

¿Cómo hacer posible la

Telepresencia Holográfica

en la educación?

Yoskira Cordero, Nayade Domenech, Richard Pérez
Gabriel Vaca, Héctor Jiménez, Robert Granda,
Cynthia Enríquez



Powered by
Arizona State University®

¿Cómo hacer posible la

Telepresencia Holográfica

en la educación?

Yoskira Cordero, Nayade Domenech, Richard Pérez
Gabriel Vaca, Héctor Jiménez, Robert Granda,
Cynthia Enríquez



Yoskira Cordero, Nayade Domenech, Richard Pérez, Gabriel Vaca, Héctor Jiménez, Robert Granda, Cynthia Enriquez

¿Cómo hacer posible la telepresencia holográfica en la educación?

Quito: Universidad Internacional del Ecuador, 2025

1.a edición, pp. 79

ISBN 978-9942-682-11-6

DOI: <https://doi.org/10.33890/telepresencia.holografica>

1. Investigación
2. Educación
3. Internet, medios digitales y sociedad

Como citar: Cordero, Y. et al. (2025). ¿Cómo hacer posible la telepresencia holográfica en la educación? Universidad Internacional del Ecuador

¿Cómo hacer posible la Telepresencia Holográfica en la educación?

© Universidad Internacional del Ecuador

Av. Simón Bolívar y Av. Jorge Fernández, Quito.

(593-2) 2985-600 / (593-2) 5000-600

www.uide.edu.ec

Directora editorial: Andrea Farfán

Diseño y corrección de estilo: Ricardo Espinoza León

Este libro fue sometido a un proceso de revisión por pares evaluadores bajo el sistema de doble par ciego (peer review). Prohibida la reproducción de este libro, por cualquier medio, sin la previa autorización por escrito de los propietarios del copyright.

¿Cómo hacer posible la

Telepresencia Holográfica

en la educación?

Tabla de contenido

PRÓLOGO	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I. ¿Qué es la telepresencia holográfica?	17
CAPÍTULO II. ¿Qué puede aportar la telepresencia holográfica a la educación?	23
CAPÍTULO III. El cambio pedagógico necesario	30
Distancia Transaccional	33
Sistema Educativo	35
Modelo educativo	36
Teorías del aprendizaje	37
Modalidad educativa	38
Metodologías pedagógicas	38
Estrategias de enseñanza	39
Recursos educativos	41
Diseño instruccional	41
Decálogo axiológico	43
Ejemplo: Clase con Telepresencia Holográfica	45
CAPÍTULO IV. ¿Cómo sería una clase a distancia y sincrónica utilizando telepresencia holográfica?	47
Capturar la imagen	50
Procesar la información	51
Transmitir los Datos	52
Recibir los datos	53
Proyectar la Imagen	54
Durante la clase	54

CAPÍTULO V. Infraestructura, espacio y diseño de aulas para facilitar la telepresencia holográfica	56
Sala de Emisión	57
Aula Holográfica	58
Técnicas de generación de hologramas	60
REFLEXIONES	67
EPÍLOGO	69
BIBLIOGRAFÍA	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de telepresencia.....	19
Figura 2. Tipos de telepresencia holográfica.....	20
Figura 3. Maestra enseñando con holograma de un dinosaurio.....	21
Figura 4. Recursos visuales en la educación a través del tiempo.....	24
Figura 5. Aportes de la telepresencia holográfica a la educación	26
Figura 6. Tríada didáctica	32
Figura 7. Elementos de la Teoría de la Distancia Transaccional	34
Figura 8. Sistema educativo con telepresencia holográfica.....	35
Figura 9. Diseño Instruccional con ADDIE de una clase con telepresencia holográfica	42
Figura 10. Decálogo Axiológico	44
Figura 11. Pasos para una clase con telepresencia holográfica	48
Figura 12. Aula holográfica, en el TEC de Monterrey.....	55
Figura 13. Ejemplo de Sala de Emisión	57
Figura 14. Ejemplo de un Aula Holográfica.....	59
Figura 15. Imagen en 3D modelada con software Autodesk 3ds Max	60
Figura 16. Pantalla de microparticulas modelo Displair	61

Figura 17. Uso del 3D LED Fan Display Holográfico en el contexto educativo	62
Figura 18. Ejemplo de una pirámide holográfica casera con celular	63
Figura 19. El Fantasma de Pepper	64
Figura 20. Estructura para generar imágenes 3D en un espectáculo	65
Figura 21. Generación de hologramas mediante técnica del Fantasma de Pepper	66
Figura 22. Estación La Carolina Metro en Quito, Ecuador	67

Advertencia sobre el uso del lenguaje

En el presente libro se ha tratado en todo momento de hacer uso de un lenguaje no discriminatorio. Sin embargo, como se sabe, en la lengua española aún no se ha llegado a ningún acuerdo que implique una total inclusividad de los géneros al momento de expresarse, ya sea de manera escrita u oral. En tal sentido, en función de la claridad del discurso, la economía del lenguaje, y para evitar el exceso de artículos, sustantivos y adjetivos, se opta por el uso genérico del masculino, esperando que el lector disculpe y entienda que, en todas sus menciones, se pretende incluir siempre a todas las personas, con independencia de su género.

Gracias.

Prólogo

Yesenia Cevallos Villacrés, PhD

Miembro del comité de investigadores de comunicaciones moleculares del IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)

La tecnología digital supeditada a la omnipresencia de los sistemas de telecomunicaciones y en especial de las redes de computadoras, ha modificado todos los paradigmas y áreas de desarrollo de los seres humanos, generando aplicaciones revolucionarias en todas las aristas científicas.

Desde hace aproximadamente 40 años la aparición del Internet, y el uso de los protocolos de comunicaciones que sustentan la gran red de redes, ha viabilizado la interconexión de personas de manera independiente de su ubicación geográfica, lo cual a su vez ha modificado constantemente la forma de aprender, enseñar, realizar compras y transacciones comerciales, informarse, y entretenerse.

Simultáneamente, las redes de comunicación inalámbricas han determinado la movilidad y la capacidad de portar dispositivos cada vez más sofisticados de modo de poder efectuar tareas imposibles sin el empleo de computadores de escritorio, con las generaciones quinta (5G) y sexta (6G) de la telefonía celular, nuevas aplicaciones subordinadas a un gran ancho de banda y una velocidad de transmisión de la información, han definido la eficaz comunicación y administración de la información de manera remota, con otras personas, computadoras, con fines variados que van desde propósitos académicos hasta la gestión de sensores en la domótica.

Tales avances tecnológicos influyen en la educación a través de la incorporación de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) en procesos innovadores de enseñanza/aprendizaje, con herramientas digitales de diversos formatos. Permitiendo que el estudiante pueda interactuar mediante laboratorios físicos o virtuales, accedidos de forma local o remota, sincrónica o asincrónica. La técnica el Fantasma de Pepper, se aborda en este libro y puede llevarse a la práctica con recursos asequibles.

En este contexto, el presente libro invita a ampliar el conocimiento sobre telepresencia holográfica, en cuanto a fusionar la tecnología y educación digital, con el propósito de que el proceso de conocimiento en un aula se procure inclusivo. Atiende puntualmente el interés de los lectores por la tecnología incipiente y en evolución, dado que trasciende las barreras de la educación tradicional, permitiendo no solo impartir clases de manera inmersiva, sino también ofrecer su potencial en diversos contextos como hospitales, centros médicos y otros espacios críticos. generando una conexión auténtica e inmediata, incluso en situaciones de distancia geográfica o movilidad limitada.

En física las palabras y las fórmulas están conectadas con el mundo real.

Richard Feynman

Introducción

La evolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha permitido una mayor interacción entre las personas, sin importar donde se encuentren. Un ejemplo de ello es la telepresencia holográfica, una tecnología comunicacional que promete impactar diversos sectores, incluido el de la educación.

¿Cómo hacer posible la telepresencia holográfica en la educación?, es el interés y las inquietudes de lectores por nuestro trabajo previo: Telepresencia Holográfica en la Educación (Cordero & Jiménez, 2024a). Y se robustece como un proyecto de investigación de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil. En el desarrollo del libro, hemos tenido el propósito atender: ¿es esto posible?, ¿cómo?, ¿cuándo?, y, además, abrir el debate acerca de la factibilidad de integrar esta avanzada tecnología en las aulas. La presente propuesta no es un manual sobre los aspectos estrictamente técnicos, sino una descripción de cómo la unión de las acepciones pedagógicas y tecnológicas puede ampliar posibilidades de conexión desde entornos digitales con otras personas especialistas. En las siguientes líneas, se insistirá que no se trata solo de adoptar una nueva herramienta digital, sino de reimaginar la experiencia áulica, mediante procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por TIC que sean más humanos, cercanos, inmersivos, realistas, interactivos y efectivos, con calidad y calidez.

Como quedó ya claro en Cordero & Jiménez (2024a), la telepresencia holográfica implica el uso de tecnologías avanzadas para proyectar la imagen tridimensional de una persona en un espacio diferente al que ocupa físicamente, creando la ilusión de su presencia real. A diferencia de las videoconferencias a las que estamos acostumbrados, donde la interacción se limitada a una pantalla bidimensional, la holopresencia permite una experiencia más rica y envolvente.

De esta manera, la telepresencia holográfica abre nuevas posibilidades para la interacción entre docentes y estudiantes. La misma facilita el acceso a conocimientos y expertos globales, además de hacer que las lecciones sean más atractivas y memorables para los estudiantes, contribuyendo a su interés y motivación. El desafío no radica solo en la implementación tecnológica, sino en cómo estas herramientas se integran pedagógicamente a través de un adecuado diseño instruccional, para mejorar el proceso educativo.

Para ello, el trabajo se estructura en cinco apartados y unas reflexiones finales a manera de cierre y compendio de respuestas a las inquietudes que motivaron este segundo libro. Se pretende guiar al lector desde una comprensión básica de qué es la telepresencia holográfica hasta su implementación práctica en el aula.

En el Capítulo I: ¿Qué es la telepresencia holográfica?: Se exploran los fundamentos de esta tecnología, su evolución y su aplicación en diferentes contextos, con un enfoque particular en lo educativo.

En el Capítulo II: ¿Qué puede aportar la telepresencia holográfica a la educación?: Se analizan las ventajas de la telepresencia holográfica, como la mejora en la retención del conocimiento y el acceso a expertos globales; sin obviar los desafíos que deberá superar, incluyendo la infraestructura tecnológica y los costos asociados.

Capítulo III: El cambio pedagógico necesario: Esta sección es fundamental, ya que aborda las adaptaciones pedagógicas que deben acompañar la integración de tecnologías en la educación. Se propone un modelo de implementación tecnopedagógica de la telepresencia holográfica, que incluye: modelos educativos, teorías del aprendizaje, metodologías pedagógicas, estrategias de enseñanza y recursos educativos.

Capítulo IV: ¿Cómo sería una clase a distancia y sincrónica utilizando telepresencia holográfica? Se describe el proceso mediante el cual puede llevarse a la práctica una clase utilizando telepresencia holográfica.

Capítulo V: Infraestructura, espacio y diseño de aulas para facilitar la telepresencia holográfica. Se profundiza más en la parte práctica de la aplicación de la holopresencia. Este apartado, además, clasifica distintos sistemas de generación de hologramas y proporciona ejemplos concretos de cómo se ha implementado la telepresencia holográfica en diversas instituciones educativas, incluyendo dos experiencias ecuatorianas, destacando de ellas las lecciones aprendidas y las mejores prácticas.

El libro, además de ser un compromiso adquirido con los lectores, busca cumplir con los siguientes objetivos:

- » *Educar: Aspira brindar a los educadores, administradores y responsables de políticas educativas del conocimiento para comprender y valorar la telepresencia holográfica como una alternativa comunicativa, que podría aventajar el uso de teleconferencias tradicionales en la educación remota.*
- » *Guiar: Pretende ofrecer una orientación práctica sobre cómo integrar esta tecnología en el entorno educativo de manera efectiva y eficiente.*
- » *Inspirar: Desea mostrar el potencial transformador de la telepresencia holográfica para revolucionar la enseñanza y el aprendizaje.*

Consideramos que la telepresencia holográfica tiene el potencial de ser un cambio de paradigma en la educación, facilitando un acceso equitativo a expertos e integrando recursos educativos de alta calidad. Puede transformar la dinámica del aula, promoviendo una mayor interacción y colaboración entre estudiantes y docentes, independientemente de las barreras geográficas. Sin embargo, para que su implementación sea exitosa, es esencial una planificación y una integración pedagógica apropiada.

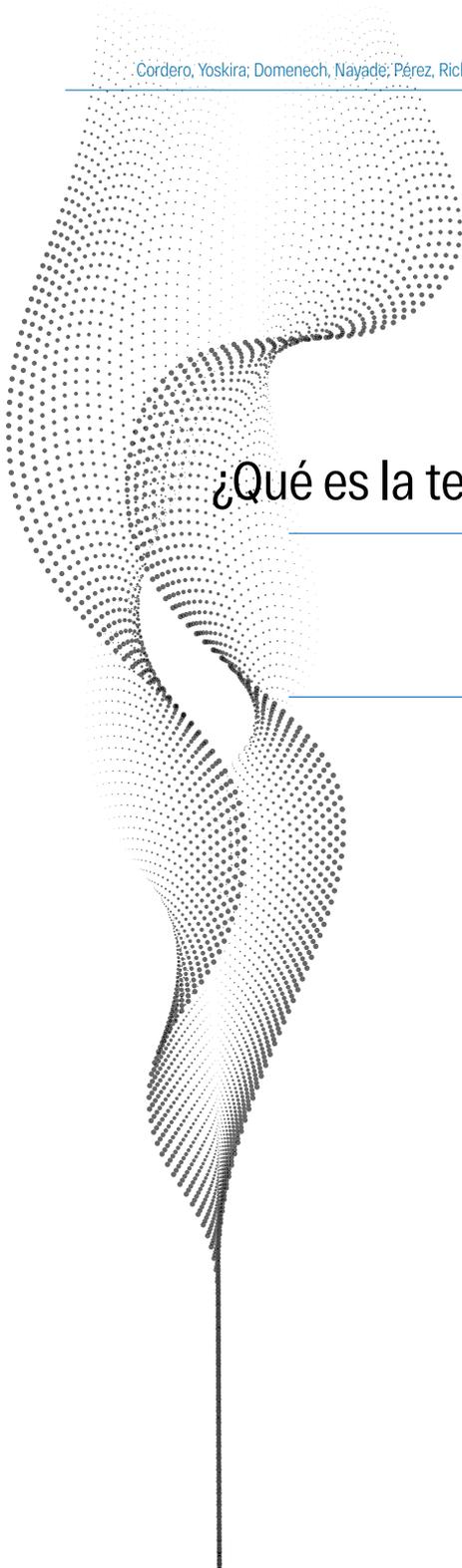
Es suma, el lector encontrará en este libro dimensión pedagógica e instrumental. Por ello, se destaca la importancia de un enfoque holístico que considere no solo la tecnología, sino también los cambios necesarios en las metodologías de enseñanza y las estrategias educativas para aprovechar al máximo esta innovadora herramienta, porque la telepresencia holográfica es como un catalizador que puede promover la innovación educativa y la transformación pedagógica en el siglo XXI.

Capítulo I

¿Qué es la telepresencia holográfica?

*"Una corazonada es la creatividad
que está tratando de decir algo".*

Frank Capra



Hablar de telepresencia, per se, ha sido utilizada desde hace mucho en diferentes escenarios: educativo, empresarial, entretenimiento, etc. ¿Acaso la radio, el teléfono o la televisión, son ejemplos de ello? Estos, son en esencia, medios que permiten “estar” en un sitio diferente al cual nos encontramos físicamente en un momento determinado. Y este pensamiento no deja de ser algo perturbador, porque desafía la barrera del espacio-tiempo.

Hoy en día, y gracias a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las experiencias telepresenciales se han hecho cotidianas e incorporan innovaciones significativas de manera regular. Tal como afirman Fernández et al. (2021): “Los avances tecnológicos en las últimas dos décadas han permitido la proliferación de herramientas de comunicación, en tiempo real y multiusuario, como son los sistemas de videoconferencia que permiten reuniones remotas e incluso el teletrabajo, a un coste mínimo y suponiendo una alternativa real a la presencialidad” (p. 134).

Y, aunque todavía la comunicación remota mediada por herramientas digitales, presenta limitaciones claras con respecto a la presencialidad, su uso ha aportado ventajas indudables en cuanto a ahorro de tiempo y dinero (Arevalillo et al., 2022).

Como prueba de lo anterior, está el importante rol que juegan en la comunicación personal, académica y laboral, plataformas de videoconferencias como Zoom, Skype, WhatsApp, Microsoft Teams, Google Meet, HubSpot, Adobe Connect, y tantas otras que se suman al mercado sin cesar, ofreciendo al usuario múltiples opciones para satisfacer las necesidades específicas de cada nicho.

En términos sencillos, la telepresencia implica el uso de tecnologías para hacer posible que una persona “esté” en un lugar diferente al que ocupa en un momento determinado. Es una forma de interacción humana mediada por dispositivos digitales que busca crear la sensación de estar en un lugar distante. Se basa en la transmisión y recepción de información audiovisual en tiempo real, utilizando una combinación de aplicaciones, programas, equipos y sistemas digitales (Cordero & Jiménez, 2024a).

En el campo específico de la educación, la telepresencia puede ser definida como el uso de tecnologías audiovisuales con fines académicos que permiten a alumnos y profesores interactuar de manera remota en conversaciones, clases y trabajo en equipo, ya sea en tiempo real o de manera asincrónica (TEC, 2020).

Ahora bien, existen diferentes niveles de telepresencia, como muestra la Figura 1 (*página siguiente*). El más básico sería el de la comunicación asincrónica mediante correos electrónicos, mensajes de texto y mensajes de voz; luego, los sistemas comunicacionales síncronos, como el teléfono con sus opciones de sólo voz o audiovisual (videollamadas).

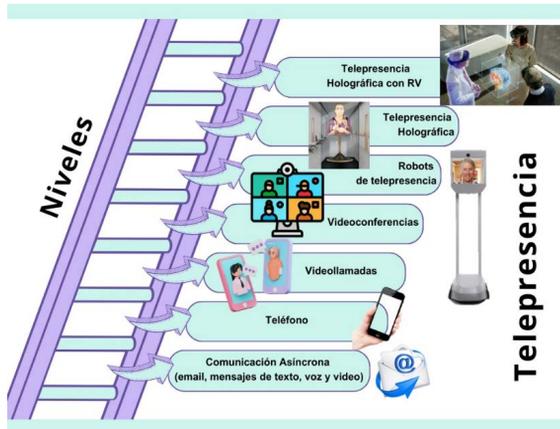


Figura 1. Niveles de Telepresencia

Se llega a un nivel superior de telepresencia con las videoconferencias, que amplían considerablemente el número de participantes con respecto a las llamadas telefónicas con video. Un paso más adelante estaría la telepresencia holográfica, que busca enriquecer las teleconferencias tradicionales con un mayor grado de interacción, inmersión y realismo.

Finalmente, tenemos aquellas modalidades comunicacionales que hacen uso de la Realidad Virtual (RV) pura o en alguna de sus variantes: Realidad Aumentada (RA), Realidad Mixta (RM) y Realidad Extendida (XR), por ahora reservadas a ciertos espacios, debido a los requerimientos económicos y técnicos que implican.

Por otra parte, lo holográfico se refiere a lo que se relaciona con la holografía, que es la obtención de una representación de objetos o personas en tres dimensiones (el holograma). La palabra holografía está formada por dos vocablos de origen griego: holos, que significa todo, y graphein, que significa trazo, escritura, boceto; por lo que el término busca transmitir la idea de que la imagen holográfica se presenta a quien la ve en todos sus lados, con toda la información (Cordero & Jiménez, 2024a).

Una representación holográfica tiene muchas ventajas sobre las tradicionales fotografías o videos bidimensionales. Cuando se observa un holograma, parece que se ve un objeto real. Además, el holograma refleja zonas de luz y de sombra y reproduce la textura del objeto, lo que aumenta la sensación de realidad. Puede haber hologramas de personas; y estos pueden ser estáticos, generados a partir de una foto, o dinámicos, si su origen es un video.

Cuando se juntan ambos vocablos, para formar el término "telepresencia holográfica", el mismo refiere a una tecnología que posibilita la comunicación en tiempo real mediante la proyección de una imagen tridimensional de alta definición, la cual ofrece la sensación de copresencia física de los participantes (sensación de compartir el mismo espacio con otros). En términos ilustrativos, es como una teleconferencia, pero la imagen del expositor se muestra en tres dimensiones y no en dos, como sucede en las pantallas de una computadora o un teléfono (Cordero & Jiménez, 2024a).

