En el ámbito de la danza inmersiva, esta perspectiva plantea interrogantes fundamentales: ¿cómo se modifica la percepción del bailarín cuando su cuerpo existe simultáneamente en espacios físicos y virtuales? ¿Qué nuevas formas de escritura coreográfica emergen cuando el movimiento se convierte en datos digitales?

En esta misma línea, Kozel (2007) ³ sostiene que las interfaces tecnológicas no son neutrales, sino que reconfiguran activamente las formas de presencia y corporalidad en la performance. De igual manera, investigaciones recientes destacan la necesidad de analizar, cómo la inmersión tecnológica influye en la conciencia kinestésica del bailarín y en su capacidad para relacionarse de manera simultánea con espacios físicos y virtuales (deLahunta, 2017) ⁴.

Uno de los principales referentes conceptuales de esta investigación es Giannachi (2004) ⁵, quien plantea que las tecnologías generan "espacios de virtualidad" donde la presencia física y la representación digital convergen en una experiencia expandida. A este enfoque se suma la teoría de la Kinesfera de Laban, entendida como el espacio tridimensional imaginario que rodea al cuerpo y dentro del cual se desarrolla el movimiento (Preston-Dunlop, 1998) ⁶. A partir de estos fundamentos, Rudolf von Laban desarrolló la Cinetografía, un sistema destinado a registrar y transmitir el movimiento coreográfico mediante una notación estructurada (Laban, 1928) ⁷.

Tomando como base estos aportes sobre cuerpo, movimiento, espacio y virtualidad, esta investigación propone el empleo de tecnologías digitales accesibles y de código abierto para desarrollar narrativas inmersivas que amplíen las posibilidades expresivas de la danza expandida.

Metodología / Methodology

Kinosphere VR Network:

Es un sistema open source desarrollado e integrado al motor de videojuegos Unity como instrumento tanto de creación artística como de investigación sobre los modos y procesos de transcodificación corporal en la creación inmersiva para la danza mediada por tecnologías digitales. La plataforma permite crear experiencias de danza virtual mediante la captura de movimiento corporal en tiempo real y su transmisión a avatares digitales 3D, los cuales pueden ser visualizados simultáneamente en múltiples dispositivos (móviles, computadores, VR) distribuidos globalmente.

Por tanto, Kinosphere se integra a Unity como paquete (package) importable que contiene todos los elementos necesarios para el funcionamiento del sistema de captura en tiempo real y transcodificación corporal a datos digitales reflejados en el Avatar y transmitidos a diferentes dispositivos.

Link repositorio: <https://github.com/camiloNemocon/MachineLearningBodyTrackingUnity>

Esta solución accesible, democratiza las herramientas de captura de movimiento y transmisión en vivo de performances, requiriendo únicamente cámara web, computador de gama media y conexión a internet, permitiendo crear experiencias inmersivas sin equipamiento costoso ni configuraciones técnicas complejas.

Kinosphere emplea modelos de Machine Learning para identificar en tiempo real el cuerpo, sus movimientos y desplazamientos mediante cámara web, transcodificándolos, es decir, traduciéndolos de lenguaje corporal-kinestésico a lenguaje de datos digitales y enviando esta información a un Avatar, "representación gráfica digital cuyo término deriva del sánscrito encarnación o manifestación de una deidad en forma corporal" (Meadows, 2008) ⁸. Este proceso de transcodificación no es neutral, ya que constituye una reinterpretación del movimiento donde ciertas cualidades gestuales se amplifican, otras se pierden, y algunas se transforman de maneras impredecibles, generando lo que en las obras creadas se exploró como "lenguaje dual" entre intención física y manifestación digital.