Puede haber telepresencia holográfica en entornos virtuales, con uso de cascos, gafas u otros dispositivos o, en entornos reales, como en un estadio de fútbol, una sala de conciertos, un auditorio o un salón de clases, mediante el uso de pantallas especiales, como muestra el esquema de la Figura

2. Por supuesto, la experiencia varía según el tipo de telepresencia holográfica que se emplee, lo que depende, en última instancia, de las posibilidades de acceso a las tecnologías y al soporte de comunicaciones inalámbricas de última generación (5G).

Y, aunque pueda parecer muy costoso y difícil de llevar a cabo, al día de hoy se evidencia como la curva de aprendizaje y las innovaciones digitales están superando las barreras técnicas y económicas para hacer posible su implementación regular en ciertos espacios, como lo prueban algunas experiencias exitosas de holopresencia en entornos empresariales y académicos.



Figura 2. Tipos de telepresencia holográfica.

En este sentido, varias instituciones de educación superior alrededor del mundo han logrado experiencias exitosas de telepresencia holográfica (Imperial College Business School de Londres, Universidad Tecnológica de Nanyang en Singapur, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en México, Facultad de Profesiones y Ciencias de la Salud de la Universidad de Florida Central). Con esta tecnología, buscan superar el formato donde el docente y los estudiantes se encuentran en entornos digitales bidimensionales mediante teleconferencias tradicionales, en sesiones de clases o ponencias magistrales llamadas todavía por algunos "virtuales", cuando esta modalidad no pasa de ser, y así debería denominarse, remota, a distancia o en línea.

Si bien es cierto que los sistemas de videoconferencia tradicional han ganado mucha relevancia en la sociedad, todavía brindan una sensación de realismo bastante limitada, así como baja calidad de interacción y confort. Lo anterior es debido principalmente al uso de representaciones bidimensionales de los participantes encuadrados en una pantalla (foto, video o avatar). Esta limitación es la que busca ser superada con sistemas que ofrezcan experiencias más inmersivas, como las de tipo holográfico (Fernández et al., 2021, p. 134).

La telepresencia holográfica, podría permitir la proyección en tiempo real de la imagen 3D de una persona desde cualquier lugar, facilitando la interacción del auditorio con el holograma, lo que generaría una sensación de comunicación más vívida. Además, de acuerdo a Arevalillo et al. (2022), las representaciones realistas y volumétricas de usuarios (esto es, hologramas), incluso cuando son proporcionadas por sistemas de captura de bajo coste, generan niveles de co-presencia e interacción social más satisfactorios que las obtenidas con el uso de sistemas de videoconferencia 2D.

Por su parte, la comunicación holográfica abre grandes posibilidades para la telepresencia como medio de enseñanza. La holopresencia, conjugada con el nuevo rol del docente dentro de los postulados de las escuelas pedagógicas activas, posibilita escenarios disruptivos de aprendizaje, ya que

reproduce la imagen tridimensional del docente o el alumno en el aula con un efecto de presencialidad, sin importar donde se encuentren físicamente (Ríos, Guamán & Loaiza, 2022).

Como sabemos, es muy diferente una sesión de clases donde los alumnos estén todos separados, cada uno en su casa; que una en la que los estudiantes se encuentren en el aula y reciban la lección por parte del docente mediante una plataforma de telecomunicación. En la medida de lo posible debe privilegiarse siempre el encuentro profesor-alumnos y, cuando por fuerza mayor el docente no pueda asistir, mantener la presencialidad de los estudiantes, en una clase remota por parte del maestro. Incluso, en ciertos países, ya se realizan clases donde algún alumno no asiste de manera presencial, sino desde su domicilio, gracias al uso de robots de telepresencia, como muestra el estudio llevado a cabo en Dinamarca por Weibel et al. (2020), donde describe el uso de este recurso para la inclusión de estudiantes con cáncer, pues les permite estar conectados social y académicamente con su clase, brindando beneficios no solo en materia educativa, sino de salud mental, emocional y física.

Adicional a lo dicho hasta aquí, en los entornos educativos enriquecidos con tecnología comunicacional, resulta fundamental la capacidad del docente para aplicar metodologías pedagógicas y estrategias didácticas que no se limiten a transmitir información, sino que promuevan clases participativas que involucren tanto a los estudiantes como al mismo profesor, proponiendo actividades que favorezcan el intercambio y la socialización entre los actores educativos en los cursos a distancia.

Esto último, por cierto, no depende tanto de la modalidad. La misma puede ser presencial, remota, sincrónica, asincrónica, por teleconferencia tradicional o haciendo uso de comunicación holográfica. Depende, en última instancia, de la preparación del profesor, de su compromiso y de su disposición a aceptar cambios en la práctica pedagógica, previo se garantice que se puede disponer de los recursos tecnológicos requeridos para brindar una clase motivante y que genere un aprendizaje significativo (Orellana & Angulo, 2022).



Figura 3. Maestra enseñando con holograma de un dinosaurio.
Nota: Imagen IA tomada de <https://www.freepik.es/>

Llegados aquí, es bueno recordar que la telepresencia holográfica no se limita solo a la representación de personas, como puede verse en la Figura 3. También ayuda a proyectar objetos, diagramas, gráficos o cualquier otro elemento visual que pueda ser útil en un entorno educativo; lo cual, por cierto, es mucho más común que el uso comunicacional de la holografía.

Así, pueden imaginar que un día, al llegar al aula de clases, en lugar de ver al profesor parado frente a la pizarra, lo verán como una figura tridimensional flotando en el aire. Podrán moverse a su alrededor, verlo de frente o de perfil. Incluso parece que puede mirarlos a los ojos. Sin embargo, en realidad, el docente se encuentra a kilómetros de distancia. Lo mismo podríamos pensar acerca de algún compañero que, por fuerza mayor, no pueda asistir físicamente a la institución, pero que “se haga presente” mediante una pantalla especial.

¿Cómo es esto posible? La tecnología detrás de la telepresencia holográfica utiliza avanzados sistemas de proyección y captura de imágenes. A través de cámaras y sensores, se recrea una representación digital precisa de la persona que se proyectará como holograma, transmitida mediante una conexión de alta velocidad que permita la emisión en tiempo real y con mínima latencia de la imagen. Además, cuando se conjuga lo anterior con elementos de audio espacial, reproduciendo el sonido de tal manera que parece venir de la ubicación del holograma, se añade mucho más realismo a la experiencia al estimular la mayor cantidad de sensaciones posibles (Arealillo et al., 2022).

Tal como lo señala Reyero (2019):

Un individuo siempre tenderá a activar de forma simultánea todos los sentidos que pueda (si no sufre alguna limitación sensorial propia o inducida). Se trata de una respuesta innata, dirigida a intentar obtener la máxima información del entorno... Mediante esta percepción multisensorial, de dos o más receptores sensoriales, se produce un acto perceptivo simultáneo y coordinado, y una integración de la información procedente de las diferentes fuentes... Por ello, los dispositivos electrónicos cuya emisión de estímulos es auditiva-visual y auditiva-visual-táctil han encajado a la perfección con las habilidades innatas del ser humano... (p. 114)

A pesar de todas estas ventajas, la telepresencia holográfica todavía enfrenta varios desafíos antes de ser adoptada ampliamente. Los costos de los equipos, la potencia de cómputo para procesar grandes cantidades de datos y una conexión de alta velocidad, se presentan como los principales. Además, el software y el hardware necesario deben garantizar el confort, la seguridad, la usabilidad y la compatibilidad inter-plataforma e inter-dispositivo. Sin olvidar que, como en toda disrupción tecnológica, habrá usuarios no familiarizados con las herramientas y recursos involucrados, por lo que adquirir ciertas habilidades supondrá una fase de aceptación y aprendizaje (Fernández, 2021).

Frente a esto, hay alternativas de bajo coste, que han sido probadas y aplicadas por diferentes instituciones educativas alrededor del mundo. Se trata de los hologramas generados mediante técnicas de reflexión óptica, utilizando pantallas piramidales o inclinadas, con las cuales se consiguen resultados satisfactorios, por lo que se estudiarán con mayor profundidad en este trabajo y se pondrán como una tecnología factible, que puede ponerse en práctica al día de hoy con tecnología a disposición de todos.

Por lo tanto, si bien queda trabajo por hacer para masificar su uso, es indudable que la telepresencia holográfica representa parte del futuro de la educación. La misma, ya está redefiniendo la comprensión de conceptos como tiempo, espacio, realidad, presencia, copresencia, comunicación, interactividad, inmersión y enseñanza.

Capítulo II

¿Qué puede aportar la telepresencia holográfica a la educación?

“El cerebro no es un vaso por llenar, sino una lámpara por encender”.

Albert Einstein



El uso de herramientas visuales como apoyo a la labor educativa tiene una historia larga e interesante. En la Figura 4 se observa que, aunque parezca increíble, algunos recursos didácticos que hacen uso de la imagen para transmitir información y contenidos educativos son antiguos, como es el caso de la linterna mágica, una antecesora del retroproyector.

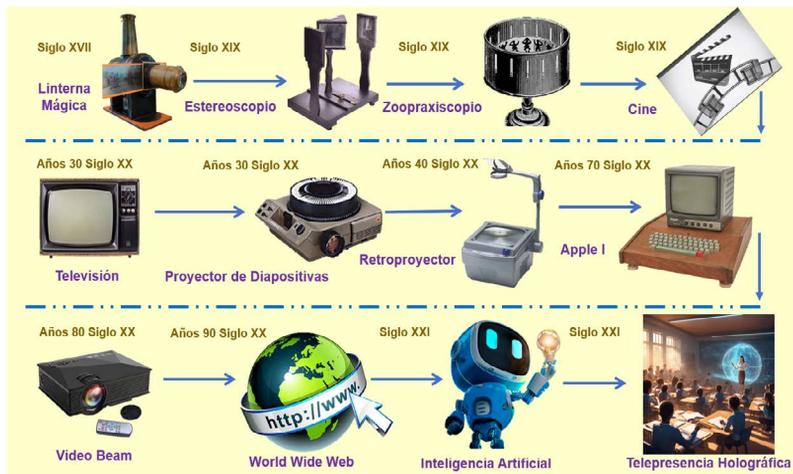


Figura 4. Recursos visuales en la educación a través del tiempo.

La linterna mágica consistía en un artefacto de cuerpo metálico donde era colocada una ilustración transparente en un soporte, el dibujo se reflejaba en una superficie por la acción de una fuente de luz, con la ventaja de aumentar el tamaño de la figura mostrada. Incluso su inventor, el jesuita alemán Atanasio Kircher, la utilizó para dictar clases en Roma ya en el siglo XVII (Osuna, Onrubia & Martín; 2021).

Otros aparatos ópticos con aplicaciones educativas aparecen un siglo más tarde. Uno de ellos, precursor de la tridimensionalidad, fue el estereoscopio. Inventado en 1833 por el científico británico Sir Charles Wheatstone, permitía crear la sensación de ver una figura tridimensional (3D) a partir de dos imágenes planas (2D). El artificio disponía de un par de espejos situados con cierta inclinación en relación al espectador frente a los cuales se colocaban las figuras, ligeramente distintas una de la otra. Wheatstone llegó a concluir que la diferencia visual que existe en cada ojo era lo que generaba la percepción de una tercera dimensión (Villalpando & Aceves, 2022).

El movimiento de las figuras proyectadas debió esperar un poco más, hasta la década de 1870, cuando hace su aparición el zoopraxiscopio de la mano del fotógrafo e investigador británico Eadweard Muybridge. En su invento, Muybridge dispuso fotografías en un disco giratorio. Al rotar el disco a gran velocidad, se proyectaban las imágenes sucesivamente en una pantalla, creando la ilusión de movimiento. Este avance abrió el camino al kinetoscopio de Edison y al cinematógrafo de los hermanos Lumiere, es decir, al cine. La aplicación de estos experimentos fotográficos en torno al dinamismo posibilitó la representación de elementos y fenómenos complejos con un grado de análisis diferente al que se podía conseguir con el dibujo o con las imágenes fijas (Rego, 2023).

A estas innovaciones en la reproducción de imágenes a través de dispositivos óptico mecánicos hay que sumar los avances que se dan en las comunicaciones, desde la aparición de la radio, el cine y la televisión (finales del siglo XIX y principios del XX), todas las cuales serán utilizadas con fines

educativos en mayor o menor grado. Ya en el siglo XX, y con una clara intención didáctica, aparecen el proyector de diapositivas (años 30), el retroproyector (años 40) y el video beam (años 80).

Hasta este punto, nuestra línea de tiempo muestra solo dispositivos de tipo mecánico, eléctricos, electrónicos o analógicos (salvo el video beam que ya es digital). Esto cambiará a partir de 1976, cuando aparezca la Apple I de Steve Wozniak. Si bien no fue la primera computadora personal en el mercado, sí fue la que primero incorporó en su sistema el uso del microprocesador, además de una conexión para el teclado y el monitor. Una nueva época apenas se asomaba en el horizonte, pero nadie lo imaginaba (Wilson, 2015).

Ahora bien, seguramente están un poco angustiados, con algo de “síndrome de abstinencia” porque todo ha sucedido off line. No se preocupen, no podía ser de otra manera, la Interconnected Network (Internet) se estaba gestando desde los años 50. La misma, fruto del esfuerzo y creatividad de ingenieros, científicos e instituciones públicas y privadas, trabajando juntas o en solitario alrededor del mundo adquiere su forma definitiva a partir de 1990, con la aparición de la World Wide Web. Ahora sí, un antes y un después había ocurrido, se iniciaba la era de la Información y la Comunicación, de la Revolución Digital o del Conocimiento (Cordero & Jiménez, 2024a).

Y no es exageración, dado que Internet “... ha dado lugar a beneficios sociales que incluyen el acceso generalizado a ordenadores y a información, una colaboración más estrecha entre científicos, crecimiento económico, formación de comunidades virtuales y una mayor capacidad para mantener lazos sociales a larga distancia; también a la democratización de los contenidos creativos y al activismo político y social en línea” (Abbate, 2008, p. 143).

En realidad, y para decirlo con menos palabras: todo está en Internet e Internet está en todo. Para muchos, imaginar un futuro postapocalíptico significa pensar en un momento en la vida sin conexión a la web. Para otros, por el contrario, la omnipresencia digital se ha convertido ya en la distopía que les quita el sueño (Cordero & Jiménez, 2024a).

Para estos últimos, por cierto, el siguiente desarrollo informático de la lista parece justificar sus temores. Se trata, por supuesto, de la Inteligencia Artificial (IA). Y, aunque algunas tecnologías con inteligencia existen desde hace más de 50 años, la ampliación de la potencia informática, la disponibilidad de enormes cantidades de datos y los nuevos algoritmos computacionales, han permitido que se den progresos significativos de IA recientemente (Parlamento Europeo, 2021).

Esta nueva tecnología, la más disruptiva de los últimos años, puede ser definida como lo hace Marvin Minski, uno de los padrinos (pioneros) de la IA, quien señala que es “la ciencia de hacer que las máquinas hagan cosas que requerirían inteligencia si las hicieran los hombres” (Balestra, 2022, p. 155).

O, de manera más elaborada:

Se podría decir que la Inteligencia Artificial es una disciplina que conjuga la ciencia, el arte y la ingeniería de la informática para crear máquinas, programas y sistemas inteligentes a partir del estudio de la propia inteligencia humana. La IA busca hacer que las computadoras puedan realizar tareas que requieren discernimiento, tanto en términos de habilidades intelectuales, innovación, aprendizaje, razonamiento causal y comportamiento adaptativo al entorno, para resolver problemas y lograr determinados objetivos (Cordero & Jiménez, 2024b, p. 10).

Junto con la IA, otras innovaciones están siendo desarrolladas actualmente y condicionarán el mañana de la humanidad, entre ellas podríamos mencionar: computación cuántica, bio y nanotecnología, edición genética, automatización y robótica, vehículos y aparatos autónomos, impre-

soras 3D, informática en la nube, internet de las cosas, blockchain, redes de comunicación 6G, Web 4.0, realidad virtual, exploración espacial con mayor frecuencia y a mayor distancia, energía verde y muchas más (Ribeiro et al., 2018).

El repaso previo resulta pertinente a los efectos de validar el hecho de que la telepresencia holográfica no es una tecnología sacada de la nada, no es un invento de una mente prodigiosa, sino un desarrollo que se nutre de los avances de la ciencia desde hace cientos de años. En ella se conjugan y se identifican desde los primeros aparatos de visualización de simples dibujos hasta la moderna comunicación mediante imágenes tridimensionales en tiempo real que la Internet hace posible.

Es que, a juicio de numerosos investigadores alrededor del mundo, la telepresencia holográfica podría aportar mucho a la educación. En la Figura 5, se muestra una lista de los beneficios más destacados de esta tecnología a la práctica pedagógica.

Ya en el presente, las aplicaciones de tecnología de comunicación holográfica se están utilizando en el contexto empresarial y académico. Hasta ahora, generar imágenes 3D se había concebido sólo para exponer contenido multimedia de manera asincrónica; pero, cada vez es más frecuente su uso para enriquecer la comunicación en tiempo real, mediante imágenes volumétricas de los interlocutores, de docentes y estudiantes, en el caso que nos ocupa.

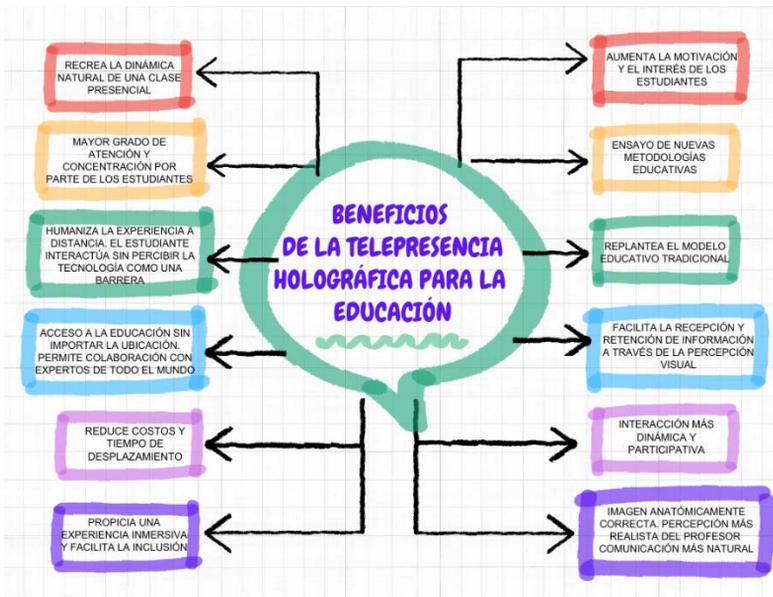


Figura 5. Aportes de la telepresencia holográfica a la educación.

Nota. Adaptado de Arevalillo-Herráez et al. (2022).

Para empezar, su principal argumento a favor es que, al compararla con las videoconferencias tradicionales, la telepresencia holográfica tiene la capacidad de mejorar la experiencia de comunicación remota al brindar mayores niveles de realismo, inmersión e interactividad durante una sesión de clases o una ponencia.

A este respecto, Kempt citado por Beteta, Valle & San Martín (2021) señala que: “El ser humano siempre ha pretendido hacer una representación lo más fiel posible de la realidad en la que se encuentra, ya fuera a través de la palabra escrita o bien mediante imágenes. En relación con esta última, la pintura no llegó a hacer uso de más de una dimensión hasta el siglo XV, momento en el que se introdujo el concepto de perspectiva y con ella la profundidad de las obras” (p. 126). En el presente discurso, la holografía es la perspectiva renacentista aplicada a la videocomunicación 2D para obtener una representación más fiel de la realidad.

De acuerdo a Serra et al. (2009), las reproducciones visuales son las más complejas de todas las reproducciones, pero, además, las más importantes en la enseñanza, debido al valor que tiene la percepción visual para la recepción y retención de información. El holograma, por sus particularidades, es una de las reproducciones visuales más icónicas que existen, lo que constituye su mejor atributo para mediar el proceso de enseñanza.

Lo anterior es sustentado por Ribeiro et al. (2018) cuando afirman que el holograma produce una sensación de estar frente a otra realidad: la hiperrealidad sensible de las formas visuales dotadas de efectos tridimensionales que surgen en el espacio holográfico.

Lo que nos conduce a lo que Rojas (2017) llama el “sentimiento de presencia”, es decir, cuando los espectadores sienten que “... los cuerpos o los objetos presentados a sus ojos (o a sus oídos) están ahí, en el mismo espacio y en el mismo tiempo en que ellos se encuentran, a pesar de que ellos saben, sin ninguna duda, que están ausentes” (p. 31). Continúa explicando la autora citada:

Actualmente, por ejemplo, es común aceptar que nuestra comunicación sea mediatizada por las redes sociales, el Skype, el teléfono, el correo electrónico. Por lo tanto, nosotros asumimos que esta presencia del otro, mediatizada y virtual es real, no requerimos de la presencia del cuerpo “real” del otro en nuestro mismo espacio-tiempo para confirmar que fue establecida una comunicación... (Ibidem: p. 32).

Otro aspecto en el que insisten los autores es el del aumento de la motivación y el interés de los estudiantes. Algunos estudios afirman que los métodos y herramientas didácticas convencionales para impartir las clases resultan tediosas para los alumnos cuando se trasladan a la modalidad en línea, lo que dificulta alcanzar las metas académicas previstas (Roa et al., 2021).

Mientras que Orcos citado por Beteta et al. (2021), nos dice que el holograma es una herramienta motivadora por sí misma, ya que presenta la imagen de objetos reales en movimiento. Esto produce una predisposición favorable hacia el aprendizaje por parte de los estudiantes, ya que sienten que pueden trabajar con el holograma.

Las nuevas generaciones, que han crecido en contacto con las nuevas tecnologías y a las que Prensky denomina nativos digitales, parecen sentirse más motivadas al trabajar contenidos mediante el uso de herramientas innovadoras. Y, tanto el interés como la motivación del alumnado en los contenidos, es fundamental para provocar aprendizajes significativos (Prensky & González, 2018).

Asimismo, mejorar la calidad de la interacción en el aula también es uno de los beneficios potenciales de la telepresencialidad con hologramas. Ver al profesor en una imagen tridimensional y movilizarse libremente como holograma, da a los alumnos una percepción mucho más realista de su interlocutor. Además, ofrece una experiencia de comunicación más natural, porque permite captar con mayor precisión el lenguaje corporal y los signos no verbales (Prado, Delgado & Guaicha, 2022), los cuales son aspectos relevantes para proporcionar colaboraciones y niveles de comprensión adecuados en varias disciplinas de aprendizaje y entrenamiento (Arevalillo et al., 2022).

En este sentido, afirma Monsuton citado por Ríos et al. (2022), la holografía es capaz de humanizar la

experiencia a distancia, ya que es posible la interacción sin percibir la tecnología como una barrera. Al recrear una clase presencial pero que, en realidad, es remota, permite al alumno la comunicación con su profesor y sus compañeros en el mismo espacio con una menor sensación de alejamiento y soledad; es decir, la distancia transaccional de la educación en línea, de la que hablan Pineda, Darder & Salinas (2024).

Otro beneficio de la holopresencia con fines educativos sería un mayor grado de atención y concentración en las sesiones de aula por parte del estudiante. A este respecto, nos refieren Luévano & López (2013) que, en la educación universitaria, la videoconferencia tradicional no ha sido muy satisfactoria, porque la pantalla fija hace que el estudiante promedio se distraiga con facilidad.

Además, continúan los autores citados en el párrafo anterior, el profesor no tiene acceso visual a toda el aula y no puede retroalimentar en tiempo real sobre el trabajo de cada alumno. Lo impersonal que se vuelve la clase con la no presencia del profesor en el salón ocasiona que algunos alumnos no se animen a exponer sus dudas frente a la cámara.

Mientras que, cuando el profesor aparece en la pantalla holográfica es mayor el grado de atención. Y, aunque esta tecnología todavía no se acepta como un sustituto permanente del docente, sin embargo, es bien recibida cuando el mismo se ausenta por algún motivo (Luévano & López, 2013).

Del mismo modo, la comunicación holográfica podría propiciar un mayor acceso al saber. Haría posible que estudiantes y profesores se reúnan en un espacio académico sin importar donde se encuentren físicamente. Así, sería posible "llevar" a expertos de cualquier parte del mundo a donde nunca hubieran imaginado compartir sus conocimientos. Esto no solo enriquece la educación, sino que también fomenta la diversidad cultural y el entendimiento global.

El punto anterior, según refieren Aldape, Ramírez & Castaño (2021), constituyó uno de los principales incentivos para que el Tecnológico de Monterrey, en México, implementara una innovación llamada Profesores Holograma. Mediante ella, es posible llevar a docentes expertos a sitios distantes para impartir sus clases en varios lugares a la vez, logrando una experiencia innovadora y cautivante. El proyecto promueve un aprendizaje transformador, al ofrecer un nuevo rumbo para la educación a distancia, humanizándola. Permite que los alumnos tengan una vivencia como si el profesor estuviera presente, se interactúa en tiempo real y se enriquece el aprendizaje compartiendo con compañeros de otras ciudades.

También es evidente que la telepresencia reduce los costos de traslado y el tiempo de desplazamiento de los participantes. Al permitir la asistencia remota ya no sería necesario trasladarse a otras ciudades para impartir o asistir a una clase, conferencia, reunión, o para realizar algún tipo de inspección que requiera la visión y el audio en tiempo real. Además, se elimina casi por completo el riesgo de inasistencia del docente, o los alumnos, por situaciones como contingencias climatológicas, inseguridad, tráfico, vuelos cancelados, enfermedad, fobia social, etc. (Luévano & López, 2013; Aldape et al., 2021).

De la misma manera, podría estimular la puesta en práctica de nuevas metodologías educativas. Por ejemplo, clases que combinen lo presencial con la participación holográfica de invitados especiales. O el desarrollo de mundos virtuales en los que se simulan situaciones de la vida real. Mediante hologramas podrían proyectarse experimentos, visitas virtuales a museos, simulaciones o demostraciones que serían difíciles o costosas de recrear de otro modo, lo cual abre posibilidades para una educación más lúdica y experiencial.

Por otra parte, según Burbules, Fan & Repp (2020), es necesario replantear el modelo educacional que limita el papel de la tecnología a simple medio de difusión de contenidos en clases en línea, las

cuales son impartidas igual que antes, solo que ahora se da por medio de un dispositivo. En cambio, cuando se han enriquecido las clases con el uso de tecnología, como las visualizaciones 3D o la robótica, se logran resultados positivos en la comprensión, el rendimiento, el interés, la motivación y el aprendizaje significativo, por parte de los alumnos (Sánchez, Serrano & Rojo, 2020).

En este mismo sentido, señalan Prado et al. (2022) que en el nivel secundario público ecuatoriano se nota un bajo rendimiento académico de los alumnos. Los autores llevaron a cabo un estudio para promover el uso del holograma como un recurso tecno pedagógico que fomente la interacción de los estudiantes en la dinámica de clase, mediante la visualización en tiempo real de objetos para motivar su interés por los contenidos de las asignaturas y mejorar su nivel de aprendizaje. Se concluyó que los contenidos pasan a ser importantes para el estudiante cuando se visualiza una imagen o video como holograma y aún más cuando este tiene movimientos y es presentado en el aula con naturalidad. El ejercicio reforzó la interacción en el aula entre docente y alumnos, logrando mayor atención en la clase al incorporar un recurso novedoso en la didáctica implementada.

Aldape et al. (2021), condensan las ventajas de la telepresencia holográfica aplicada a la educación de la siguiente manera: recrea la dinámica natural de una clase presencial, donde profesores y alumnos interactúan en tiempo real; brinda una imagen anatómicamente correcta mostrando al profesor en tamaño real; humaniza la experiencia a distancia ya que el alumno interactúa sin percibir la tecnología como una barrera; y, propicia un estado inmersivo de flujo que facilita la concentración, facilitando su enfoque y atención en lo que está sucediendo y haciendo.

No podemos concluir este apartado sin mencionar algunos desafíos inherentes al empleo de la telepresencia holográfica en la educación. Y es que, a pesar de los posibles beneficios, hay aspectos que no deben dejar de ser considerados.

Por ejemplo:

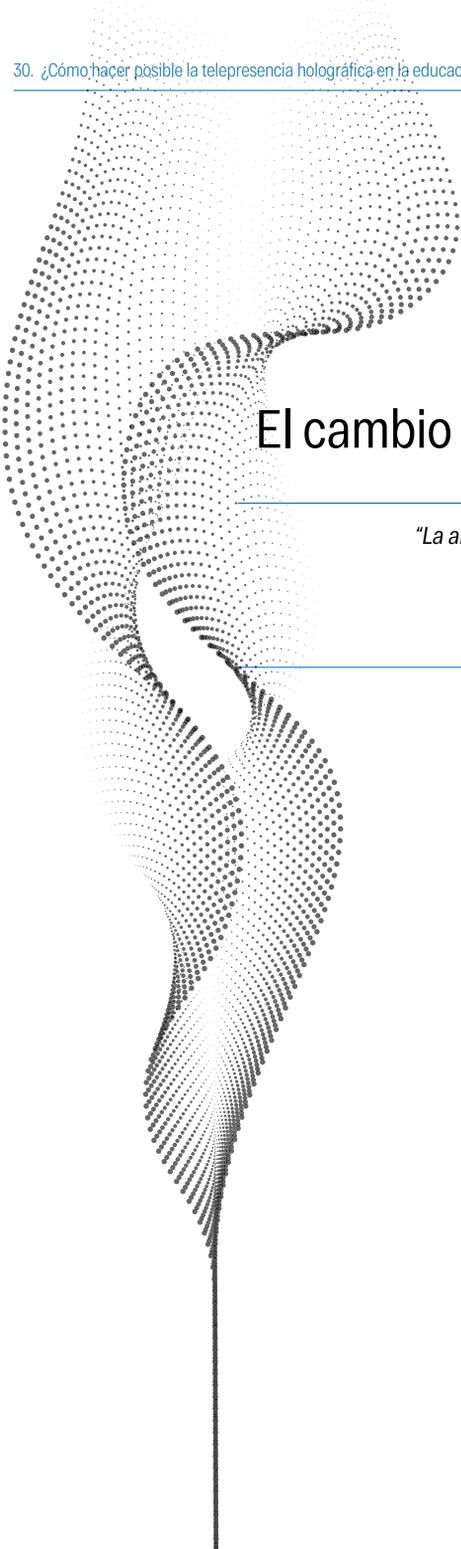
- » Equidad en el acceso a conexiones de Internet de última generación.
- » Puede generar desigualdades si no se garantiza tener dichas herramientas disponibles para todos, especialmente en entornos educativos con recursos limitados.
- » Actualmente, puede tener costos significativos, y las instituciones educativas deben considerar cómo gestionar estos costos sin crear disparidades económicas entre diferentes escuelas y alumnos.
- » Necesidad de infraestructura tecnológica adecuada.
- » Obligación de establecer y hacer cumplir pautas de netiqueta claras
- » Adaptación de métodos de enseñanza activos a este nuevo formato. Dependiendo de cómo se implemente, la telepresencia holográfica podría reproducir un enfoque de enseñanza y aprendizaje pasivo.
- » Insistir en la necesidad de la interacción física, ya que el contacto personal nunca podrá ser reemplazado como medio de construcción de conocimientos y bienestar emocional.

Capítulo III

El cambio pedagógico necesario

“La armonía total de este mundo está formada por una natural aglomeración de discordancias”.

Séneca



3

Las TIC, con su vertiginoso desarrollo, ha conquistado cada parcela de la sociedad, no ha quedado espacio sin ocupar. La educación, siendo un reflejo de las épocas y las culturas, no ha escapado de esta colonización digital.

Frente a esto, hay opiniones a favor y en contra. Como bien señala Castellanos (2021), por una parte, están los que sostienen que el advenimiento de las nuevas herramientas tecnológicas permite mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ven con buenos ojos que el escenario de salón, profesor y alumno se reemplace por el del dispositivo electrónico, mediante el cual, y gracias a Internet, se encuentran docente y estudiantes.

En cambio, los menos entusiastas advierten que, si bien cada vez más personas pueden acceder a la educación gracias a las TIC, la misma no se muestra igual de efectiva para todos, ya que cada quien posee una particular forma de aprender. Lo anterior plantea un reto adicional a maestros y aprendices, obligando a una formación que tome en cuenta dichas diferencias, no sólo desde el punto de vista cognitivo, sino también de acceso a los recursos (Castellanos, 2021).

De acuerdo a Ruiz-Corbella (2023), en los últimos cincuenta años la tecnología ha protagonizado el discurso de los investigadores en Ciencias de la Educación, lo que se demuestra con un rápido inventario de la producción académica sobre la incorporación de recursos digitales en la enseñanza.

En la mayoría de dichos trabajos, se defiende la tesis de que disponer de herramientas tecnológicas supone una mejora de la calidad de la instrucción. Sin considerar aspectos como la conectividad de todos los participantes o si estas herramientas están integradas apropiadamente en un diseño educativo.

Aunque la educación no requiere, necesariamente, de la digitalización para lograr sus objetivos, nadie duda que el apoyo de la misma ayuda mucho a alcanzarlos. Sin embargo, no se debe olvidar que, enseñar y aprender, es ante todo encuentro, oralidad y diálogo; experimentación y ejemplo; aprendemos de los otros y con los otros, de lo que vivenciamos.

Ahora bien, en la educación no presencial, donde educador y educandos no comparten de forma simultánea el mismo escenario, las tecnologías emergentes, como es el caso de la telepresencia holográfica, facilitan la interacción remota, ya sea de manera sincrónica o asincrónica.

Asimismo, a decir de Sánchez (2021) la modalidad en línea, a distancia o remota gana terreno en la educación, debido a la presencia de una infraestructura tecnológica cada vez más accesible, y una población estudiantil diestra en su uso, que además exige flexibilidad en los planes de estudio, que no impliquen solo la presencialidad.

Sin embargo, no basta la tecnología. De nada sirve si los modelos pedagógicos se mantienen en lo tradicional, con docentes proveedores y alumnos receptores de información. Por lo tanto, la apuesta, más que tecnológica debe ser pedagógica, para propiciar el tan deseado cambio de roles de los agentes, con estudiantes activos y protagonistas de su propia formación y maestros guías y facilitadores del aprendizaje de sus alumnos (Ruiz-Corbella, 2023).

A pesar de que, como señalan Munévar, Lasso & Rivera (2015), la tecnología no siempre genera las transformaciones anheladas en el campo educativo. Sobre todo, cuando los docentes hacen un simple traslado de las metodologías tradicionales de enseñanza a los espacios virtuales, desaprovechando las potencialidades que ofrecen las TIC; haciendo de las herramientas tecnológicas y las plataformas educativas simples elementos de comunicación unidireccional, sin generar interés alguno por, y en, el usuario.

Entre los desafíos de los nuevos modelos de educación no presenciales mediados por TIC, como el caso de sesiones de aula con telepresencia holográfica, está el de disminuir la distancia transaccional que se da entre los elementos interrelacionados en la tríada didáctica: Docente – Estudiante – Contenidos (Figura 6).

Suponiendo un modelo pedagógico activo, que busca superar el magiocentrismo del paradigma tradicional, los estudiantes serían un ente autónomo, centro del proceso y con rol protagónico para construir su propio conocimiento e interactuar en el entorno académico de manera colaborativa y participativa, para lograr una formación de calidad en un contexto educativo mediado por las TIC (Cabero, 2006).

Por su parte, el docente debe ser no sólo guía sino también generador de la autonomía del estudiante. A pesar de su importancia, a veces se olvida que dicha autonomía no es condición innata de los educandos, sino que la misma puede y debe cultivarse en ellos.



Figura 6. Tríada didáctica

Nota: Adaptada de <http://ares.cnice.mec.es/informes/18/contenidos/2.htm>

En este sentido, Espinosa (2022) señala que, para ser autónomos, los estudiantes necesitan aprender a monitorear y ajustar su forma de enfrentar el aprendizaje, por lo que el docente puede ayudarlos mediante las buenas prácticas siguientes: establecer un sistema que permita a los alumnos chequear su avance en el curso; socializar y discutir con los estudiantes la carga de trabajo autónomo; discutir con los aprendices las técnicas de estudio más adaptadas a las materias e intercambiar experiencias acerca de dichas técnicas entre los propios estudiantes.

En suma, se trataría de propiciar la competencia aprender a conocer (o aprender a aprender), uno de los Cuatro Pilares de la Educación del Informe Delors a la UNESCO (Delors, 1996). Por ello, el

nuevo rol del maestro como guía, no implica alejamiento sino todo lo contrario, debe estar presente, cercano y disponible, para cubrir los vacíos que el alumno no pueda completar autónomamente.

El tercer componente de la tríada, los contenidos, son los materiales educativos, los cuales deben favorecer el aprendizaje autónomo: libros digitales, lecciones en videos, tutoriales, simuladores, laboratorios virtuales, conferencias, juegos educativos, actividades multimedia, etc.

Finalmente, los medios son los dispositivos que almacenan los contenidos y facilitan la comunicación entre docentes y estudiantes (la telepresencia holográfica, por ejemplo); mientras que, las mediaciones, son las acciones llevadas a cabo por el docente, utilizando los medios disponibles, para la transformación de los contenidos en aprendizajes.

Distancia Transaccional

En función de lo dicho anteriormente, Pineda et al. (2024) señalan que es necesario tener en cuenta la teoría de la distancia transaccional en el contexto de la educación no presencial, ya que explica las interacciones entre los elementos de la Tríada. Esta teoría, aunque fue desarrollada por Michael Moore en los años 90 del siglo XX, parece tener plena vigencia en el mundo interconectado de la segunda década del XXI (Moore, 1993).

La distancia transaccional se refiere a la brecha o alejamiento percibido entre estudiante y profesor, así como entre el estudiante y el contenido, y puede influir en la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre todo en la modalidad no presencial. Comprender y gestionar esta variable es crucial para diseñar mediaciones pedagógicas que fomenten el empoderamiento, la comunicación, la motivación y el aprendizaje de los educandos (Pineda et al., 2024).

Según Kassandrinou, Angelaki & Mavroidis (2014), la percepción de distancia por parte de los alumnos surge de tres dimensiones: el diálogo, la estructura y la autonomía. El diálogo se refiere a todo tipo de interacción entre docente y alumnos, y de estos entre sí, donde cada parte es un oyente respetuoso y activo, que contribuye y construye sobre las contribuciones de la otra parte o partes. Es uno de los factores claves para superar la distancia transaccional (Moore, 1993).

La estructura refiere a los elementos incluidos en el diseño del curso, incluyendo los contenidos a utilizar; es decir, es la forma en que se organiza el programa de enseñanza para ser distribuido a través de diferentes medios. Expresa la rigidez o flexibilidad de los objetivos educativos, las estrategias de enseñanza para presentar contenidos y los métodos de evaluación de los logros alcanzados (Dieser, 2019).

Y, la autonomía, hace referencia a la responsabilidad de los estudiantes sobre su propio progreso de aprendizaje, con libertad de establecer sus propias metas y organizar sus tiempos, es la medida en que, en el proceso educativo, el estudiante puede incidir en los objetivos, las experiencias de aprendizaje, y las decisiones de evaluación del programa (Moore, 1993).

Así, cuanto menor es el diálogo en un programa, como en un curso a distancia, se hace necesario una mayor autonomía del alumno. Por ello, para disminuir la distancia transaccional se debe aumentar el diálogo, flexibilizar la estructura y propiciar la autonomía del estudiante (Moore & Kearsley, 2012). Además, refiere Dieser (2019) que "... la distancia pedagógica y cognitiva que se da entre el profesor y los estudiantes, en términos de diálogo y estructura, mejora cualitativamente cuanto mayor es el nivel de autonomía que muestra el estudiante, favoreciendo el alcance del éxito académico" (p. 14).

En la Figura 7, se puede ver un esquema de la teoría de Moore (1993), sintetizada visualmente por Salgado (2015).



Figura 7. Elementos de la Teoría de la Distancia Transaccional

Nota: Imagen tomada de "Figura 1. Modelo de Distancia Transaccional de Michael Moore" por Salgado (2015, p. 3). URL: <https://www.aacademica.org/edgar.salgado.garcia/4>

Por ello, Pineda et al. (2024) sugieren algunas acciones pedagógicas para disminuir la distancia transaccional. Entre ellas:

- » Insistir en la importancia del aprendizaje autónomo: brindar al estudiante formación y medios para su logro, así como incentivos y apoyo. La autonomía no implica soledad sino empoderamiento.
- » Propiciar un mayor diálogo: organizar eventos sincrónicos o presenciales para llenar el vacío social; promover aprendizaje comunicativo y colaborativo; tutoría y retroalimentación regular y personalizada; promover debates en pequeños grupos; utilizar y moderar activamente espacios comunicativos asincrónicos como el chat, el foro de discusión, los grupos, el correo electrónico, los audios y los videos.
- » Flexibilizar la estructura: lecciones, entrega de tareas y evaluaciones deben adaptarse a los estudiantes, de acuerdo a sus estilos de aprendizaje, competencias digitales y posibilidades de conexión; siempre dentro de un rango razonable. De acuerdo a Moore (2015): "Cuando un programa es altamente estructurado y no existe diálogo entre estudiantes y profesores, la distancia transaccional es alta" (p. 27).
- » Diseñar contenidos accesibles: deben ser llamativos, comprensibles, adaptados a los estudiantes y de fácil uso.
- » Establecer y celebrar hitos manejables que reaviven la motivación: recompensar simbólicamente el fin de una lección, el alcance de un aprendizaje, etc.