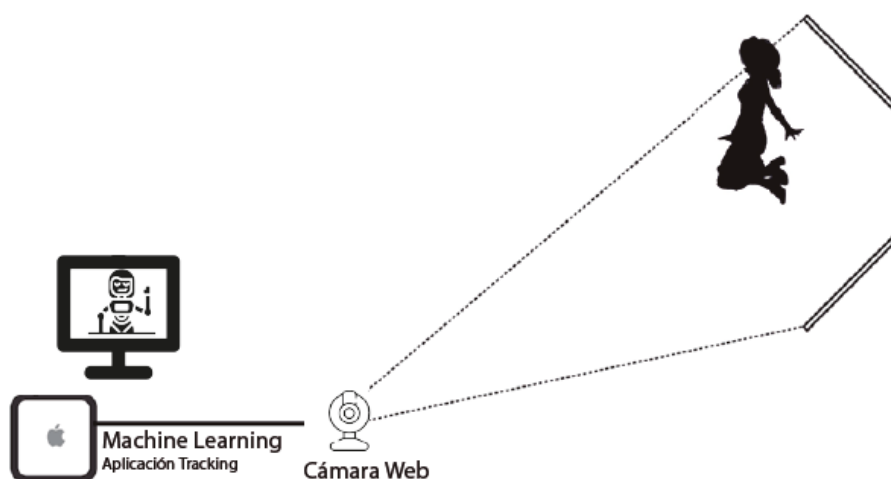
Para cada obra se desarrollan entornos virtuales específicos donde se crean mundos digitales en 3D, integrando música, efectos sonoros, iluminación y elementos 3D sincronizados con la narrativa escénica. Estos mundos funcionan como espacios dramáticos activos que participan en la construcción de la narrativa y significado de la obra, permitiendo materializar estados mentales, emocionales o conceptuales imposibles de representar en espacios físicos tradicionales.

Sistema de Tracking con Machine Learning:

El Machine Learning (aprendizaje automático) “es un subcampo de la inteligencia artificial que permite a los sistemas computacionales aprender patrones a partir de datos sin ser explícitamente programados para cada tarea específica” (Mitchell, 1997)⁹. A diferencia de los algoritmos tradicionales donde los programadores definen reglas específicas, en Machine Learning “el sistema aprende a realizar tareas mediante la exposición a grandes cantidades de ejemplos, identificando automáticamente patrones y relaciones en los datos” (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016)¹⁰.

En el contexto de reconocimiento corporal, la plataforma Kinosphere VR Network, utiliza específicamente técnicas de Deep Learning (aprendizaje profundo) basadas en redes neuronales convolucionales (CNN), “arquitectura para procesar información visual, ya que pueden aprender jerárquicamente características visuales: desde bordes hasta formas corporales complejas” (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015)¹¹.

Figura 1. Diagrama del sistema de Tracking corporal con Machine Learning



Fuente: Kinosphere VR Network, 2026

El sistema de tracking corporal implementa la librería Barracuda en Unity, utilizando modelos pre-entrenados “específicamente de redes neuronales convolucionales basadas en la arquitectura ResNet34” (He, Zhang, Ren, & Sun, 2016)¹².

Este proceso técnico representa la base de la transcodificación corporal, donde el cuerpo físico tridimensional se reduce primero a imagen bidimensional (captura de cámara web), luego se interpreta como conjunto de datos conformados por coordenadas numéricas (detección con Machine Learning), para finalmente reconstruirse como cuerpo virtual tridimensional (Avatar). Cada etapa de esta cadena introduce transformaciones, pérdidas y reinterpretaciones del movimiento original.

Figura 2. Pruebas del sistema de Tracking ML y transcodificación corporal



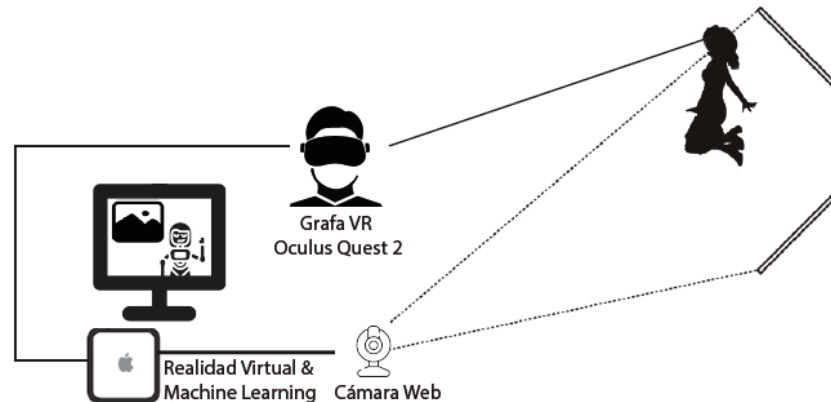
Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=Zox_kC9W3Z8

Sistema de Realidad Virtual:

La Realidad Virtual es la "creación de una realidad 3D computarizada e interactiva con la que el usuario puede relacionarse" (Sherman & Craig, 2003)¹³, tecnología que amplía lo que tradicionalmente se entiende por "realidad" al crear experiencias perceptualmente convincentes de espacios inmersivos que no existen materialmente.

Kinosphere VR Network integra la captura de movimiento corporal con la visualización en realidad virtual, permitiendo que el bailarín habite su propio avatar digital. Durante la ejecución de la performance, el intérprete observa sus movimientos y extremidades representados en tiempo real dentro del entorno virtual, mientras continúa actuando en el espacio físico.

Figura 3. Diagrama del sistema de Realidad Virtual con Tracking ML



Fuente: Kinosphere VR Network, 2026

La integración entre el sistema de tracking corporal y la realidad virtual favorece una experiencia de identificación con el avatar, al percibir la correspondencia inmediata entre el movimiento físico y su representación digital. Como resultado, se fortalece la sensación de confianza y apropiación del cuerpo virtual, propiciando que la representación digital sea asumida como una extensión del propio cuerpo y desdibujando los límites perceptuales entre lo físico y lo virtual.

Figura 4. Pruebas del sistema de Realidad Virtual y Tracking ML



Fuente: <https://youtu.be/SJmz8NvAOIE>

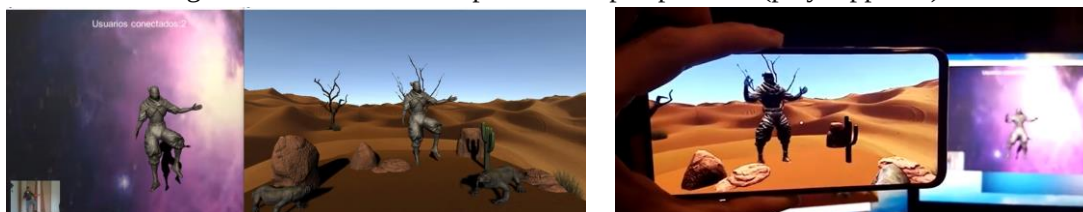
Transmisión del performance en tiempo real:

Con la transmisión en tiempo real, Kinosphere pasa de ser un package de unity a convertirse en un sistema que transforma radicalmente la relación espacial y temporal entre creador y audiencia, permitiendo que artistas, coreógrafos y bailarines transmitan obras escénicas

virtuales en tiempo real a espectadores en todo el mundo. Esta capacidad de “transmisión sincrónica no constituye una mera reproducción técnica sino una reconfiguración de la experiencia escénica contemporánea” (Dixon, 2007) ¹⁴, donde la efimeridad característica de la danza se preserva mientras su alcance geográfico se expande ilimitadamente.

El sistema permite a audiencias en cualquier parte del mundo accedan a performances en vivo sin las limitaciones de espacios físicos tradicionales, creando un enlace global entre creador y espectador mediado por tecnologías digitales. Más aún, la plataforma ofrece multiplicidad de perspectivas experienciales que cuestionan la noción tradicional de "la obra" como entidad única, ya que el espectador puede elegir observar al bailarín físico en el espacio real (cuando está presente), ver el avatar en el mundo virtual desde perspectiva externa, o experimentar la obra inmersivamente desde el punto de vista del propio bailarín mediante VR.

Figura 5. Pruebas de multiplicidad de perspectivas (pc y App 360)



Fuente: <https://vimeo.com/614719397?fl=pl&fe=sh>

<https://youtu.be/bp7nR94k58I>

Figura 6. Pruebas de multiplicidad de perspectivas Google Cardboard (público y bailarín)



Fuente: https://youtu.be/yDP4_XS1mNo

<https://youtu.be/Jxso48EdwZk>

Arquitectura de la aplicación Kinosphere VR Network:

La transmisión en tiempo real de Kinosphere VR Network se implementó mediante una arquitectura cliente-servidor que distribuye funciones específicas entre tres tipos de nodos: Cliente Tracking (bailarín), Servidor Central y Clientes Espectadores.