Como nos recuerdan Orellana & Angulo (2022), no debe descuidarse nunca la importancia que tienen las relaciones presenciales para la formación de los alumnos, ya que las mismas permiten potenciar las habilidades vinculadas con la dimensión socioafectiva. Además, la presencialidad promueve la

realización de otras actividades académicas y no académicas, así como la creación y fortalecimiento de redes, y la generación de un sentido de pertenencia a un grupo, gremio o institución.

No obstante, sabemos que no siempre es posible la presencialidad de todos los participantes a lo largo de un año lectivo. En estos casos, la telepresencia holográfica puede ayudar a garantizar la conexión emocional, un aspecto crucial en el proceso de aprendizaje y la salud mental de los alumnos. La holopresencia permite una experiencia más rica y cercana, con un mayor diálogo y flexibilización de la estructura. La posibilidad de ver a un profesor o conferencista como si estuviera físicamente presente puede inspirar una mayor participación y compromiso por parte de los estudiantes, aumentando la motivación y fortaleciendo su autonomía.

Sistema educativo

Ahora bien, integrar la telepresencia holográfica, o cualquier otro recurso tecnológico, en el proceso de enseñanza y aprendizaje debe tomar en cuenta todo lo dicho hasta ahora; pero también, para una integración efectiva y significativa, debe estar fundamentada en una serie de elementos interrelacionados en el marco de un sistema educativo.

Para ejemplificar lo anterior, en la Figura 8, se encuentran jerarquizados los componentes de un sistema educativo que haga uso de la telepresencia holográfica en una sesión de clases. El mismo es sólo referencial y se espera que sirva de guía para adaptar esta propuesta a diferentes contextos. Los mismos se ordenan desde el más general al más específico. Dichos componentes son: modelo educativo, teoría del aprendizaje, modalidad de educación, metodologías pedagógicas, telepresencia holográfica, recursos didácticos y estrategias de enseñanza.



Figura 8. Sistema educativo con telepresencia holográfica.

Modelo educativo

Hace referencia al enfoque general o sistema amplio en el que se basa la educación en un país o una institución. Puede incluir políticas, filosofía y teorías educativas, así como aspectos más específicos como técnicas de enseñanza, estructuras curriculares y prácticas pedagógicas.

Para el Ministerio de Educación del Ecuador (MINEDUC, 2022), “el modelo educativo se define por la articulación de las interrelaciones de los actores de la comunidad educativa con el medio, sus flujos, conexiones y nudos que permiten dar vida a un ecosistema de innovación en la educación... es un esquema que aclara el sentido y paradigma de la educación; sin embargo, permite que las instituciones generen acciones educativas innovadoras, pertinentes y significativas para sus protagonistas” (p. 5). Declarando más adelante el ente oficial que, en Ecuador, el modelo educativo se fundamenta en ocho pilares:

- » Educación flexible, ecléctica e interdisciplinaria
- » Contextualización y pertinencia cultural
- » Escuelas inclusivas, seguras y saludables
- » Educación para el desarrollo sostenible
- » Pertinencia en la formación docente
- » Plan de vida y orientación vocacional de los estudiantes
- » Ciudadanía digital
- » Corresponsabilidad frente a la libertad y autonomía

No obstante, García & Buitrago (2017) advierten que, si bien los modelos pedagógicos funcionan como agentes de cambio en la estructura de la clase, al determinar contenidos, métodos, estrategias, actividades, evaluaciones y objetivos, para generar nuevas perspectivas y posturas frente al acto académico, los mismos no siempre se cumplen, puesto que consumarlos depende del compromiso de los actores involucrados y del entorno sociocultural donde se desarrolle el ambiente de aprendizaje.

En este mismo sentido, Chong & Marcillo (2020) señalan que, en entornos educativos mediados por tecnología, se siguen aplicando modelos tradicionales de formación con metodologías conductistas, por lo que se requiere que en los procesos educativos se potencie el uso de metodologías innovadoras.

De lo contrario, se trataría de cambiar de escenario, pero mantener el mismo libreto, basado en enviar archivos de tipo textual, audiovisual, enlaces y de ello solicitar resúmenes, ensayos o aplicar una prueba de conocimientos sin desarrollar aprendizajes significativos.

Por lo que se debe implementar un modelo educativo que priorice las actividades por encima de los contenidos, donde el estudiante aprenda haciendo e interactuando, con metodologías activas como: búsqueda y procesamiento de la información, proyectos, estudio de casos, juego de roles, resolución de problemas, trabajo colaborativo para desarrollar productos, foros de discusión; con el objetivo de que los estudiantes desarrollen competencias como el trabajo en equipo, la autonomía y la colaboración (Chong & Marcillo, 2020).

Teorías del aprendizaje

Son el corpus científico que explica cómo las personas adquieren conocimientos y habilidades mediante el proceso pedagógico en el marco de un modelo educativo. Se centran en cómo funciona la mente humana; por una parte, en cuanto a los procesos de generación de pensamientos y de conocimiento, y, por otra, en relación a la influencia de estos en la configuración de la personalidad y la conducta de cada individuo (Reyero, 2019).

Existen muchas teorías que dan razón de cómo se aprende, pero todas entran en dos grandes corrientes o escuelas: la clásica y la activa. En el primer grupo estarían, como las más aplicadas, el conductismo y el cognitivismo. Siendo sus características más evidentes el énfasis en la transmisión de información, el aprendizaje como proceso individual y metodologías de enseñanza y aprendizaje pasivos.

En el segundo grupo, destacan el constructivismo, y en menor medida el aprendizaje situado, la pedagogía crítica, el aprendizaje experiencial, las inteligencias múltiples, el aprendizaje significativo, el conectivismo, el aprendizaje por descubrimiento, etc. Ahora bien, aunque haya una teoría del aprendizaje que domine en un modelo educativo (por ejemplo, el constructivismo), no pueden dejarse de lado los aportes de otras escuelas y autores del pensamiento pedagógico acerca de la mejor manera de enseñar y aprender, lo que deriva en tener siempre cierto grado de eclecticismo en este aspecto.

En particular, el constructivismo es una teoría educativa que se centra en cómo los individuos construyen su conocimiento a través de la interacción con su entorno. La teoría constructivista, tanto en su rama clásica (Piaget) como su rama sociocultural (Bruner, Ausubel, Bandura, Vygotsky) ofrece un marco doctrinario robusto para entender la complejidad del aprendizaje humano. Ambos enfoques han influido en las prácticas educativas modernas, desde la enseñanza centrada en el alumno hasta el aprendizaje cooperativo y basado en problemas (Loyola, 2023).

Reyero (2019) añade que el constructivismo es una perspectiva pedagógica que enfatiza el papel activo del estudiante en la construcción de su propio conocimiento a través de la interacción con el entorno y la reflexión sobre sus experiencias, donde el aprendizaje es un proceso personal y significativo en el que el alumno forja su comprensión del mundo a partir de las experiencias previas y de nuevas interacciones.

Por otra parte, según Chong & Marcillo (2020): "Los procesos de enseñanza y aprendizaje con una perspectiva constructivista, parten de los conocimientos preestablecidos, de la experiencia y su acertada atención en la adaptación de contenidos al contexto real de las personas, con el claro objetivo de requerir actividades, basándose en referencias procedentes de la familia, centro educativo, empresa o comunidad" (p. 62).

Añadiendo más adelante las autoras que, en el constructivismo, el proceso de enseñanza busca la elaboración de actividades auténticas, con una aplicación o utilidad en el entorno en que se desenvuelve el estudiante; por lo que el diseño de actividades de enseñanza constructivista en ambientes virtuales se orienta hacia la interacción social, el papel activo del sujeto en formación y la resolución de problemas que surgen en contextos reales.

Mientras, Prado et al. (2022) afirman que en el Ecuador se mantiene una fuerte corriente constructivista entre los organismos gubernamentales que dirigen la educación, por lo que la aplicación de los recursos tecnológicos en el aula busca adaptarse a este paradigma. Aunque, según Chong & Marcillo (2020), adoptar el constructivismo frente al conductismo, aún constituye un proceso que puede encontrar resistencias en algunos docentes e instituciones académicas.

Modalidad educativa

Se refiere a la forma específica en que se organiza y ofrece la educación, considerando aspectos como la distribución del tiempo, el espacio, los recursos y las interacciones entre estudiantes y docentes. Una modalidad educativa se implementa dentro de un modelo educativo y en función de una teoría del aprendizaje, pero se enfoca en aspectos más prácticos y operativos de la enseñanza.

La educación puede darse en distintas formas. Pero, en lo que respecta al encuentro entre profesor y alumnos en el aula, la misma puede reducirse a dos modalidades: presencial o no presencial. Con la llegada de las TIC y su impacto educativo, han aparecido variantes de estos dos estilos principales. Así, se puede hablar de modalidad a distancia, semipresencial, autónoma o no escolarizada, modalidad híbrida, entre otras.

A lo anterior, que tiene una connotación espacial, se le añade la variable temporal, mediante las alternativas sincrónica y asincrónica. Así, por ejemplo, puede haber una modalidad de educación no presencial asincrónica, como la que se ofrece en un Curso en Línea Masivo y Abierto (MOOC, por sus siglas en inglés); o, como se viene proponiendo en estas líneas, una modalidad híbrida, que conjuga elementos de la educación tradicional con la incorporación de recursos tecnológicos, donde el docente puede estar presente en algunas sesiones junto a sus alumnos, pero en otras puede dar la clase de manera remota y sincrónica mediante la telepresencia holográfica.

Actualmente, se acepta como un hecho que la educación se debe dar en un cierto grado de hibridación. De acuerdo a Andreoli (2021) estamos en presencia de un modelo educativo híbrido cuando presentamos propuestas en las que se combinan estrategias de enseñanza presenciales con estrategias de enseñanza a distancia potenciando las ventajas de ambas y enriqueciendo la propuesta pedagógica.

La idea de combinar los modelos de educación a distancia y presencial no es reciente. Guajardo (2021) informa que ya desde el año 2006 Brian Beatty propuso el Hyflex, un modelo híbrido y flexible. En dicho modelo, Beatty plantea que, en una clase híbrida y flexible, los alumnos pueden elegir asistir a la sesión ya sea en un entorno cara a cara o de manera remota, de forma sincrónica o asincrónica. En la explicación anterior, destaca la flexibilidad en la estructura, ya que el educando puede elegir participar en clases a modo presencial o virtual; síncrona o asincrónicamente.

Metodologías pedagógicas

Son los métodos y enfoques utilizados para facilitar el aprendizaje. Dentro de un modelo educativo basado en el constructivismo y con modalidad híbrida, como el que estamos estructurando, pueden ser pertinentes metodologías como el aprendizaje activo, el colaborativo, el basado en problemas y el personalizado. Aunque podrían proponerse muchas otras, consideramos que estas cuatro disminuyen la percepción de distancia transaccional en el proceso de enseñanza al propiciar el diálogo, la flexibilidad y la autonomía del alumno, por lo que, en principio, cumplen los requerimientos previstos en el modelo.

- » *El aprendizaje activo: los estudiantes participan en su propio proceso de aprendizaje, involucrándose en actividades que requieren pensar, analizar, sintetizar y aplicar lo que están aprendiendo (Rodríguez & Parreño, 2023). Según Espinosa (2022), se trata de un proceso dinámico donde se busca que los estudiantes puedan tener experiencias auténticas y que desarrollen procesos metacognitivos de manera autónoma y colaborativa, para que ellos mismos determinen su ritmo y estilo de asimilación y generación de nuevo conocimiento a partir de sus saberes previos. Mientras que, para Bonwell & Eison (1991, p. 45) es un aprendizaje "... que implica a los estudiantes en el hacer y en la reflexión sobre*

lo que están haciendo”, propiciando que el aprendiz haga más que solo escuchar, sino que se implique en un proceso de pensamiento de orden superior y en actividades colaborativas; por ello, la transmisión de información se enfatiza menos y se da espacio para el desarrollo de las capacidades, actitudes y valores (Espinosa, 2022)

- » *El aprendizaje colaborativo: permite que los conocimientos sean adquiridos mediante la interacción en grupos pequeños de estudiantes, los cuales previamente han sido direccionados por el docente para que alcancen un objetivo en común (Curay, 2022). Agregando Loyola (2023) que, la pedagogía contemporánea, ha transitado desde un enfoque centrado en la reflexión individual hacia una dinámica configurada por la participación colectiva de los individuos. Por lo que las tendencias actuales en tecnología educativa muestran un aumento en actividades que fomentan la interacción y la creación colectiva de conocimientos*
- » *El aprendizaje basado en problemas: los estudiantes enfrentan situaciones que requieren la aplicación de conocimientos y habilidades para encontrar soluciones. Constituye una estrategia didáctica que inicia con un problema real, la cual promueve en los estudiantes un estado mental positivo para que dediquen tiempo y acciones para absorber el conocimiento y desarrollar la habilidad para enfrentarlo (Vargas et al., 2023). En entornos de e-Learning, estrategias como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, el razonamiento y la reflexión se implementan con éxito para fomentar la construcción del conocimiento. Estas estrategias se potencian aún más en entornos que permiten la interacción social y la colaboración, lo que resulta en un aprendizaje más profundo y significativo (Loyola, 2023).*
- » *El aprendizaje personalizado: un enfoque adaptado a las habilidades, preferencias, intereses y otras necesidades diversas de cada estudiante individual. El mismo supone que el alumno tiene la oportunidad de tomar decisiones sobre la programación diseñada por el profesorado y de co-diseñar su aprendizaje (Varona & Engel, 2024). Ofrece una atención más individualizada a los estudiantes, lo que a su vez mejora la interacción entre docentes y alumnos. Los educadores pueden optimizar su enfoque pedagógico al tener información más precisa y actualizada sobre el progreso de cada estudiante, permitiendo una intervención más oportuna y efectiva (Loyola, 2023).*

Estrategias de enseñanza

Son el conjunto de procedimientos, mediante la implementación de técnicas, métodos, recursos o medios que el profesional de la educación emplea para diseñar, planificar, aplicar, evaluar el proceso educativo. De esta manera, las estrategias propician tanto los espacios como las condiciones pertinentes para que docente y estudiante alcancen los objetivos propuestos dentro del plan de estudio (Puello, 2023).

Se trata de la acertada combinación de procedimientos ejecutados de forma sistemática y premeditada, para lograr el despliegue de competencias en los estudiantes, entendida como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes. Se busca, con las estrategias de enseñanza, que las actividades se planifiquen para producir nuevo aprendizaje, descartando una simple evaluación, cambiando la monotonía de repetir y memorizar (Chong & Marcillo, 2020).

Si el número de metodologías pedagógicas distintas eran considerables, lo mismo pasa, quizá en mayor medida, con las posibilidades de aplicar una u otra estrategia de enseñanza, por lo que la siguiente lista es, como en el caso anterior, sólo una propuesta:

- » **Gamificar.** Es la aplicación de técnicas y estrategias del diseño de juegos y videojuegos en entornos no lúdicos para aumentar la motivación y fomentar la realización de determinadas acciones deseadas (Deterding et al. 2011). Gamificar el proceso de enseñanza implica integrar elementos como la competencia, la colaboración y las recompensas, en actividades educativas. Desde muy antiguo se ha empleado esta estrategia como medio para transmitir conocimientos o modificar conductas. Sin embargo, gracias a la familiaridad de las nuevas generaciones de estudiantes con los entornos digitales y la popularidad de los juegos en computadora, se crea el escenario ideal para que esta estrategia didáctica sea cada vez más utilizada en escuelas y universidades. La gamificación se integra a las metodologías pedagógicas vistas en la sección anterior, especialmente la del aprendizaje activo, el colaborativo y el basado en problemas; siendo además una vía para aumentar el diálogo y disminuir la distancia transaccional entre los alumnos y el docente.
- » **Invertir el aula.** Como refieren Sandobal, Marín & Barrios (2021), Jonathan Bergmann y Aaron Sams, docentes norteamericanos, se propusieron que los estudiantes que no habían asistido a clases fueran capaces de seguir el ritmo del curso y no resultaran perjudicados. Para ello decidieron grabar en video las presentaciones en Power Point, y distribuir las entre sus pupilos. Notaron que las grabaciones no solo las utilizaban aquellos que no habían podido ir a clases, sino la mayoría de sus estudiantes. De este modo comenzaron a invertir su método de enseñanza remitiendo videos de las lecciones para que las visualizaran en casa antes del encuentro en el aula, reservando las horas presenciales para realizar proyectos con los que poner en práctica los conocimientos adquiridos y resolver dudas relacionadas con la materia explicada. Por su parte, Bergmann & Sams (2014) advierten acerca de esta estrategia didáctica: "No existe ninguna metodología específica que deba reproducir; tampoco hay una lista de tareas que pueda seguir para garantizar los buenos resultados. Dar la vuelta a la clase tiene que ver más con un problema de mentalidad: la idea es redirigir la atención, quitársela al profesor y ponerla en el alumno y su aprendizaje." (p. 23). El aula invertida (flipped classroom), es una estrategia que se ajusta a las metodologías de aprendizaje activo y basado en problemas; tiene, además, la virtud de disminuir la distancia transaccional al favorecer la autonomía de los alumnos y aumentar la flexibilidad del curso.
- » **Diseñar proyectos.** Implica crear actividades que requieran que los estudiantes apliquen conocimientos y habilidades para resolver problemas reales o crear productos tangibles. Los proyectos suelen ser colaborativos y pueden abarcar diversas disciplinas, fomentando la transversalización y contextualización de los contenidos curriculares, así como el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo en equipo. Se trata de una estrategia de planificación didáctica enfocada en el estudio de situaciones, intereses o problemas de los educandos y de la escuela a fin de promover una educación con mayor sentido (Guerrero, López & Galarza, 2023). El diseño de proyectos puede desarrollarse en el marco de las metodologías: activa, colaborativa, pero, sobre todo, en la enseñanza basada en problemas. Por otra parte, contribuye a disminuir la percepción de distancia transaccional al aumentar el diálogo entre los agentes educativos, involucrando incluso a familias y el entorno del centro escolar.
- » **Instruir diferenciadamente.** Es adaptar la instrucción para satisfacer las necesidades específicas de aprendizaje de cada estudiante, reconociendo sus diferencias individuales. Esta diferenciación de la enseñanza, ayuda a flexibilizar la estructura y, sobre todo, a aumentar el diálogo entre el docente y sus alumnos. En este sentido, Loyola (2023) distingue cuatro categorías principales de entornos en este tipo de aprendizaje: adaptación de la interacción; personalización de la presentación del curso; identificación y or-

ganización de contenido relevante, y soporte adaptable para la colaboración. Se pone en práctica dentro de una metodología pedagógica basada en el aprendizaje personalizado. Y, añade Reyer (2019), el proceso de enseñanza-aprendizaje puede generar resultados más o menos satisfactorios en función del educador, del educando y del contexto; por lo que cada circunstancia educativa será diferente, y cada alumno requerirá una intervención lo más personalizada posible por parte del docente.

Recursos Educativos

Son todas aquellas herramientas, materiales o medios que se utilizan para facilitar la adquisición de conocimientos, habilidades y competencias por parte de los estudiantes. Son un apoyo pedagógico que el docente requiere durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Uno de los objetivos centrales, en su uso y aplicación, es despertar el interés de los estudiantes, adecuarse a sus características físicas y psíquicas, adaptándose a cualquier tipo de contenido o actividad (MINEDUC, 2023).

Los hay de tipo físico y de tipo digital, entre estos últimos podríamos mencionar la misma telepresencia holográfica, libros de texto digitales, videos educativos, aplicaciones móviles, aplicaciones con Inteligencia Artificial, entre muchos otros.

Diseño instruccional

Al integrar la tecnología en la educación, es importante asumir un enfoque integral que considere tanto los aspectos pedagógicos, los contenidos, la tecnología, así como la disminución de la percepción de la distancia transaccional por parte de los estudiantes.