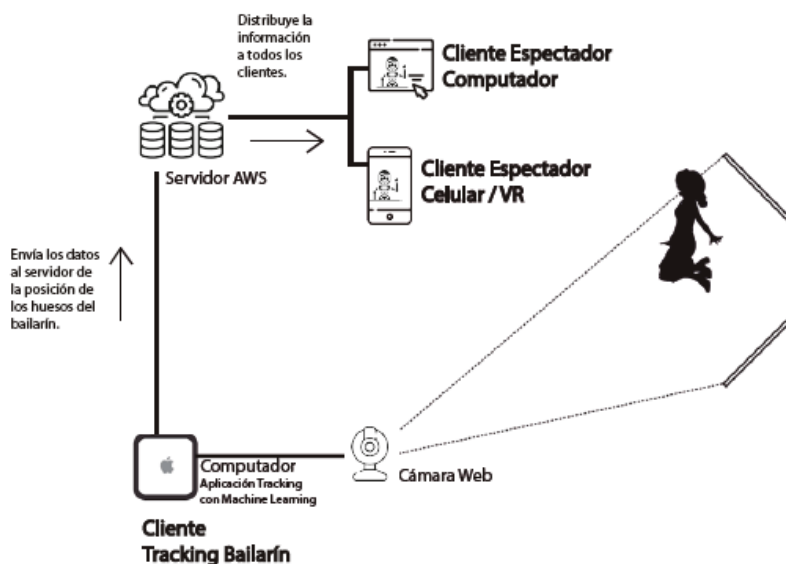
El Cliente Tracking se ejecuta en el computador del bailarín y realiza la captura de movimiento mediante modelos de Machine Learning. A partir de la imagen obtenida por una cámara web,

identifica 24 articulaciones corporales y las convierte en coordenadas tridimensionales (X, Y, Z), que son transmitidas al servidor. Este módulo constituye el punto de transcodificación donde el movimiento corporal se transforma en datos digitales.

El Servidor Central, implementado como una aplicación headless sobre Linux y alojado en Amazon Web Services (AWS), actúa como nodo de distribución. Su función consiste en recibir continuamente los datos articulares enviados por el Cliente Tracking y retransmitirlos simultáneamente a todos los Clientes Espectadores conectados. De esta manera, una única fuente de movimiento puede visualizarse de forma sincronizada por múltiples usuarios.

Los Clientes Espectadores, disponibles para Windows, Android y dispositivos de realidad virtual, reciben los datos del servidor y los aplican a avatares tridimensionales integrados en escenarios virtuales. Cada dispositivo renderiza la escena y replica el movimiento del bailarín en tiempo real. Esta arquitectura distribuida favorece la escalabilidad del sistema.

Figura 7. Diagrama de infraestructura del sistema Kinosphere VR Network

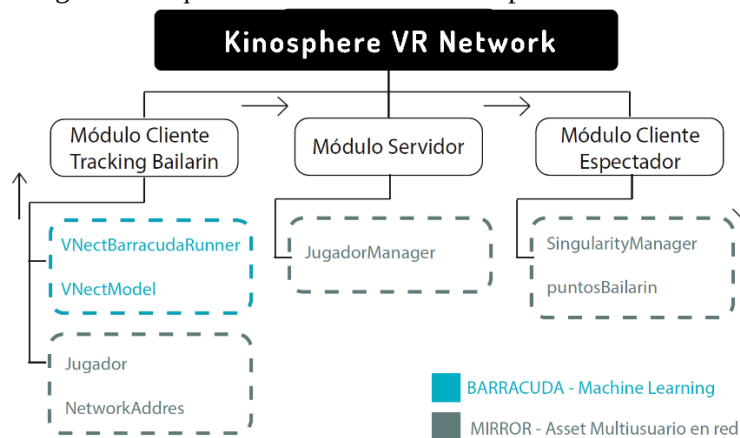


Fuente: Kinosphere VR Network, 2026

La aplicación se organiza en tres módulos interdependientes. El módulo Cliente Tracking integra los componentes VNectBarracudaRunner para la detección corporal y VNectModel para la animación del avatar, además de gestionar el inicio de la transmisión y el cambio de escenas. El módulo Servidor, mediante JugadorManager, administra el estado global del

sistema, sincroniza la información de movimiento y coordina el temporizador de las transiciones escenográficas. Finalmente, el módulo Cliente Espectador utiliza SingularityManager para sincronizar sonido, iluminación y escenografía, mientras el componente puntosaBailarin aplica las posiciones articulares al avatar 3D, reproduciendo en tiempo real los movimientos del intérprete.

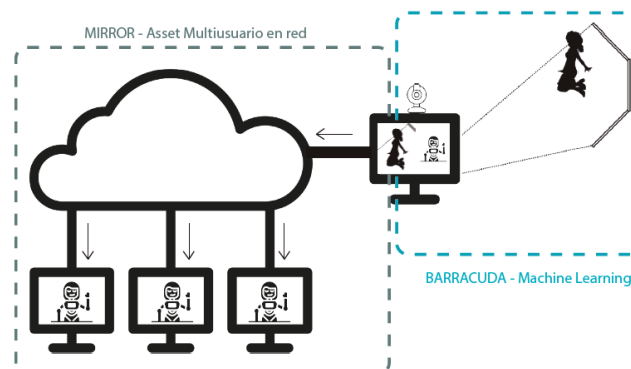
Figura 8. Arquitectura del sistema Kinosphere VR Network



Fuente: Kinosphere VR Network, 2026

La comunicación en red se desarrolló mediante Mirror Networking, una biblioteca open source para Unity orientada al desarrollo de aplicaciones multiusuario. Esta herramienta proporciona una capa de abstracción sobre los protocolos TCP/UDP, facilitando la sincronización de objetos, variables y eventos entre clientes y servidor (Dotsenko & Clark, 2020) ¹⁵.

Figura 9. Diagrama del sistema de transmisión



Fuente: Kinosphere VR Network, 2026

La Figura 9 presenta el flujo de datos de la plataforma. El sistema Barracuda procesa la imagen capturada por la cámara web, identifica las articulaciones corporales y las convierte en vectores tridimensionales. Estos datos son enviados desde el Cliente Tracking al Servidor Central, que los redistribuye en tiempo real a los Clientes Espectadores. Como resultado, los avatares digitales reproducen de manera sincronizada los movimientos del bailarín, permitiendo que audiencias distribuidas experimenten simultáneamente la performance y materializando el proceso de transcodificación corporal.

Resultados / Results

El sistema Kinosphere VR Network se validó e implementó mediante dos obras de investigación-creación — Mitztemoa Noyollo (2021) y Homo Augmented (2023) — permitiendo explorar los modos y procesos de transcodificación corporal en la creación de obras de danza mediada por tecnologías digitales, revelando tanto posibilidades expresivas inéditas como tensiones inherentes a la traducción del cuerpo físico a presencia virtual.

Mitztemoa Noyollo (del náhuatl: "buscar mi corazón") es una obra desarrollada colaborativamente entre México y Colombia que explora la difusión de la composición coreográfica mediante procesos de transcodificación corporal en tiempo real. La obra fue presentada el 25 de junio de 2021 desde Ciudad de México, donde la artista escénica Cynthia Candelas ejecutó la performance mientras sus movimientos eran capturados, transcodificados y transmitidos simultáneamente a espectadores ubicados en 15 ciudades de América Latina, Europa y Asia, mediante aplicaciones para Android y Windows.

De forma paralela, un equipo técnico en Bogotá controló en tiempo real la iluminación, la música y los objetos virtuales de la escena. Estas acciones fueron sincronizadas a través del servidor central, permitiendo una dramaturgia distribuida en la que creación, ejecución y visualización ocurrieron de manera simultánea entre ambos países. La obra pudo experimentarse desde computadores, dispositivos móviles y visores Google Cardboard, ampliando el acceso a experiencias inmersivas mediante visualización en 360°.

Los espectadores pueden elegir el medio/dispositivo de visualización, generando "experiencias fragmentadas pero sincronizadas", es decir, el mismo evento temporal, pero con múltiples modalidades perceptuales. Este hallazgo cuestiona la tradicional unidad de la experiencia escénica, donde la obra ya no es un objeto estético singular sino una constelación de experiencias simultáneas, cada una válida y completa en sí misma. Como plantea Auslander, en su análisis de Liveness Performance, "la transmisión digital no elimina la inmediatez del

evento en vivo, sino que la redistribuye espacialmente, manteniendo la sincronía temporal mientras fragmenta la ubicación física” (Auslander, 2008)¹⁶.

Figura 10. Transmisión de la obra Mitztemoa Noyollo



Fuente: <https://youtu.be/iKNcQSRPmk>

Un resultado fundamental de la investigación fue la identificación de lo que se denomina "consciencia dual del movimiento", entendida como la capacidad de la bailarina para percibir simultáneamente su cuerpo físico y anticipar la forma en que sus movimientos serían transcodificados y representados por el avatar digital. Esta capacidad le permitió ajustar conscientemente su ejecución corporal en función de la respuesta del entorno virtual. Esto constituye un hallazgo significativo sobre nuevos modos de inscripción corporal en la creación de danza mediada tecnológicamente, ya que el bailarín no solo comprende su kinestesia corporal sino también aprende la "lógica perceptual" del algoritmo de Machine Learning, por lo que el intérprete está simultáneamente liberado y limitado por la interpretación algorítmica de su cuerpo reflejada en el avatar.