Para lograrlo, no se debe forzar la inclusión de recursos digitales en una actividad didáctica sin haber hecho una previa reflexión y planificación del curso a partir del diseño instruccional; el cual, como sabemos, es la organización sistemática de procesos de formación, con la definición de objetivos, estrategias, actividades y recursos que permitan alcanzar las metas propuestas (Chavarría, Pérez & Muñoz, 2023).

Existen diferentes modelos de diseño instruccional como el ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) que es, con mucho, el más aplicado. Además, están el ARCS (Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción); el Four-Component Instructional Design (4C-ID); el SAM (Motivación, Adquisición y Aplicación); el ASSURE (Analizar, Seleccionar, Estructurar, Suministrar, Usar, Evaluar); el TPACK (Conocimiento Tecnológico, Conocimiento Pedagógico y Conocimiento del Contenido); entre otros.

En la Figura 9 (página siguiente), podemos ver una visión general de una propuesta de diseño instruccional mediante el Modelo ADDIE de un curso que incorpora la telepresencia holográfica del docente junto con la asistencia en persona de los alumnos.

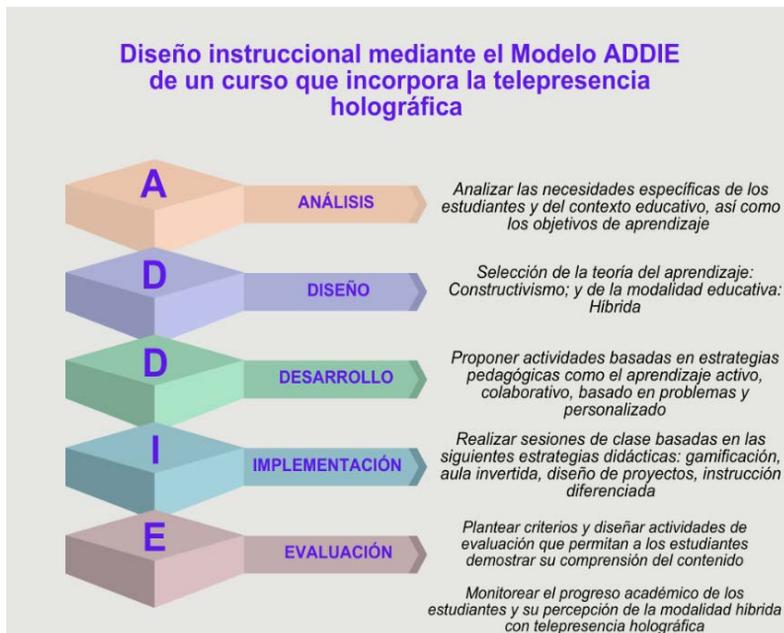


Figura 9. Diseño Instruccional con ADDIE de una clase con telepresencia holográfica.

En la figura 9 se resumen aspectos como los siguientes:

- **Análisis de necesidades y objetivos de aprendizaje:**
 - » Analizar las necesidades específicas de los estudiantes y del contexto educativo para determinar cómo la telepresencia holográfica puede mejorar la experiencia de aprendizaje.
 - » Identificar claramente los objetivos de aprendizaje que se desean alcanzar con el curso y cómo la telepresencia holográfica puede contribuir a alcanzarlos.
- **Diseño:**
 - » Selección de la teoría del aprendizaje: Constructivismo, ya que fomenta la interacción humana y la participación activa de los estudiantes, tanto en el aula como a través de la telepresencia holográfica del docente.
 - » Selección de la modalidad educativa: Híbrida mediada por la telepresencia holográfica, combinando elementos de enseñanza presencial y virtual de manera efectiva.
- **Desarrollo de estrategias de enseñanza:**
 - » Proponer actividades que aumenten el diálogo entre los actores del proceso educativo, la autonomía del estudiante y la flexibilidad de la estructura del curso, aprovechando las capacidades de la telepresencia holográfica para fomentar la motivación y el compromiso de los educandos mediante estrategias pedagógicas basadas en el aprendizaje activo, colaborativo, basado en problemas y personalizado.

- **Implementación:**
 - » Seleccionar recursos educativos y materiales de apoyo que sean accesibles tanto para los estudiantes como para el docente.
 - » Utilizar los recursos digitales y herramientas en línea que complementen la experiencia de aprendizaje y enriquezcan el contenido del curso.
 - » Diseñar actividades de clase que disminuyan la sensación de distancia transaccional entre el docente y los participantes a la clase mediada por holopresencia.
 - » Realizar sesiones de clase que integren de manera efectiva la presencia física de los estudiantes con la telepresencia del docente basadas en las siguientes estrategias didácticas: gamificación, aula invertida, diseño de proyectos, instrucción diferenciada.
- **Evaluación:**
 - » Plantear criterios de evaluación claros y alineados con los objetivos de aprendizaje del curso, tanto de los aprendizajes, los contenidos, las metodologías, los recursos utilizados, la sensación de distancia transaccional y la experiencia holográfica.
 - » Monitorear el progreso académico de los estudiantes y su percepción del modelo educativo propuesto: curso de modalidad híbrida mediada por telepresencia holográfica, a los fines de realizar los ajustes necesarios en el diseño instruccional.

Ahora bien, como puede notarse, el diseño anterior es aún teórico y general. Sin embargo, se espera que el mismo sirva como orientación y que pueda ser adaptado a una asignatura, a un nivel educativo, a las particulares condiciones de una institución, así como al grado de preparación previa y las preferencias tanto de docentes como de estudiantes.

Al final, la idea es que de lo general se trascienda a lo particular, a un plan de estudio detallado a nivel microcurricular que considere cada uno de los aspectos involucrados en una sesión de clases a distancia y sincrónica mediada por telepresencia holográfica. Ese es el reto.

Decálogo axiológico

Para cerrar este capítulo, quizá el más trascendente de este trabajo, en la Figura 10 (página siguiente) se resume un marco axiológico para el modelo educativo constructivista de modalidad híbrida con el uso de telepresencia holográfica que venimos desarrollando.



Figura 10. Decálogo Axiológico.

Es fundamental que, para la implementación del modelo, se promueva y garantice lo siguiente:

- I. *Centrarse en el estudiante: Reconocer las necesidades, intereses y habilidades individuales de cada estudiante, y adaptar la enseñanza para satisfacer esas necesidades de manera personalizada.*
- II. *Diálogo y Colaboración: Fomentar el intercambio de experiencias entre los estudiantes, el docente y otros participantes en el proceso educativo. La telepresencia holográfica puede facilitar la comunicación y la interacción entre personas ubicadas en diferentes lugares, lo que permite el trabajo en equipo y la colaboración en proyectos educativos.*
- III. *Autonomía: Promover la autonomía de los estudiantes al permitirles explorar, descubrir y construir su propio conocimiento a través de experiencias de aprendizaje significativas para disminuir la percepción de distancia transaccional.*
- IV. *Flexibilidad: Valorar la flexibilidad de la estructura en el proceso educativo, permitiendo a los estudiantes elegir el momento, el lugar y el ritmo de su aprendizaje. La telepresencia holográfica puede facilitar la participación remota en clases y actividades, lo que brinda la posibilidad de aprender desde cualquier lugar con acceso a Internet.*
- V. *Creatividad y pensamiento crítico: Estimular la creatividad y el pensamiento crítico al proporcionar entornos de aprendizaje que desafíen a los estudiantes a pensar de manera crítica, resolver problemas y generar ideas nuevas. La telepresencia holográfica puede ser una herramienta creativa para presentar contenido de manera interactiva y atractiva.*
- VI. *Inclusión: Priorizar la inclusión y la equidad, asegurando que todos los estudiantes tengan acceso a recursos educativos y oportunidades de aprendizaje, independientemente de su ubicación geográfica o circunstancias individuales, como podría ser una condición de salud o un viaje prolongado.*

- VII. *Ética digital: Promover el uso responsable y ético de la tecnología, enseñando a los estudiantes sobre la importancia de la privacidad, la seguridad en línea y el comportamiento ético en entornos digitales. Esto es especialmente relevante en un entorno de aprendizaje híbrido donde se utilizan tecnologías como la telepresencia holográfica.*
- VIII. *Evaluación y seguimiento: Es necesario evaluar el impacto de la tecnología en el aprendizaje, mediante la observación, los trabajos realizados y la aplicación de instrumentos específicos.*
- IX. *Capacitación docente: Es fundamental que los docentes reciban capacitación adecuada para el uso de las tecnologías educativas. Esto incluye no solo el manejo técnico de las herramientas, sino también la comprensión de cómo integrarlas de manera efectiva en sus clases mediante un adecuado diseño instruccional.*
- X. *Actualización constante: La tecnología está en permanente evolución, por lo que es necesario que los docentes y los estudiantes se actualicen de manera permanente en el uso de las nuevas herramientas y recursos educativos.*

Ejemplo de Clase con Telepresencia Holográfica con el Modelo Propuesto

- » Tema de la Clase: El Ciclo del Agua
- » Nivel Educativo: Educación Secundaria
- » Materia: Ciencias Naturales
- » Duración: 90 minutos

Modelo Educativo: El modelo educativo seguido es el constructivista de modalidad híbrida, que integra tanto la presencialidad como la telepresencia holográfica del docente.

Teorías del Aprendizaje: La teoría principal es el constructivismo, que se enfoca en la construcción del conocimiento a través de la interacción y la experiencia activa del estudiante.

Modalidad Educativa: La modalidad es híbrida. Los estudiantes están físicamente en el aula mientras que el docente aparece como un holograma para guiar la clase.

Metodologías Pedagógicas: Se utilizan metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje colaborativo. Los estudiantes trabajan en equipos para resolver un problema relacionado con el ciclo del agua, utilizando recursos digitales y físicos.

Estrategias de Enseñanza:

- » Aula invertida: Los estudiantes revisan videos y materiales en casa antes de la clase.
- » Gamificación: Durante la clase, los estudiantes participan en una simulación gamificada del ciclo del agua, con desafíos y recompensas.
- » Instrucción diferenciada: Se proporcionan diferentes niveles de complejidad en las actividades, adaptándose a las capacidades de cada estudiante.

Recursos Educativos:

- » Presentaciones interactivas: Proyección de los diferentes estados del agua y su transformación en el ciclo.

- » Plataforma digital: Para el acceso a videos, simulaciones y cuestionarios interactivos.
- » Materiales físicos: Como maquetas, carteles y modelos del ciclo del agua.

Diseño Instruccional: Se sigue el modelo ADDIE.

- » Análisis: Identificar las necesidades y el nivel de conocimiento previo de los estudiantes sobre el ciclo del agua.
- » Diseño: Crear un plan de lección que incorpore la telepresencia holográfica, materiales digitales y actividades prácticas.
- » Desarrollo: Preparar los videos y materiales de apoyo.
- » Implementación: Ejecutar la clase con la telepresencia del docente y la participación activa de los estudiantes.
- » Evaluación: Medir el impacto de la clase mediante cuestionarios y observación de las actividades prácticas. Consultar a docente y estudiantes su percepción de la experiencia holográfica.

Desarrollo de la Clase:

Introducción (10 minutos)

- » El docente aparece como holograma y saluda a los estudiantes.
- » Presentación breve del ciclo del agua mediante una presentación interactiva.

Actividad Preclase (20 minutos)

- » Los estudiantes, divididos en grupos, exploran diferentes fases del ciclo del agua.
- » Resuelven un cuestionario digital basado en su exploración.

Discusión y Colaboración (20 minutos)

- » Discusión en grupos sobre los hallazgos y reflexiones.
- » Presentación de las conclusiones de cada grupo al docente, el mismo tiene una visión general del aula gracias a una pantalla dispuesta para ello en la sala de emisión.

Aplicación Práctica (30 minutos)

- » Los estudiantes participan en una simulación gamificada del ciclo del agua.
- » Resuelven problemas y desafíos dentro de la simulación.

Evaluación y Reflexión (10 minutos)

- » Evaluación del aprendizaje mediante un cuestionario digital.
- » Reflexión grupal sobre la experiencia y el uso de la telepresencia holográfica en la sesión de clases.

Capítulo IV

¿Cómo sería una clase a distancia y sincrónica utilizando telepresencia holográfica?

*«La educación a distancia no se trata solo de tecnología,
sino de conectar mentes y corazones a pesar de la distancia.»*

Anónimo

4

Lograr una sesión de clases a distancia y sincrónica mediante telepresencia holográfica involucra varias etapas, como puede apreciarse en la Figura 11. Se parte de la grabación en vídeo de la clase desde el lugar donde el docente se encuentra; luego, se procesa la información para su posterior transmisión; siguiendo con la recepción de los datos en el destino (salón de clases); y, finalmente, la proyección de la imagen frente a los estudiantes.

Uno y otro de los pasos descritos están separados apenas por milésimas de segundos. Recordemos que se busca una experiencia en tiempo real, con un rezago o latencia mínimo, desde la emisión hasta la recepción del mensaje. La división por etapas tiene, en realidad, una intención didáctica, ya que todo sucede casi de manera simultánea.

Para la implementación de esta tecnología en un entorno educativo, se requiere comprender que más allá de una simple «mezcla» de métodos presenciales y a distancia, lo que se busca es una verdadera integración de medios y recursos (Díaz, 2020) que permitan satisfacer las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Por ejemplo, en un aula invertida, se contempla el uso de herramientas de telepresencia que posibiliten la interacción docente-estudiante, sin necesidad de coincidencia física (Almenara & Puente, 2020).

Ahora bien, para cumplir con cada una de las fases anteriores, se requerirá de hardware y software específico, así como de personal de apoyo entrenado.



Figura 11. Pasos para una clase con telepresencia holográfica.

A manera de ejemplo, el momento inicial denominado “Capturar la imagen” precisaría de una habitación acondicionada para grabar, así como cámaras, micrófonos, altavoces, computadoras, programa de videoconferencia (puede ser Zoom u otro cualquiera) y dos monitores, uno para ver a los participantes en la sala receptora (puede haber más de una sala conectada a la sesión) y otro para que el docente presente el material a la clase (Ríos et al., 2022).

En cuanto a las dificultades que pueden presentarse, básicamente tienen que ver con cuestiones tecnológicas y de conectividad. Un aspecto importante para considerar es que cuando se trata de tecnologías emergentes, las mismas requieren de mayor desarrollo e investigación para alcanzar niveles de calidad y accesibilidad adecuados para contextos educativos (Almenara & Puente, 2020). Pese a lo anterior, los beneficios de este tipo de soluciones para la educación a distancia son notorios, especialmente en lo relacionado con la mejora de la motivación y el aprendizaje de los estudiantes (Aretio, 2018).

Por supuesto, el grado de sofisticación dependerá de los recursos disponibles y de la calidad de imagen y sonido deseados. Así, para filmar al profesor podría emplearse un simple teléfono celular o una o varias cámaras digitales especializadas en capturas volumétricas de alta definición en tres dimensiones; como las cámaras estereoscópicas, las cámaras RGB-D o el escaneo láser 3D (Fernández et al., 2021).

Por ejemplo, la Azure Kinect (Microsoft) que es una cámara RGB-D que combina captura de color con detección de profundidad precisa. Tiene alta capacidad de procesamiento en tiempo real, lo que la convierte en una opción para sesiones de telepresencia holográfica en educación (Sung et al., 2020). Además, la empresa Intel tiene una línea especializada bajo la marca RealSense, la misma ofrece una gama de cámaras de profundidad utilizadas para captar datos tridimensionales ya que integra herramientas de software como Unity para facilitar el procesamiento y visualización de los hologramas (Huang et al., 2021).

En cuanto a la proyección de la imagen, tenemos las pantallas de cristal líquido sobre silicio (LCoS), que funcionan modulando la fase de la luz que incide sobre ellos, lo que permite controlar la formación del holograma, como la Pantalla Holográfica 3D de VirtualOn, la cual se basa en una pantalla rígida y translúcida que, al recibir la proyección, filtra el color negro para hacerlo transparente, mostrando así la imagen del video proyectado desde la parte posterior (Virtual On, sf).

También, cuando hablamos de proyectar la imagen, tenemos las pantallas holográficas volumétricas, que generan imágenes 3D, permitiendo la visualización del holograma desde diferentes ángulos. Para ello, utilizan matrices de láseres u otras fuentes de luz para proyectar puntos luminicos en el espacio tridimensional, permitiendo la visualización de imágenes tridimensionales sin necesidad de lentes especiales. Estas pantallas crean imágenes que ocupan un volumen en el espacio, con propiedades de profundidad, altura y anchura reales, ofreciendo una experiencia visual más inmersiva y realista en comparación con las pantallas tradicionales bidimensionales (Favalora, 2005).

Además de las mencionadas, es posible hacer uso de las gafas HoloLens y dispositivos de realidad mixta de Microsoft, una mezcla de universos físicos y digitales, que permite interacciones 3D naturales e intuitivas entre personas, equipos y el entorno. O, también, de las redes neuronales para procesamiento de imágenes, utilizadas para generar hologramas complejos en tiempo real, optimizando los cálculos necesarios para la reconstrucción holográfica, ya que pueden aprender patrones complejos y características de las imágenes, lo que permite la reconstrucción de hologramas de alta calidad (Rivenson et al., 2018).

Ahora bien, existen empresas, como: Smartbiz, Grupo ADD, Virtual On, 3DH, entre otras, que ofrecen "un paquete completo de holopresencia". Es decir, un servicio para la comunicación holográfica en tiempo real entre personas o grupos ubicados en diferentes lugares.

Los proveedores mencionados, alquilan el hardware (pantallas, proyectores, cámaras, micrófonos, altavoces, robots, etc.); ayudan a gestionar las interacciones entre los diferentes puntos de la reunión; garantizan una conectividad de alta velocidad, además de la potencia de cómputo necesaria para procesar los datos en tiempo real; y, muy importante, apoyo de personal técnico para solu-

cionar cualquier problema y mantener el sistema sin interrupciones. Lo anterior, como no, tiene la ventaja de brindar una solución rápida y práctica a sus clientes. Sin embargo, seguramente el costo está al alcance de pocos.

En cuanto a oferta en el mercado existen dispositivos para generar hologramas utilizando diferentes técnicas, unos aun en desarrollo y otros que ya son utilizados en el área industrial y académica. Entre los dispositivos, algunos se adaptan más que otros a los requerimientos de la telepresencia holográfica, esta discriminación se hace considerando aspectos como interactividad en tiempo real, realidad visual, retroalimentación instantánea y compatibilidad con otros dispositivos, como Tablet, teléfonos móviles etc.

Frente a esto, en la presente investigación, nos hemos enfocado en el sector educativo, se optará por una propuesta tecnológica factible, eficaz y accesible. Basada en la filosofía Hágalo usted mismo, partiendo del supuesto de que las instituciones académicas cuentan con personal capacitado para concretar proyectos de este tipo, con el consiguiente ahorro de recursos.

Se sugerirá, entonces, el uso de equipos y programas ya probados en otros escenarios educativos para concretar una comunicación holográfica en tiempo real (Arevalillo et al., 2022; Ríos et al., 2022; Ballesteros, González & Jasso, 2016). Sin embargo, no se dejará de pasar revista a otros recursos tecnológicos que pueden emplearse para este tipo de experiencias, sobre todo los de última generación, para dar al lector una idea de la variedad de opciones disponibles y de cómo la telepresencia holográfica se viene posicionando en el sector de las telecomunicaciones inmersivas.

A continuación, se describe cómo sería una clase de estas características, repasando los procesos involucrados en cada una de las etapas en que hemos dividido la experiencia holográfica.

Capturar la Imagen

Es el punto de partida, en el mismo se registra la presencia física del docente durante su disertación. El objetivo es obtener una representación lo más precisa y detallada posible que pueda ser transmitida y proyectada en el destino con fidelidad.

Para la captura de la imagen y sonido, se sugiere utilizar un sistema compuesto por una cámara RGB-D y un micrófono, conectados a una computadora. (Navas-López & Adam, 2022). La cámara RGB-D, también conocida como cámara de profundidad, permite la adquisición de información tridimensional, a diferencia de las cámaras tradicionales que solo capturan imágenes en dos dimensiones.

Esto brinda a la imagen transmitida un efecto de mayor realismo y volumen, creando la ilusión de estar ante una persona real y no una simple proyección. El micrófono, por su parte, recogerá el audio del docente para que su voz pueda escucharse nítidamente en el aula receptora. (Almenara & Puente, 2020)

Para ello, es necesario acondicionar un espacio adecuado, contar con un buen sistema de iluminación que garantice una imagen con contraste y nitidez, y configurar correctamente el equipo de videoconferencia. Entre los detalles que debemos tener en cuenta están:

- » Selección y posicionamiento de los dispositivos de captura: puede incluir una o varias cámaras convencionales o 3D. En caso de que sea más de un dispositivo, los mismos se colocan estratégicamente alrededor del docente para una filmación desde diferentes ángulos y perspectivas.
- » Ajuste de la iluminación: conseguir una iluminación pareja y adecuada sobre el docente es

fundamental, evitando sombras, brillos o áreas oscuras que puedan afectar la calidad de la imagen.