Dentro del estudio de estos glitches, se identificaron requerimientos técnicos específicos donde el artista debe mantenerse visible de cuerpo completo en el encuadre de la cámara web para detección óptima, ciertos ángulos corporales generan confusión en el algoritmo, y movimientos en suelo requieren ajustes de altura de cámara. Estas limitaciones no son transparentes, sino que configuran activamente las posibilidades coreográficas, evidenciando cómo la tecnología no es medio neutral sino agente que participa en la construcción de la obra, de modo que los glitches, errores y limitaciones técnicas no son obstáculos externos a la expresión sino

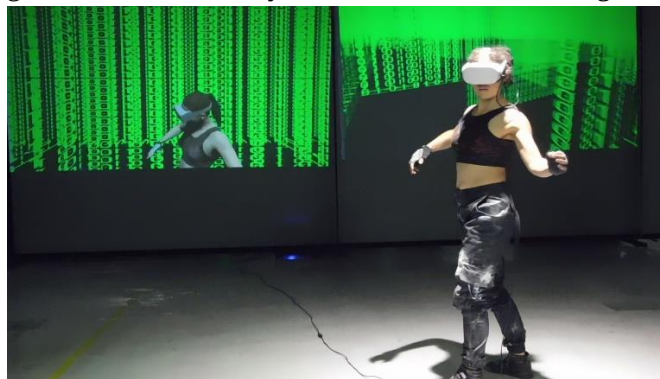
elementos materiales del medio digital que participan activamente en la construcción de significado, similar a cómo las propiedades físicas de materiales tradicionales (gravedad, peso, inercia) configuran posibilidades en danza física. Por lo que, para la práctica coreográfica, eso implica reconocer que las limitaciones técnicas no son externas a la creatividad sino agentes activos que participan en la construcción de vocabularios expresivos.

Por otro lado, se realizó la obra HomoAugmented (2023), enfocada en el estudio VR mediante el sistema Kinosphere en donde se encontró, lo que denominamos "estado de ensimismamiento tecnológico", donde la percepción de la bailarina se desplaza casi completamente hacia el entorno virtual, limitando severamente su consciencia del espacio físico circundante.

Este ensimismamiento evidenció la barrera perceptual que actualmente existe entre mundo real y virtual: a pesar de que el cuerpo permanece físicamente presente, la consciencia se "transporta" al espacio digital, generando una condición de presencia fragmentada más que de presencia híbrida. Esta experiencia cuestiona nociones teóricas de "ontología híbrida" o "doble presencia" (Giannachi, 2012)¹⁷, sin embargo, este hallazgo cuestiona estas nociones teóricas de "presencia dual" u "ontología híbrida", ya que según la investigación realizada con las tecnologías VR inmersivas actuales, la experiencia tiende hacia alternancia entre estados de presencia (físico o virtual) más que hacía simultaneidad genuina.

Este resultado, surge de la evidencia reportada por la bailarina, quien presento dificultad para mantener orientación espacial en el espacio físico, por lo que se requería de ayudas externas como los límites visuales de área de Oculus y audio espacial cuadrafónico para su ubicación espacial. Esta fragmentación perceptual evidencia la brecha de adaptación humana a existencias tecnológicamente mediadas, donde la percepción sensorial y la realidad material divergen.

Figura 11. Introducción y Reel de la Obra Homo Augmented



Fuente: <https://youtu.be/VSzp2jxIHBk>

Por último, se evidencio que la plataforma facilitó la creación de dramaturgias imposibles en espacios físicos tradicionales. Los mundos virtuales diseñados para ambas obras permitieron materializar estados mentales, emocionales y conceptuales de las narrativas propuestas en cada obra.

En cuanto a las limitaciones encontradas se identifica que el sistema detecta únicamente un bailarín simultáneo, por lo tanto, se plantea como trabajo a futuro realizar investigaciones para performance grupales que implementen sistemas de tracking multi-persona, donde múltiples bailarines puedan interactuar simultáneamente en espacios físicos y virtuales compartidos. Esta línea deberá abordar desafíos técnicos como la identificación individual de cada intérprete, la gestión de oclusiones corporales, y la sincronización de múltiples flujos de datos sin degradación del rendimiento. Igualmente, importante será explorar las dimensiones artísticas que emergen, es decir, cómo se comunican kinestésicamente los avatares de varios bailarines, qué nuevas formas de composición grupal se habilitan, y cómo integrar interfaces que permitan a intérpretes en VR mantener consciencia de otros performers mediante representaciones hápticas, auditivas o visuales que preserven la esencia colaborativa de la danza grupal.