- » Configuración del software: configurar los parámetros técnicos en el programa de videoconferencia, como brillo, balance de blancos, resolución, tasa de fotogramas, etc. Además, verificar la correcta sincronización entre audio y video.
- » Captura de datos en tiempo real: una vez calibrado, se inicia el registro audiovisual de la clase. Con esto tenemos un flujo de información audiovisual que recibirán los estudiantes en la clase virtual.
- » Procesamiento de datos en tiempo real: busca mejorar la calidad de la imagen o realizar ajustes. Puede incluir corrección de color, eliminación de ruido o suavizado de bordes.
- » Sincronización: la grabación de imagen y sonido deben estar sincronizados, sin desfases entre ambos, por eso, la capacidad de procesamiento de datos de los equipos es muy importante.

Procesar la Información

Una vez grabada la clase del docente, se requiere un procesamiento para convertirla en un formato adecuado para la transmisión y visualización. Esto puede incluir técnicas de compresión de datos para la transmisión en tiempo real.

Dentro de este proceso podemos hablar de segmentación, que implica dividir la imagen capturada del docente en planos frontal, lateral, etc. Esto facilitará más adelante la reconstrucción de una imagen tridimensional. La segmentación también puede incluir técnicas de eliminación del fondo, dejando únicamente la figura del orador. (Mittal et al., 2021)

Otros procesos como el ajuste de color, eliminación de ruidos y suavizado de bordes, mejoran la calidad de la imagen para una mejor percepción por parte de los estudiantes.

Asimismo, en esta etapa se sincronizarán el audio y el video, se codificarán los datos en un formato comprimido de alta calidad y se aplicarán algoritmos de corrección de errores para garantizar que la transmisión llegue sin interrupciones.

Si la cantidad de información es muy abundante, se puede recurrir al Cloud Computing (computación en la nube) y al Edge Computing (computación en el borde de la red), para aumentar la potencia de procesamiento. Sin embargo, las redes de comunicación inalámbricas 5G pueden servir para una experiencia aceptable de comunicación holográfica (Arevalillo et al., 2022).

Las claves de esta etapa se detallan a continuación:

- » Reconstrucción 3D: generación de un modelo tridimensional del entorno y del sujeto (en este caso, el docente) a partir de las imágenes capturadas. Puede realizarse mediante diversas técnicas, como la estereoscopia, la fotogrametría o el escaneo láser. La calidad y precisión de esta reconstrucción determinarán la fidelidad y realismo de la experiencia holográfica final. También puede transmitirse un video convencional 2D al destino y allí, proyectarlo en 3D con técnicas y pantallas especiales, como se propondrá en este trabajo.
- » Compresión de datos: para reducir el tamaño del archivo sin comprometer significativamente la calidad visual. Se pueden utilizar diferentes formatos y algoritmos de compresión.

sión, como H.264, VP9 o AV1. Otro aspecto fundamental en esta etapa es la aplicación de técnicas de corrección de errores, como códigos de detección y corrección, para garantizar la integridad de los datos durante la transmisión.(Reich et al., 2023)

- » Optimización para la transmisión en tiempo real: se ajustan los parámetros de transmisión para minimizar la latencia y maximizar la eficiencia del ancho de banda disponible. Esto implica un balance entre la calidad de la imagen, la tasa de bits y la latencia, en función de las características de la red de comunicación.(Castellanos, 2021)
- » Cloud computing y edge computing: permiten distribuir la carga de procesamiento entre servidores remotos (en la nube) y dispositivos locales (en el borde de la red), aprovechando la potencia de cómputo distribuida para acelerar el procesamiento de imágenes 3D y mejorar la respuesta en tiempo real. Sería necesaria sólo para experiencias holográficas puras, sin embargo, hay alternativas que no la requieren.
- » Renderización y visualización: generación de imágenes estereoscópicas o de luz estructurada que simulan la profundidad y el movimiento tridimensional. La renderización se realiza utilizando hardware especializado, como tarjetas gráficas de alto rendimiento, y software de renderización avanzado que aprovecha al máximo las capacidades del sistema.

En resumen, el procesamiento de los datos capturados del docente implica técnicas de reconstrucción 3D, compresión de datos, optimización para la transmisión en tiempo real, y renderización y visualización. Estas etapas son fundamentales para lograr una experiencia holográfica fluida y con la mayor calidad posible (Almenara & Puente, 2020).

Algunos desafíos importantes para considerar son:

- » La sincronización precisa entre audio y video, que evite desfases perceptibles para los estudiantes.
- » La alta velocidad de procesamiento y transmisión de datos requerida para mantener la fluidez y la calidad en tiempo real.
- » La interactividad y capacidad de respuesta a los movimientos del usuario, fundamental en experiencias de Realidad Aumentada o Virtual.
- » Los retos de escalabilidad y replicación para atender a múltiples usuarios simultáneamente. (Almenara & Puente, 2020; Herglotz et al., 2019, Zhang et al., 2021; Dong & Boll, 2022).

Estos retos tecnológicos deben superarse para que la comunicación holográfica en tiempo real sea una realidad viable en el ámbito educativo.

Transmitir los Datos

La transmisión de imágenes tridimensionales en tiempo real requiere una buena infraestructura de red, como fibra óptica, redes 5G u otras formas de conectividad de alta velocidad. Una vez que la información ha sido procesada, el siguiente paso es enviarla de manera confiable a los destinatarios.

Este proceso implica una serie de consideraciones técnicas que se detallan a continuación:

- » Infraestructura de red: la infraestructura de red adecuada dependerá de la distancia

entre el emisor y los receptores, así como de la cantidad de datos a transmitir. Para largas distancias o múltiples usuarios, se requerirá una red de alta velocidad, como fibra óptica o redes 5G. En entornos locales, como salones de clases, también se pueden utilizar redes inalámbricas de alta velocidad, como Wi-Fi 6 o conexiones dedicadas de ethernet (Paredes-Páliz et al., 2020).

- » Protocolos de transmisión: se deben utilizar protocolos de transmisión de datos en tiempo real, como RTP o WebRTC. Estos protocolos permiten la transmisión de información multimedia con baja latencia y mecanismos de corrección de errores.
- » Ancho de banda: es necesario contar con un ancho de banda suficiente para una transmisión sin retardos. Para una experiencia holográfica de calidad, se recomienda un ancho de banda de al menos 20 Mbps por usuario.
- » Escalabilidad: en cuanto a la escalabilidad, la solución de comunicación holográfica debe poder atender a una cantidad significativa de usuarios simultáneos, sin que ello implique una degradación inaceptable de la calidad o la fluidez.
- » Compresión de datos: permite reducir el tamaño de los archivos sin comprometer la calidad visual, lo que resulta en una transmisión más rápida. Es importante seleccionar algoritmos de compresión que minimicen la pérdida de calidad y mantengan la fidelidad de la imagen.
- » Latencia y jitter: la latencia (el tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde el emisor hasta el receptor) y el jitter (la variación en la latencia a lo largo del tiempo) son aspectos críticos en la transmisión de datos en tiempo real. Para garantizar una experiencia de telepresencia holográfica sin interrupciones, es necesario minimizar tanto la latencia como el jitter, lo que puede lograrse mediante la optimización de la infraestructura de red y la selección de protocolos de transmisión adecuados.

Recibir los Datos

Una vez que los datos han sido procesados y transmitidos desde la ubicación del docente, la siguiente etapa es recibirlos en el lugar de destino, ya sea en el salón de clases, un auditorio o en cualquier otro espacio designado para la visualización de la sesión educativa.

Esta fase implica una serie de procesos que aseguren la correcta recepción de la información holográfica y su proyección para los estudiantes (Ríos et al., 2022; Aldape et al., 2021):

- » Recepción de datos: se establece una conexión estable y confiable para recibir los datos holográficos enviados desde la ubicación del docente.
- » Decodificación de datos: implica la descompresión de los archivos y la adaptación de la información para su visualización en el dispositivo receptor.
- » Procesamiento de imagen: puede incluir ajustes de color, corrección de errores y optimización de la resolución para adaptarse a las características técnicas de la pantalla y al espacio donde se va a proyectar la imagen.
- » Sincronización de datos: implica coordinar los tiempos de reproducción de la imagen y el sonido para lograr una presentación fluida y natural.

Proyectar la Imagen

Una vez que los datos han sido capturados, procesados, transmitidos y recibidos con éxito, el siguiente paso es proyectar la imagen holográfica en el espacio designado para la clase. Existen diversas tecnologías y dispositivos que permiten la proyección de imágenes holográficas, cada uno con sus propias características y requisitos:

Las tecnologías de Realidad Aumentada y Realidad Virtual han avanzado significativamente en los últimos años, ofreciendo nuevas posibilidades para la implementación de soluciones holográficas en el ámbito educativo (Casanova et al., 2021; Gutiérrez y Fernández, 2021; Cukierman & Vidal, 2020; Figueiredo et al., 2014).

Los dispositivos pueden ir desde pantallas holográficas especializadas, hasta sistemas de proyección volumétrica o incluso gafas de Realidad Aumentada. La elección de la tecnología a utilizar dependerá de factores como el tamaño de la audiencia, el espacio disponible, el presupuesto y los requisitos específicos de la aplicación educativa.

Independientemente de la tecnología seleccionada, es importante que la proyección de la imagen holográfica cumpla con ciertos pasos:

- » Configuración del dispositivo de proyección: busca garantizar la reproducción de la imagen. Ajustar aspectos como enfoque, brillo, contraste y otros parámetros para adaptarse al entorno de visualización.
- » Posicionamiento del proyector: considerar la distancia, el ángulo y la altura adecuados para que todos los asistentes puedan visualizar la imagen desde su posición en el aula.
- » Proyección de la imagen: comienza la clase en tiempo real mediante telepresencia holográfica.
- » Optimización de la visualización: durante la proyección, se realizan ajustes adicionales según sea necesario.
- » Interacción con la imagen proyectada: los estudiantes tienen la oportunidad de interactuar con la imagen proyectada del docente, ya sea haciendo preguntas, participando en discusiones o realizando actividades prácticas. La tecnología holográfica facilita esta interacción al crear una sensación de presencia física y proximidad.
- » Monitoreo y mantenimiento: se realiza un monitoreo continuo de la proyección holográfica para detectar cualquier problema o incidencia técnica que pueda surgir.

Durante la clase

La estrategia didáctica empleada por el docente durante la sesión holográfica es muy importante para complementar el esfuerzo tecnológico descrito con anterioridad. Por ello, el orador debe tener una preparación tecnopedagógica adecuada.

En este sentido, Aldape et al. (2021) proporcionan algunas sugerencias que pueden ser de utilidad en el marco de un proyecto que pretenda implementar un cambio tecnológico tan disruptivo como el de una clase mediada por holopresencia. Por ejemplo, en vez de un pizarrón tradicional el profesor podría escribir a través de un monitor táctil, una pizarra digital o una tableta explicando el contenido de sus lecciones. Luego, como se aprecia en la Figura 12, los alumnos ven este contenido en grandes monitores en el aula, junto a la pantalla holográfica donde se encuentra la imagen del docente.



Figura 12. Aula holográfica en el TEC de Monterrey

Nota. Foto tomada de <https://conecta.tec.mx/es/noticias/nacional/institucion/20-avances-educativos-y-tecnologicos-en-80-anos-del-tec-de-monterrey>

Asimismo, dentro del aula se encuentra un facilitador que apoya al expositor para realizar actividades de trabajo en equipo y experimentos, monitorear al grupo, moderar las participaciones y aplicar exámenes. Para lo cual es pertinente contar con protocolos de interacción con miras a generar un diálogo efectivo entre los estudiantes y el profesor holograma.

Por su parte, el docente puede ver a sus alumnos en la sala transmisora gracias a monitores dispuestos para ello, por lo que no le habla al aire, lo que ayuda a percibir y a transmitir esta sensación de copresencia en su disertación, aumentando la calidad y calidez del mensaje académico. Junto al profesor, se encuentra un técnico para garantizar una emisión correcta de la señal de audio y video, manteniendo una estrecha comunicación con los facilitadores en la sala receptora.

En el caso de la clase que describen Aldape et al. (2021) en el Tecnológico de Monterrey, es ilustrativo lo que señalan con respecto a lo siguiente:

Se diseñó e implementó una estrategia didáctica y un modelo instruccional que contemplaba el diseño de pautas de cada sesión, diseño de actividades, uso de herramientas pedagógicas y tecnológicas para lograr un aprendizaje activo. Asimismo, previo a su impartición se diseñó e implementó una capacitación a profesores, equipo técnico y facilitadores para garantizar la vivencia adecuada para el alumno... (p.6)

Capítulo V

Infraestructura, espacio y diseño de aulas para facilitar la telepresencia holográfica

*«La educación sincrónica a distancia nos recuerda que
aprender no es cuestión de estar en el mismo lugar,
sino de estar en el mismo momento.»*

Anónimo

5

La puesta en escena de una clase mediada por telepresencia holográfica debe propiciar una experiencia realista, inmersiva e interactiva para los participantes. Su objetivo es aminorar la percepción de distancia transaccional en la interacción entre docente y estudiantes, para mejorar la atención, la motivación y el rendimiento académico.

Para el logro de lo anterior, es necesario humanizar y personalizar la enseñanza a distancia, propiciar la autonomía del alumno, y aumentar tanto la flexibilidad como el diálogo en el diseño instruccional de las sesiones mediadas por tecnologías (Aldape et al., 2021; Moore & Kearsley, 2012, Pineda et al., 2024).

En este contexto, una sesión de clases con telepresencia holográfica requiere de por lo menos dos espacios acondicionados: la Sala de Emisión, donde se graba y se transmite el discurso magistral; y el Aula Holográfica, o sala receptora, donde se proyecta la clase a los estudiantes.

Sala de Emisión

El lugar donde el expositor grabará la clase debe tener un acondicionamiento adecuado para obtener un video óptimo (Ríos et al., 2022; Aldape et al., 2021). Así, lo ideal, tal como podemos visualizar en la Figura 13, sería:



Figura 13. Ejemplo de Sala de Emisión.

Nota. Imagen tomada de Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, España. URL: https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/mediateca/ecoescuela/?attachment_id=5006

- » Espacio suficiente: evitar obstáculos al libre desplazamiento del docente por la sala. Ubicar los dispositivos de cómputo, audio y video en la mejor posición para grabar la clase desde diferentes ángulos y capturar gestos, movimientos y palabras.

- » Temperatura y humedad controladas: utilizar sistemas de climatización y ventilación para garantizar el funcionamiento correcto de los equipos y evitar problemas de condensación o sobrecalentamiento que afecten la calidad de la captura y la transmisión de datos. Sin olvidar lo más importante: brindar comodidad al orador.
- » Iluminación controlada: evitar sombras indeseadas para una grabación nítida. La iluminación uniforme minimiza reflejos y sombras que pueden distorsionar la imagen del docente. Las luces LED y los focos direccionales permiten regular la intensidad y la dirección de la luz para una iluminación uniforme, sin sombras ni deslumbramientos.
- » Fondo adecuado: un fondo sólido, neutro, bien iluminado y libre de sombras minimiza las distracciones visuales y facilita la extracción del docente del entorno. Se pueden pintar las paredes o utilizar telones o paneles de color blanco, gris claro, azul claro, verde o negro; el expositor no debe vestir prendas del mismo color del fondo, sino buscar el contraste. En general, se recomienda evitar colores brillantes, patrones complicados o fondos demasiado llamativos, ya que resultan en una distracción. Ahora bien, si se desea colocar efectos en el fondo, como en el cine, el color más apropiado sería el verde chroma key. Es un color verde brillante que se utiliza como fondo para efectos especiales en películas y producciones de video debido a su capacidad para ser fácilmente eliminado o reemplazado en postproducción utilizando técnicas de chroma keying.
- » Aislamiento acústico: tan importante como la imagen es el sonido, por lo que se debe asegurar la calidad del audio durante la clase. Se recomienda utilizar materiales acústicos en las paredes, piso y techo de la sala. Como paneles y alfombras gruesas que reducen reverberaciones y la propagación del sonido en la habitación. El ruido externo debe mitigarse con el uso de materiales especiales en puertas y ventanas. Lo importante es crear un entorno tranquilo que favorezca la concentración del docente y la calidad del audio grabado.
- » Antes de la grabación, realizar pruebas de iluminación, sonido, temperatura, posición y funcionamiento de los equipos para encontrar el equilibrio adecuado que proporcione condiciones óptimas al docente y la puesta a punto de equipos y programas informáticos.

Aula Holográfica

Este espacio es donde los alumnos reciben y visualizan la clase. La Figura 14 (página siguiente), muestra una sala receptora en el Imperial College de Londres. En ella, el diseño permite a los estudiantes ver e interactuar con el docente y el contenido de manera cómoda y sin obstrucciones. Sin embargo, puede haber aulas holográficas mejor acondicionadas para una experiencia más inmersiva.



Figura 14. Ejemplo de un Aula Holográfica.

Nota. Foto tomada del portal <https://www.bbc.com/mundo>. La imagen muestra una clase mediante telepresencia a través de hologramas en el Imperial College de Londres (Kelion, 2018)

Los dispositivos y la arquitectura que está detrás de una sesión de clases mediante holopresencia, como la que se puede apreciar en la fotografía anterior son, básicamente:

- » Equipamiento de proyección: proyectores y pantallas holográficas para garantizar una visualización clara y nítida.
- » Tecnología de interacción: pantallas táctiles, robots de telepresencia o dispositivos de realidad aumentada permiten a los estudiantes participar activamente en la clase.
- » Ambiente colaborativo: el aula debe fomentar la colaboración y la participación de los estudiantes, ofreciendo espacios de trabajo en grupo y zonas de discusión. Además, el diseño debe adaptarse a diferentes estrategias de enseñanza y estilos de aprendizaje.
- » Distribución de la sala: facilitar una visualización clara y sin obstrucciones del contenido y del expositor desde cualquier punto de la habitación. Implica la disposición estratégica de asientos, proyectores, pantallas y altavoces.
- » Iluminación controlada: evitar la luz blanca y directa sobre la pantalla, ya que puede afectar la visibilidad del contenido. Se deben utilizar sistemas de iluminación ajustables y difusores para crear un ambiente apropiado para la presentación.
- » Aislamiento acústico: para garantizar una experiencia de audio inmersiva y de alta calidad, es importante minimizar el ruido externo y reproducir el sonido sin distorsiones. Pueden instalarse materiales de aislamiento acústico en paredes y techos.
- » Sistemas de audio avanzados: utilizar sistemas de sonido envolvente o sistemas direccionales para crear una experiencia de audio inmersiva que complemente el contenido visual.

- » Acceso para personas con discapacidad: instalar rampas de acceso, puertas amplias y equipos de asistencia tecnológica adecuados.

Técnicas de generación de hologramas

De acuerdo a Ballesteros et al. (2016), Prado et al. (2021) y Ríos et al. (2022), existen muchas técnicas de generación de hologramas, pero en este trabajo referiremos solo cinco, por ser las más utilizadas y las más prácticas, de acuerdo al objetivo deseado, el mensaje a transmitir y el público receptor. Las mismas se detallan a continuación:

Modelado por software: a partir de la captura de un objeto o persona mediante cámaras en distintas posiciones se obtiene la imagen base; a partir de ella, como puede verse en la Figura 15, se genera una imagen o video 3D mediante un software de modelado (Autodesk 3ds Max, Blender, Cinema 4D, Adobe Substance 3D, etc.).

Entre las desventajas de este sistema están el uso de programas informáticos especializados y la necesidad de potencia de cómputo para procesar la gran cantidad de datos generados. Para los fines de una clase con telepresencia holográfica no es la más apropiada. Se usa más que todo para dar forma a prototipos de productos o de objetos, personas o animales.

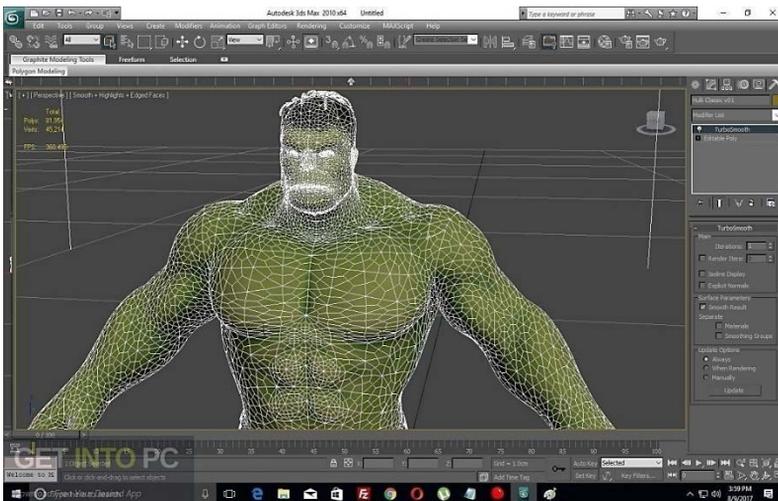


Figura 15. Imagen en 3D modelada con software Autodesk 3ds Max.

Nota. Imagen tomada de: <https://www.getintopcr.com/3ds-max-2010-free-download/>

Pantalla de micropartículas de agua vaporizada: consiste en generar una pantalla de aire calentado donde puede reflejarse una imagen o video como si flotara, es muy utilizada en publicidad y eventos. El aparato, que puede verse en la Figura 16, consta de un vaporizador que crea una cortina de micropartículas de agua de cierta densidad. Así, con un proyector se crea una imagen sobre dicha cortina.



Figura 16. Pantalla de micropartículas modelo Displair.

Nota. Tomada de <https://clipset.com/displair-la-pantalla-tactil-de-imagenes-que-flotan-en-el-aire/>

Tiene la desventaja de que la imagen solo se ve en tercera dimensión en un ángulo de visión determinado, mientras en ángulos distintos la imagen pierde profundidad o se torna bidimensional, por lo que en un aula o un auditorio puede haber algunos espectadores que no aprecien la imagen en 3D.

3D LED Fan Display Holográfico: es una tecnología que crea la ilusión de imágenes tridimensionales flotantes en el aire mediante el uso de un dispositivo de visualización que parece un ventilador. Cuando está encendido, gira sus palas a altas velocidades, tanto que las palas prácticamente se vuelven invisibles al ojo humano. Las luces LED situadas a lo largo de las aspas del ventilador emiten luz en secuencias precisas y a intervalos exactos, creando imágenes tridimensionales, tanto estáticas como dinámicas, que parecen flotar y moverse en el espacio.

Las imágenes holográficas creadas por estos dispositivos son muy llamativas y pueden atraer la atención en entornos como ferias, exposiciones, tiendas minoristas, y eventos promocionales. Son compactos y fáciles de instalar en diferentes ubicaciones, tanto en interiores como en exteriores. Los usuarios pueden cargar una amplia variedad de contenidos visuales en diferentes formatos (MP4, AVI, RMVB, GIF, JPG, MKV, PNG) desde la computadora, el teléfono o una memoria USB.

En el contexto educativo, como puede verse en la Figura 17, el 3D LED Fan Display Holográfico puede ser utilizado para la representación de conceptos complejos, ya que ayuda a los estudiantes a visualizar y entender ideas abstractas o difíciles mediante imágenes tridimensionales. Además, como señalan Prado et al. (2021), el mismo aumenta la motivación y el interés de los estudiantes mediante presentaciones visuales dinámicas y atractivas, como pudieron comprobar los autores en el Colegio Kléber Franco Cruz, de la ciudad de Machala, Ecuador.

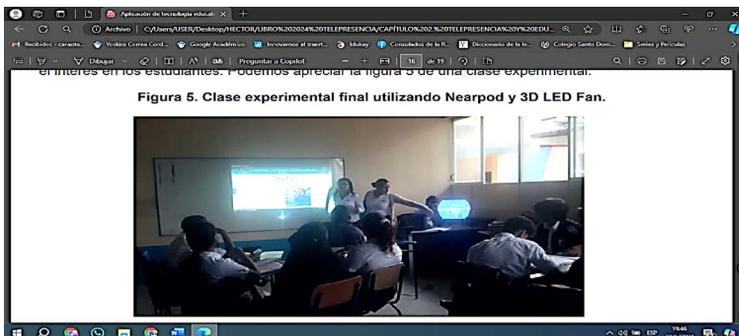


Figura 17. Uso del 3D LED Fan Display Holográfico en el contexto educativo.

Nota. Adaptado de la foto: "Clase experimental final utilizando Nearpod y 3D LED Fan.", en Prado et al. (2021). Aplicación de tecnología educativa mediante imágenes tridimensionales: Mejorar el aprendizaje en el aula de clases (p. 16)

Generación por reflexión óptica a través de una pirámide holográfica: utiliza una pirámide traslúcida y reflejante que se combina con una pantalla de TV, el monitor de una computadora o incluso con el celular. Las imágenes emitidas desde la pantalla del dispositivo se muestran como si estuvieran flotando dentro de la pirámide, que puede tener tres o cuatro lados, de lo que depende el número de perspectivas que se capturan del modelo (deben ser iguales a las caras de la pantalla piramidal).

En realidad, es el mismo objeto o video, pero generado 3 o 4 veces, según el número de lados de la pirámide, y girado uno respecto a otro. En el caso del video, se adelanta uno respecto al otro unos segundos, de forma que cuando se da la vuelta a la pirámide como observador, se mantiene la continuidad del mismo debido al retardo. Aunque se produce una sensación de tridimensionalidad, es una ilusión óptica ya que realmente, la imagen es en 2D (García, 2020).

La imagen o video a proyectar se procesa con un software para su exhibición como holograma. Un inconveniente es que, si se quiere reproducir el video de una clase en tamaño real, la pirámide debe ser lo suficientemente grande para que la persona se visualice dentro de ella. Esto obliga a que la sala receptora sea lo bastante amplia para dar cabida a la estructura piramidal.

Por otro lado, las pirámides holográficas han cobrado una especial importancia para la publicidad, ya que los efectos que crea son muy vistosos para el público. Generalmente se usa en stands, ferias, oficinas, tiendas, showroom, puntos de venta o museos (García, 2020).

En el campo de la educación, este método es muy utilizado para reproducir objetos pequeños en 3D, como figuras geométricas, un símbolo, el dibujo de un planeta o la foto de un animal, como puede verse en la Figura 18 (página siguiente). En estos casos, las pirámides pueden comprarse o elaborarse en casa, usando acetato o el material de las botellas plásticas.



Figura 18. Ejemplo de una pirámide holográfica casera con celular

Nota. Imagen tomada de <https://www.educ.ar/recursos/152837/hologramas-caseros>

Holograma por reflexión óptica mediante el efecto Fantasma de Pepper (Pepper's Ghost): es la técnica de generación de hologramas más apropiada para los propósitos de este trabajo, debido a su sencillez y efectividad.

Se debe dejar claro, como bien señala García (2020), que la imagen que va a ser representada es bidimensional, como una videoconferencia tradicional. Es decir, no es un holograma en estricto sentido, sino que es una ilusión que permite ver la proyección 2D como si flotara en el espacio, produciendo una sensación de profundidad y de tridimensionalidad.

El origen de este procedimiento, según Rojas (2017) se ubica en Inglaterra a mediados del siglo XIX, gracias a los trabajos de Henry Dircks y de John Henry Pepper. El primero, inventó un aparato para producir una ilusión óptica que representara un fantasma en 1858. Sin embargo, no tuvo un impacto significativo debido a sus limitadas capacidades prácticas.

Sin embargo, John Henry Pepper, científico, inventor y profesor británico, vio el potencial de la idea de Dircks. Hizo ajustes a la invención original, mejorando su funcionamiento y adaptándola para exhibiciones públicas. La primera presentación exitosa del Fantasma de Pepper ocurrió el 24 de diciembre de 1862 en el Royal Polytechnic Institution de Londres (Rojas, 2017).

En la Figura 19, se esquematiza el funcionamiento de esta técnica de generación de imágenes tridimensionales. La imagen representa el efecto conocido como Fantasma de Pepper, la misma se basa en el uso de una superficie de vidrio o plástico transparente inclinada y el reflejo de una imagen o figura iluminada.

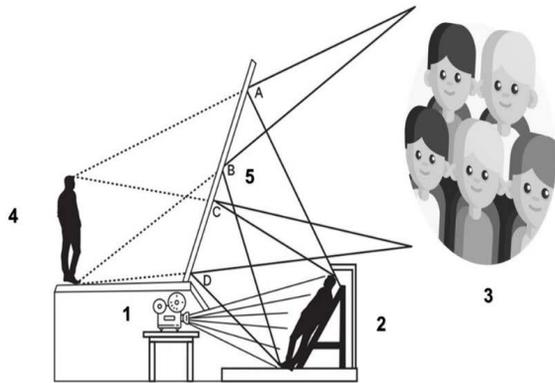


Figura 19. El Fantasma de Pepper.

Nota. Imagen adaptada de <https://www.medialab-matadero.es/proyectos/53723/description>

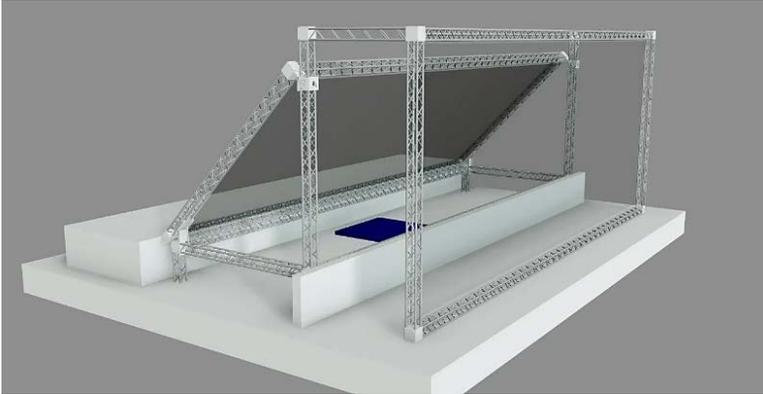
Para explicar cómo se logra el efecto descrito en la imagen, se detalla a continuación cada uno de los pasos:

1. Proyector, Video Beam o fuente de Imagen (parte inferior izquierda): el dispositivo proyecta una imagen o video hacia una superficie reflectante.
2. Superficie Reflectante (parte inferior derecha): la imagen proyectada se refleja en la superficie transparente inclinada, situada entre la audiencia y el área donde se quiere crear la ilusión. En la imagen, esta superficie está inclinada en un ángulo específico para un reflejo óptimo.
3. Posición del Observador o Auditorio: el observador está situado de manera que no ve directamente la imagen proyectada, sino solo su reflejo sobre el auditorio. En la imagen, las líneas punteadas muestran las trayectorias de los rayos de luz reflejados hacia el observador.
4. Plano de la Imagen Virtual (parte superior izquierda): la figura o imagen reflejada aparece como si estuviera flotando en el aire o interactuando en un espacio vacío. Esto se debe a que el vidrio refleja la imagen proyectada desde un área oculta (fuera de la vista directa del observador), creando una ilusión óptica de presencia real.
5. Estructura con película translúcida que recibe y proyecta la imagen. En el escenario la imagen que rebota de la superficie reflectante (2) pasa por una película translúcida que traslada la imagen a un punto preciso del auditorio, de acuerdo a la inclinación de (2) y de (5).

Líneas A, B, C y D: indican diferentes ángulos y trayectorias de los rayos de luz proyectados y reflejados. Cada línea representa un punto de la imagen proyectada que se refleja en la superficie y llega a los ojos del observador.

Ángulo de la Superficie Reflectante: la correcta inclinación y colocación de la superficie transparente dependerá de las características de la habitación donde la clase tendrá lugar. Dicha inclinación es determinante para que todos los rayos de luz reflejados lleguen al observador desde el ángulo adecuado, manteniendo la ilusión.

Por otra parte, en la Figura 20, se aprecia el esquema de una estructura dispuesta para un evento que utilizará el efecto del Fantasma de Pepper para generar imágenes tridimensionales. Este sistema ya ha sido probado en conferencias y conciertos, pero, en el contexto de un Aula Holográfica, la misma puede simplificarse para ajustarla a las proporciones y propósitos de una clase magistral a distancia en tiempo real.



*Figura 20. Estructura para generar imágenes 3D en un espectáculo.
Nota. Imagen tomada de https://es.made-in-china.com/co_windon1999/*

El principio del Fantasma de Pepper puede aplicarse en la educación moderna mediante tecnologías avanzadas, como pantallas transparentes de alta resolución, proyectores digitales, aplicaciones informáticas de video conferencia, etc. Estas herramientas pueden crear experiencias educativas donde los estudiantes interactúen con representaciones visuales de alta fidelidad de objetos, procesos y personas que no están físicamente presentes.

Al implementar esta técnica, los educadores pueden proyectar imágenes holográficas de expertos, de lugares, de objetos o de experimentos científicos en el aula, aumentando el interés y mejorando la comprensión del contenido educativo por parte de los estudiantes.

De acuerdo a lo descrito por Ríos et al. (2022), en la Universidad Tecnológica Particular de Loja (UTPL), Ecuador, se llevó a cabo una experiencia utilizando este método para generar hologramas, cuyo resultado puede verse en la Figura 21 (página siguiente).



Figura 21. Generación de hologramas mediante técnica del Fantasma de Pepper.

Nota. Adaptado de la foto: "Sala receptora", en Ríos et al. (2022). Telepresencia a través de hologramas como medio de enseñanza en las IES: experiencia de la UTPL (p. 412)

En dicho proyecto, los autores construyeron:

... una estructura metálica cuadrangular, con 45° de inclinación, sobre la cual se coloca la pantalla de acrílico logrando de esta manera capturar la luz que rebote y lograr una imagen tridimensional. La proyección de la imagen se realiza desde arriba hacia abajo a través de un proyector, desde el piso rebota la imagen reflejándose en la pantalla de acrílico inclinada, obteniéndose la percepción de profundidad y 3D del objeto transmitido. (p. 413)

Como puede apreciarse, esta última técnica resulta mucho más práctica, económica y factible que la de la pirámide holográfica. Así, por ejemplo, Ríos et al. (2021) sugieren pintar la sala transmisora de color negro e instalar en ella todos los dispositivos necesarios para generar un video de calidad (luces, cámara, micrófonos y una pantalla). Luego, se realiza la video-llamada vía Zoom hacia el lugar de destino, el Aula Holográfica, donde se proyecta la información.

Reflexiones



*Figura 22. Estación La Carolina Metro en Quito, Ecuador.
Imagen de Gabriel Vaca, 2024.*

La adopción de la telepresencia holográfica en la educación representa una oportunidad para revolucionar la manera de enseñar y aprender. Sin embargo, esta revolución no estará exenta de desafíos y requerirá un compromiso constante con la innovación técnica, con la actualización permanente de los conocimientos y con la adopción de metodologías pedagógicas que superen la pasividad y el magiocentrismo.

El cambio pedagógico necesario para integrar la telepresencia holográfica implica repensar el modelo educativo tradicional y adoptar una pedagogía que potencie las ventajas de esta tecnología. Es necesario que los educadores no solo adopten la tecnología como un medio de difusión de contenidos, sino que también aprovechen su potencial para transformar las dinámicas de enseñanza y aprendizaje.

Sobre todo, los docentes deben fomentar la autonomía de los estudiantes. Nos parece pertinente por lo importante que esto resulta, en insistir que la autonomía no puede suponerse como algo que viene dado en los alumnos de manera natural, innata. No, la misma requiere ser fomentada, enseñada y cultivada, de tal manera de acompañar a los aprendices en el empoderamiento sobre su propio aprendizaje.

Como se dijo, la telepresencia holográfica permite una experiencia educativa sincrónica que simula una clase presencial en tiempo real. Pero, para implementarla se requiere preparación logística,

técnica y pedagógica. Desde la grabación y procesamiento de la información hasta su transmisión y proyección, cada fase demanda equipamiento avanzado y personal capacitado.

A pesar de que existen soluciones comerciales disponibles que simplifican esta implementación, el costo puede ser prohibitivo. Por ello, es obligado buscar alternativas viables y accesibles para el sector educativo, sobre todo en países como Ecuador y las otras naciones de Latinoamérica.

En este sentido, una técnica de generación de hologramas en ambientes académicos, que ha sido probada y puede llevarse a la práctica en cualquier institución educativa con una inversión modesta y con recursos de fácil adquisición, es la conocida como Fantasma de Pepper.

Luego de revisados las fuentes de información a las que se ha accedido para documentar el presente estudio, se considera que la telepresencia holográfica puede transformar significativamente la dinámica de la clase, haciendo que la experiencia educativa sea más inmersiva y atractiva.

Al presentar contenidos en formato holográfico tridimensional, se mejora la retención del conocimiento y se motiva a los estudiantes mediante la visualización realista de los materiales de estudio. Este enfoque no solo enriquece la didáctica, sino que también fomenta una mayor participación e interacción entre estudiantes y docentes.

Además, en las líneas previas se ha puesto de manifiesto cómo la telepresencia holográfica puede:

Aumentar el acceso a expertos globales: Permitiendo que estudiantes de cualquier lugar puedan aprender directamente de líderes en sus campos, sin las limitaciones del espacio y el tiempo.

Mejorar la retención del conocimiento: A través de experiencias de aprendizaje más inmersivas y visualmente estimulantes, que hacen que los conceptos sean más fáciles de captar.

Fomentar la interacción y la colaboración: Disminuyendo la distancia transaccional entre los actores del hecho educativo y superando las barreras de la educación a distancia tradicional y permitiendo una comunicación humanizada, más dinámica y efectiva.

No obstante, la implementación de la telepresencia holográfica también presenta varios desafíos:

Infraestructura y costos: La tecnología necesaria para crear experiencias holográficas de alta calidad puede ser costosa y requerir una infraestructura avanzada que no todas las instituciones educativas pueden permitirse.

Equidad en el acceso: Es crucial garantizar que todos los estudiantes, independientemente de su situación socioeconómica, tengan acceso a esta tecnología. De lo contrario, existe el riesgo de ampliar la brecha digital.

Capacitación docente: Los educadores deben recibir una formación adecuada para utilizar estas tecnologías de manera efectiva y para integrar nuevas metodologías pedagógicas que aprovechen al máximo las posibilidades de la telepresencia holográfica.



Epílogo

“De vez en cuando,
una nueva tecnología,
un antiguo problema y una
gran idea se convierten
en una innovación”.

Dean Kamen.

Creador del Segway y el iBOT.

Futuro de la Educación

El futuro de la educación está inextricablemente ligado a la evolución de la tecnología. La telepresencia holográfica es solo una de las muchas innovaciones que están transformando el paisaje educativo. Al integrar esta tecnología con un enfoque pedagógico sólido, podemos crear entornos de aprendizaje más inclusivos, interactivos y efectivos.

En conclusión, la telepresencia holográfica no es solo una herramienta tecnológica, sino un medio para alcanzar una educación más equitativa y de alta calidad. Es una invitación a repensar la pedagogía y a adoptar nuevas formas de interacción que pueden enriquecer significativamente la experiencia educativa.

La tecnología, en su esencia, es un facilitador. Su verdadero poder reside en cómo se utiliza para mejorar nuestras vidas y sociedades. En el ámbito educativo, la telepresencia holográfica ofrece una ventana hacia un futuro donde el aprendizaje es accesible, interactivo y humano, a pesar de las barreras físicas. A medida que avanzamos hacia este futuro, se debe procurar que estas herramientas se utilicen de manera inclusiva y equitativa, proporcionando a todos los estudiantes las oportunidades que merecen para alcanzar su máximo potencial.

En este trabajo se ha tratado de proporcionar una hoja de ruta para este reto. Desde la comprensión de la tecnología hasta su implementación práctica y su integración pedagógica, se aspira que las ideas aquí presentadas sirvan como una guía útil para educadores, administradores y responsables de políticas educativas, de tal manera de pensar como una posibilidad real la puesta en escena de una clase mediada por telepresencia holográfica en el aula de cualquier institución o nivel educativo del Ecuador.