Conclusiones / Conclusions

Esta investigación culmina con el desarrollo de un sistema accesible que democratiza herramientas de captura de movimiento, creación de experiencias virtuales inmersivas y transmisión en tiempo real de danza; por otro lado, la investigación revela tensiones conceptuales existentes entre corporeidad física y presencia virtual inherentes a la transcodificación corporal en la creación performática mediada digitalmente, como la reconfiguración corporal reflejado en la relación entre cuerpo y datos, entre presencia física y virtual, entre obra singular y experiencias múltiples.

La danza tradicionalmente considera tres aspectos fundamentales: espacio, tiempo y movimiento. Por su naturaleza efímera, el cuerpo no genera por sí solo registro permanente sino experiencia instantánea. Con las tecnologías de transcodificación corporal esto se transforma radicalmente, ya que el movimiento del cuerpo se captura como flujo de datos numéricos, generando lo que podríamos denominar "coreografía paralela en forma de bits", una inscripción del movimiento que no puede percibirse en materia física sino únicamente a través de presencia virtual, de identidad digital materializada en avatares.

La inmersión VR permite dramaturgias imposibles materialmente y perspectivas inéditas, pero genera "ensimismamiento tecnológico" que fragmenta la percepción del intérprete, ya que el

bailarín pierde consciencia del público presencial, no puede relacionarse con otros intérpretes físicos, y queda aislado del espacio material. Esta barrera perceptual entre mundo real y virtual cuestiona la presencia dual con coreografías grupales en VR, así mismo se identificaron limitaciones técnicas que requieren exploración adicional para el sistema tracking y la diversidad postural que afecta la precisión.

Este hallazgo señala direcciones críticas para futuras exploraciones enfocadas a desarrollar interfaces de presencia dual que permitan al intérprete mantener consciencia parcial del espacio físico y otros cuerpos; implementar sistemas de comunicación inter-corporal mediante representaciones hápticas, sonoras o visuales periféricas y utilizar tecnologías de realidades extendidas (XR) como medio de exploración en las artes escénicas multi-persona. Específicamente, se plantea investigar a futuro cómo audiencias y otros intérpretes podrían modificar el entorno virtual que el bailarín en VR experimenta, creando dramaturgias colaborativas donde lo físico y lo virtual se retroalimentan mutuamente.

Como reflexión se plantea que la tecnología debe servir a la expresión humana, no determinarla ni limitarla. Al crear herramientas accesibles, abiertas y diseñadas desde esta comprensión profunda de necesidades artísticas, se contribuye a un futuro donde la creatividad y visión sean los únicos límites para la creación.

Referencias / References

1. Belting, H. (2007). Antropología de la imagen. Katz Editores.
2. Hansen, M. B. N. (2006). Bodies in code: Interfaces with digital media. Routledge.
3. Kozel, S. (2007). Closer: Performance, technologies, phenomenology. MIT Press.
4. deLahunta, S. (2017). Capturing intention: Documentation, analysis and notation research based on the work of Emio Greco. En R. Smits (Ed.), *Technē/Technology: Researching cinema and media technologies* (pp. 85–107). Amsterdam University Press.
5. Giannachi, G. (2004). Virtual theatres: An introduction. Routledge.
6. Preston-Dunlop, V. (1998). Rudolf Laban: An extraordinary life. Dance Books.
7. Laban, R. (1928). *Kinetographie Laban*. Universal Edition.

8. Meadows, M. S. (2008). *I, avatar: The culture and consequences of having a second life*. New Riders.
9. Mitchell, T. M. (1997). *Machine learning*. McGraw-Hill.
10. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. <http://www.deeplearningbook.org>
11. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
12. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. En *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 770–778). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>
13. Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann.
14. Dixon, S. (2007). *Digital performance: A history of new media in theater, dance, performance art, and installation*. MIT Press.
15. Dotsenko, S., & Clark, J. (2020). *Multiplayer game development with Unity and Mirror*. Independently Published.
16. Auslander, P. (2008). *Liveness: Performance in a mediatized culture* (2nd ed.). Routledge.
17. Giannachi, G. (2012). Performing Mixed Reality. En S. Broadhurst & J. Machon (Eds.), *Performance and Technology: Practices of Virtual Embodiment and Interactivity*. Palgrave Macmillan.

Bibliografía / Bibliography

- Auslander, P. (2008). *Liveness: Performance in a mediatized culture* (2nd ed.). Routledge.
- Belting, H. (2007). *Antropología de la imagen*. Katz Editores.

- Birringer, J. (2008). Performance, technology, and science. PAJ Publications.
- Broadhurst, S., & Machon, J. (Eds.). (2011). Performance and technology: Practices of virtual embodiment and interactivity. Palgrave Macmillan.
- Cao, Z., Hidalgo, G., Simon, T., Wei, S. E., & Sheikh, Y. (2021). OpenPose: Realtime multi-person 2D pose estimation using part affinity fields. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 43(1), 172–186. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2019.2929257>
- deLahunta, S. (2017). Capturing intention: Documentation, analysis and notation research based on the work of Emilio Greco. En R. Smits (Ed.), *Technē/Technology: Researching cinema and media technologies* (pp. 85–107). Amsterdam University Press.
- Dixon, S. (2007). Digital performance: A history of new media in theater, dance, performance art, and installation. MIT Press.
- Dotsenko, S., & Clark, J. (2020). Multiplayer game development with Unity and Mirror. Independently Published.
- Giannachi, G. (2004). Virtual theatres: An introduction. Routledge.
- Giannachi, G. (2012). Performing Mixed Reality. En S. Broadhurst & J. Machon (Eds.), *Performance and Technology: Practices of Virtual Embodiment and Interactivity*. Palgrave Macmillan.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press. <http://www.deeplearningbook.org>
- Hansen, M. B. N. (2006). Bodies in code: Interfaces with digital media. Routledge.
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. En *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 770–778). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>
- Kozel, S. (2007). Closer: Performance, technologies, phenomenology. MIT Press.
- Laban, R. (1928). Kinetographie Laban. Universal Edition.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>

Lugaresi, C., Tang, J., Nash, H., McClanahan, C., Uboweja, E., Hays, M., Zhang, F., Chang, C. L., Yong, M. G., Lee, J., Chang, W. T., Hua, W., Georg, M., & Grundmann, M. (2019). MediaPipe: A framework for building perception pipelines [Preprint]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1906.08172>

Marchessault, J., & Lord, S. (Eds.). (2007). Fluid screens, expanded cinema. University of Toronto Press.

Meadows, M. S. (2008). I, avatar: The culture and consequences of having a second life. New Riders.

Menache, A. (2011). Understanding motion capture for computer animation (2nd ed.). Morgan Kaufmann.

Mitchell, T. M. (1997). Machine learning. McGraw-Hill.

Munea, T. L., Jembre, Y. Z., Weldegebriel, H. T., Chen, L., Huang, C., & Yang, C. (2020). The progress of human pose estimation: A survey and taxonomy of models applied in 2D human pose estimation. IEEE Access, 8, 133330–133348. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3010248>

Papandreou, G., Zhu, T., Chen, L. C., Gidaris, S., Tompson, J., & Murphy, K. (2018). PersonLab: Person pose estimation and instance segmentation with a bottom-up, part-based, geometric embedding model. En V. Ferrari, M. Hebert, C. Sminchisescu, & Y. Weiss (Eds.), Computer Vision – ECCV 2018 (pp. 282–299). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01264-9_17

Parks, L., & Starosielski, N. (Eds.). (2015). Signal traffic: Critical studies of media infrastructures. University of Illinois Press.

Preston-Dunlop, V. (1998). Rudolf Laban: An extraordinary life. Dance Books.

Sarafianos, N., Boteanu, B., Ionescu, B., & Kakadiaris, I. A. (2016). 3D human pose estimation: A review of the literature and analysis of covariates. Computer Vision and Image Understanding, 152, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2016.09.002>

Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). Understanding virtual reality: Interface, application, and design. Morgan Kaufmann.

Zheng, C., Wu, W., Chen, C., Yang, T., Zhu, S., Shen, J., Kehtarnavaz, N., & Shah, M. (2020). Deep learning-based human pose estimation: A survey [Preprint]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2012.13392>