Bibliografía

- Almenara, J C., & Puente, Á P. (2020, June 30). La Realidad Aumentada: Tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje, 66(2), 35-51. URL: <https://doi.org/10.33413/aulahcs.2020.66i2.138>
- Andreoli, S. (2021). Modelos híbridos en escenarios educativos en transición. Serie enseñanza sin presencialidad: orientaciones y reflexiones pedagógicas (Documento 13). Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Artetio, L G. (2018, January 2). Blended learning y la convergencia entre la educación presencial y a distancia. National University of Distance Education, 21(1), 9-9. URL: <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.19683>
- Abbatte, J. (2008). Internet: su evolución y sus desafíos. En Fronteras del conocimiento. Fundación BBVA, pp. 143-152. URL: <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/internet-su-evolucion-y-sus-desafios/>
- Aldape, L.; Ramírez, C. & Castaño, L. (2021). Humanizando la experiencia a distancia con Profesores Holograma en el Tecnológico de Monterrey. Universidad de Rosario, Colombia. URL: https://doi.org/10.48713/10336_32918
- Arevalillo-Herráez, M.; Montagud, M.; GarcíaPineda, M.; Cernigliaro, G.; Segura-García, J.; Fernández, S. (2022): «Realidad virtual social y comunicaciones holográficas en 3D: oportunidades y retos pendientes en el sector de la educación». En Castelló-Mayo, E.; Méndez-Fernández, R. (coords.), CloudClass: comunicación virtual para la innovación docente. Salamanca: Comunicación Social Ediciones y Publicaciones. URL: <https://doi.org/10.52495/c7.emcs.15.c45>
- Balestra, I. M. (2022). Una reflexión en torno a los avances de la inteligencia artificial y una mirada sobre sus implicancias éticas [en línea]. Vida y Ética. Vol. 23, N° 2, pp. 149-160. URL: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/16458>
- Ballesteros, E., González, J. & Jasso, J. (2016). Diseño de sistema holográfico para conferencias y presentaciones [Tesis de Grado]. Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. URL: <https://docplayer.es/57915933-Instituto-politecnico-nacional-diseno-de-sistema-holografico-para-conferencias-y-presentaciones-t-e-s-i-s.html>
- Bergmann, J. & Sams, A. (2014). Dale la vuelta a tu clase: lleva tu clase a cada estudiante, en cualquier momento y cualquier lugar (Vol. 7). Ediciones SM España. URL: https://aprenderapensar.net/wp-content/uploads/2014/05/156140_Dale-la-vuelta-a-tu-clase.pdf
- Bonwell, C. & Eison, J. (1991). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. ASHE-ERIC Higher Education Reports. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University. URL: <https://eric.ed.gov/?id=ED336049>
- Burbules, N., Fan, G. & Repp, P. (2020). Five trends of education and technology in a sustainable future. En Geography and Sustainability, 1(2), 93-97. URL: <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.05.001>
- Cabero, J. (2006). La calidad educativa en el e-learning: sus bases pedagógicas. Educación Médica, 9 (Supl. 2), 7-12. URL: https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1575-18132006000700003&script=sci_arttext&tlng=pt
- Castellanos, A. (2021). Ventajas y retos de la virtualidad en la educación. Revista Seres y Saberes, 9(1) pp. 70-74. URL: <https://revistas.ut.edu.co/index.php/SyS/article/download/2431/1863>

- Castellanos, W E. (2021, January 1). Evaluation of quality scalability techniques for video transmission. Cornell University. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2101.04790>
- Chavarría, C., Pérez, R. & Muñoz, M. (2023). Diseño instruccional en educación virtual: migración de cursos de un contexto de aprendizaje presencial a un contexto virtual. *InterSedes*, 24(50), 312–336. URL: <https://doi.org/10.15517/isucr.v24i50.54007>
- Chong, P. & Marcillo, C. (2020). Estrategias pedagógicas innovadoras en entornos virtuales de aprendizaje. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 56–77. URL: <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1274>
- Cordero, Y. & Jiménez, H. (2024a). Telepresencia holográfica en la educación. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). Manta, Ecuador. URL: https://libros.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2024/06/PUB2024-001-TELEPRESENCIA-HOLOGRAFICA.pdf?attachment_id=2698
- Cordero, Y. & Jiménez, H. (2024b). Inteligencia Artificial en la escuela: desafíos, oportunidades y amenazas. En Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (Ed.), *Aprendizaje, formación y calidad educativa* (pp. 6-30). Ediciones ULEAM, Manta, Ecuador. URL: <https://www.uteg.edu.ec/wp-content/uploads/2024/05/PUB2024-002-Aprendizaje-formacion-educativa-VF.pdf>
- Cukierman, U., & Vidal, E V. (2020, July 15). Aprendizajes reales en ambientes virtuales. El rol de la tecnología en la era de la Inteligencia Artificial y el Big Data. 17(34), 59-67. URL: <https://doi.org/10.29197/cpu.v17i34.396>
- Curay, P. (2022). El aprendizaje colaborativo: una respuesta para la enseñanza con herramientas virtuales. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 26(3), 269–283. URL: <https://doi.org/10.46498/reduipb.v26i3.1805>
- Espinosa, J. (2022). Metodologías de la enseñanza-aprendizaje en la educación virtual. *Cátedra*, 5(1), 19–31. URL: <https://doi.org/10.29166/catedra.v5i1.3435>
- Delors, J. (1996.). Los cuatro pilares de la educación. En *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI*, Madrid, España: Santillana/UNESCO. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining « gamification ». In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15). URL: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2181037.2181040>
- Díaz, A O. (2020, December 20). La fotografía escalar: Aprendiendo las vocales de la imagen para llegar a los libros visuales. URL: <https://doi.org/10.33132/26654644.1806>
- Dieser, M. (2019). Estrategias de autorregulación del aprendizaje y rendimiento académico en escenarios educativos mediados por tecnologías de la información y la comunicación. Revisión y análisis de experiencias en la Educación Superior Iberoamericana [Trabajo de Especialización]. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina. URL: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/85104>
- Dong, H., & Boll, S. (2022, October 1). The Metaverse From a Multimedia Communications Perspective. *IEEE Computer Society*, 29(4), 123-127. URL: <https://doi.org/10.1109/mmul.2022.3217627>
- Favalora, G. E. (2005). Volumetric 3D displays and application infrastructure. *ACM SIGGRAPH 2005 Courses*, 150-168. URL: <https://doi.org/10.1145/1198555.1198795>

- Fernández, S., Montagud, M., Cernigliaro, G., Martos, M. & Rincon, D. (2021). Holo-conferencias 3D multi-usuario: hacia una nueva generación de reuniones virtuales. JITEL 2021: XV Jornadas de Ingeniería Telemática: A Coruña, España: Octubre 27-29, 2021: libro de actas pp. 134-138. URL: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/365181>
- Figueiredo, M., Cardoso, P J S., Gonçalves, C D F., & Rodrigues, J M F. (2014, July 1). Augmented Reality and Holograms for the Visualization of Mechanical Engineering Parts. URL: <https://doi.org/10.1109/iv.2014.17>
- García, M. & Buitrago, Y. (2017). Modelo pedagógico de pensamiento complejo en diseño gráfico. Revista Logos, Ciencia & Tecnología, 8(2), pp. 117-131. Policía Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/5177/517754056011.pdf>
- García, D. (2020). Revisión de técnicas de generación y visualización de imágenes 3D [Disertación Doctoral]. Universidad de Zaragoza, España. URL: <https://zaguan.unizar.es/record/97672>
- Guajardo, N. (2021). Modelo híbrido de educación: ¿respuesta al postconfinamiento? E-Consulta, el 06 de mayo de 2021. URL: <https://web.mediasolutions.mx/Notas/?id=202105070650230908>
- Guerrero, J., López, M. & Galarza, W. (2023). Los proyectos de aula como estrategia didáctica en el proceso educativo en la educación superior. MQRInvestigar, 7(3),2529-2544. URL: <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/578/2317>
- Herglotz, C., Coulombe, S., Vakili, A., & Kaup, A. (2019, June 1). Power Modeling for Virtual Reality Video Playback Applications. URL: <https://doi.org/10.1109/isce.2019.8901018>
- Kassandrinou, A., Angelaki, C., & Mavroidis, I. (2014). Transactional distance among open university students: how does it affect the learning process? European Journal of Open, Distance and e Learning, 17(1), 26-42. URL: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1018046.pdf>
- Kelion, L. (7 de noviembre de 2018). La prestigiosa universidad que cambiará a profesores de carne y hueso por «hologramas». BBC News Mundo. URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46103146>, consultado el 21 de mayo de 2024.
- Huang, Y., Wang, T., & Lin, S. (2021). Intel RealSense for 3D telepresence systems. Computer Vision and Image Understanding, 203, 103-115.
- Loyola, C. (2023). De la teoría constructivista al aprendizaje adaptativo; una evolución pedagógica en el siglo XXI. Revista Avante, 3(especial). URL: <https://revista-avante.com/index.php/inicio/article/view/80>
- MINEDUC [Ministerio de Educación del Ecuador] (2022). Modelo Educativo Nacional. Hacia transformación educativa. URL: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/08/Modelo-Educativo-Nacional-2022.pdf>
- MINEDUC (2023). Los recursos educativos en entornos escolares como aporte en el desarrollo socioemocional de estudiantes. URL: https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/recursos_educativos.pdf
- Mittal, H., Pandey, A C., Saraswat, M., Kumar, S., Pal, R., & Modwel, G. (2021, February 9). A comprehensive survey of image segmentation: clustering methods, performance parameters, and benchmark datasets. Springer Science+Business Media, 81(24), 35001-35026. URL: <https://doi.org/10.1007/s11042-021-10594-9>

- Moore, M. G. (1993). Theory of transactional distance. En D. Keegan (Ed.), *Theoretical principles of distance education* (pp. 22–38). New York: Routledge.
- Moore, M. G., & Kearsley, G. (2012). *Distance Education: A Systems View of Online Learning*. Wadsworth Cengage Learning
- Munévar, P., Lasso, E. & Rivera, J. (2015). Articulación entre modelos, enfoques y sistemas en educación en la virtualidad. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* (46), 21-38. URL: <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/695>
- Navas-López., & Adam, E J. (2022, January 1). Low Cost Portable Touch Screen Technology Applied to University Teaching. Cornell University. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2207.08967>
- Orellana, M. & Angulo, G. (2022). La telepresencia en un programa doctoral en red: Perspectivas de estudiantes, docentes y administrativos. En Aveleyra, Ema Elena, & Proyetti Martino, Melisa Alejandra (Ed.), *Escenarios y recursos para la enseñanza con tecnología: desafíos y retos* (p. 1082-1093). Barcelona, España: Octaedro. URL: <https://doi.org/10.36006/16361>
- Osuna, M. C., Onrubia, M. & Martín, C. (2021). Una linterna mágica en el Museo. En *Naturalmente* # 32, pp. 51-57. Museo Nacional de Ciencias Naturales de España. URL: https://digital.csic.es/bitstream/10261/257944/1/15_linterna-magica.pdf
- Paredes-Páiz, D F., Royo, G., Aznar, F., Aldea, C., & Celma, S. (2020, October 27). Radio over Fiber: An Alternative Broadband Network Technology for IoT. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 9(11), 1785-1785. URL: <https://doi.org/10.3390/electronics9111785>
- Parlamento Europeo (26 de marzo de 2021). ¿Qué es la Inteligencia Artificial y cómo se usa? [Página Web]. Consultada el 22 de junio de 2023, URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20200827STO85804/que-es-la-inteligencia-artificial-y-como-se-usa>
- Prado, M., Delgado, J. & Guaicha, K. (2022). Aplicación de tecnología educativa mediante imágenes tridimensionales: mejorar el aprendizaje en el aula de clases. En *Identidad Bolivariana*, 6(2), 56-75. URL: <https://doi.org/10.37611/IB6ol256-75>
- Prensky, M. & González, V. (2018). Entrevista a Marc Prensky. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (5), 12-21. URL: <https://doi.org/10.6018/riite/2018>
- Puello, C. (2023). Incidencia de los estilos de aprendizaje en las estrategias de enseñanza en la Institución Educativa Enrique Olaya Herrera. *Revista Saperes Universitas*, 6(1), pp. 60-74. URL: <https://publishing.fgu-edu.com/ojs/index.php/RSU/article/view/338/564>
- Rego, M. (2023). Adminículos y juguetes visuales: imagen-materia-dibujo. En *Brazilian Journal of Development*, 9(1), 2781-2802. URL: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/56274>
- Reich, C., Debnath, B., Patel, D., Prangemeier, T., & Chakradhar, S. (2023, January 1). Deep Video Codec Control. Cornell University. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308>.
- Reyero, M. (2019). La educación constructivista en la era digital. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (12), 111–127. URL: <https://doi.org/10.51302/tce.2019.244>
- Ribeiro, A. V., Godoy, G. C., Neto, L. B. and de Souza- Filho, M. P. (2018). Holografía y realidad virtual en la enseñanza de nanotecnología: nuevos horizontes dirigido a educación secundaria. *Momento*, (56E), 34–45. URL: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/71645>

- Ríos, L., Guamán, J. & Loaiza, A. (2022). Telepresencia a través de hologramas como medio de enseñanza en las IES: experiencia de la UTPL. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*; Lousada N. E54, pp. 405 - 418. URL: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/telepresencia-través-de-hologramas-como-medio/docview/2812106357/se-2>
- Rivenson, Y., Zhang, Y., Günaydin, H., Teng, D., & Ozcan, A. (2018). Phase recovery and holographic image reconstruction using deep learning in neural networks. *Light: Science & Applications*, 7(17141), 1-11. URL: <https://doi.org/10.1038/lsa.2017.141>
- Roa, M., González, D., Sastoque, J. & Triana, L. Alcance de las pantallas holográficas interactivas en la educación. En Chirinos, Y., Ramírez, A., Godínez, R. Barbera, N. y Rojas, D. (2021). (Eds.), *Tendencias en la Investigación Universitaria. Una visión desde Latinoamérica*. Vol. XVI. Fondo Editorial Servando Garcés. URL: <https://alinin.org/wp-content/uploads/2022/06/Libro-Tendencias-def.pdf#page=40>
- Rojas, P. (2017). El dispositivo del fantasma de Pepper: la intermedialidad y el efecto de presencia. *ESCENA. Revista De Las Artes*, 76(2), 28-44. URL: <https://doi.org/10.15517/es.v76i2.28019>
- Rodríguez, M. & Parreño, J. (2023). Aprendizaje activo en el aula universitaria actual: una experiencia de aprender haciendo. *Didáctica Geográfica* 24, pp. 39-61. URL: <http://hdl.handle.net/10553/120895>
- Ruiz-Corbella, Marta. (2023). Repensar la educación a distancia en la era digital. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 49(1), 237-253. URL: <https://dx.doi.org/10.4067/s0718-07052023000100237>
- Salgado, E. (2015). Evaluación de la docencia en carreras universitarias impartidas en modalidad virtual. Simposio Gestión y Sostenibilidad de una Cultura Institucional Orientada a la Excelencia en la Educación Superior. Centro de Evaluación Académica (CEA), Universidad de Costa Rica (UCR), San José, Costa Rica. URL: <https://www.aacademica.org/edgar.salgado.garcia/4>
- Sánchez, A. (2021). Aprendiendo desde la virtualidad. Competencias en contextos educativos virtuales. *Educación en Contexto*, 7(13), 9-32. URL: <https://educacionencontexto.net/journal/index.php/una/article/view/145>
- Sánchez, T., Serrano, J. & Rojo, F. (2020). Influencia de la robótica educativa en la motivación y el trabajo cooperativo en Educación Primaria: un estudio de caso. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(2), 141-152. URL: <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2020.v6i2.6779>
- Sandobal, V.; Marín, M. & Barrios, T. (2021). El aula invertida como estrategia didáctica para la generación de competencias: una revisión sistemática RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), pp. 284-301. Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia, España. Recuperado de <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.29027>
- Serra, R.; Vega, G.; Ferrat, A.; Lunazzi, J. & Magalhães, D. (2009). El holograma y su utilización como un medio de enseñanza de la física en ingeniería. *Revista brasileira de ensino de física*, Vol. 31, Nº 1. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000100007>
- Sung, H., Lee, J., & Kwon, S. (2020). Real-time depth sensing with Azure Kinect for educational applications. *Sensors*, 20(14), 3910-3921
- Tecnológico de Monterrey [TEC]. Instituto para el Futuro de la Educación (2020). *Glosario de Innovación Educativa 2020*. Serie: El Futuro de la Educación. México. Recuperado de <https://observatorio.tec.mx/edu-news/glosario-de-innovacion-educativa>

- Vargas, R., Placencia, M., de la Cruz, J., Placencia, S. & Vargas, K. (2023). El aprendizaje basado en problemas, como estrategia educativa en los estudiantes de medicina. 1984-2020. Revista Minerva, 4(6), 110-130. URL: <https://revistas.ug.edu.ec/index.php/minerva/article/view/2230>
- Varona, S. & Engel, A. (2024). Prácticas de personalización del aprendizaje mediadas por las tecnologías digitales: una revisión sistemática. Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa, (87), 236-250. Recuperado de <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.87.3019>
- Villalpando, J. & Aceves, M. (2022). Utilización de GeoGebra y la estereoscopia como auxiliares en la enseñanza de contenidos ligados a la Geometría Euclidiana. En NÚMEROS, 112. Recuperado de <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/242203/Documento%206.pdf?sequence=1>
- Virtual On (sf). Pantallas Holográficas 3D [Web]. URL: <https://virtualongroup.com/es/pantalla-holografica-3d/>
- Weibel, M., Nielsen, M.K.F., Topperzer, M.K., Hammer, N.M., Møller, S.W., Schmiegelow, K., & Larsen, H.B. (2020). Back to school with telepresence robot technology: A qualitative pilot study about how telepresence robots help school-aged children and adolescents with cancer to remain socially and academically connected with their school classes during treatment. Nursing Open, 7(4), 988-997. URL: <https://doi.org/10.1002/nop2.471>
- Wilson, B. (9 de noviembre de 2015). John Blankerbaker, el hombre que creó la primera computadora personal de la historia. BBC News Mundo. Recuperado el 21 de mayo de 2023, URL: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/11/151109_tecnologia_john_blankerbaker_hombre_creo_primera_computadora_personal_lv
- Zhang, Y., Zhu, L., Jiang, G., Kwong, S., & Kuo, C J. (2021, January 1). A Survey on Perceptually Optimized Video Coding. Cornell University. URL: <https://doi.org/10.48550/arxiv.2112.12284>

Autores

Yoskira Naylett Cordero de Jiménez

Doctora en Educación, Master en Administración de Empresas, mención marketing y Economista de la Universidad de Carabobo - UC, Venezuela. Especialista en Productos y Servicios Bancarios, España. Docente universitaria desde 2003 (UC, UPEC, UTEG, MBTU), Directora de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi; Docente, Business Technological University, Miami; Directora del Doctorado en Educación de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Ecuador. Investigadora en campos de conocimiento, como: Economía, tecnología, competencias digitales.

Nayade Vanessa Domenech Polo

Doctora en Ciencias de la Educación (2015) Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín (URBE), Licenciada en Física de La Universidad del Zulia (LUZ) (2008), Magister en Física (2010) de Venezuela. Docente de 15 años de experiencia. Coordinadora en Posgrado de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil. En investigación área de ciencias de la educación, ingeniería y física, autora y coautora de proyectos de investigación institucionales y artículos científicos. En ciencias de la educación, telecomunicaciones, electrónica, teoría electromagnética y semiconductores y matemática aplicada.

Pérez, Richard

Ingeniero Geofísico (2007) Universidad Simón Bolívar, Magíster Scientiarum en Geofísica, Universidad Central en 2015. Actualmente, Maestrante en Enseñanza y Aprendizaje de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional Experimental del Táchira y Candidato PhD en Ciencias mención Física en la Universidad Central de Venezuela. Es Docente Universitario de la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay, contribuye a la formación de profesionales en ciencias, ingeniería y educación.

Gabriel Vaca Suárez

Master en Derecho, Economía, Gestión, mención Dirección y Administración de Empresas de la Université de Bordeaux, Magister en Marketing, Ingeniero en Turismo. Experiencia en liderazgo de proyectos, comunicación, docencia y producción audiovisual. Desarrollo empresarial y académico para posicionamiento institucional. Docente de la Universidad Tecnológica Empresarial del Guayaquil UTEG y Miami Business Technological University, MBTU. Interesado en la innovación educativa y desarrollo de estrategias de comunicación.

Héctor José Jiménez Camargo

Economista, graduado en 1996 en la Universidad de Carabobo, Venezuela. Especialista en Microfinanzas, desempeño ando cargos gerenciales en importantes instituciones bancarias especializadas en dicha área. Estudios cursando maestría en Educación con Concentración en Tecnología Digital por la Miami Business Technological University, MBTU. Articulista en la website Monedas de Venezuela, entre sus publicaciones coautor del libro ¿Cómo hacer un trabajo de investigación? Camino seguro a la titulación.

Cynthia Shakira Enríquez Fierro

Doctora (PhD) en Comunicación en formación, Magíster en Dirección de Comunicación Empresarial Institucional y Mercadológica, Especialista en Comunicación Digital e Ingeniera en Mercadotecnia. Actualmente es docente investigadora en la Facultad de Estudios Sociales y Comunicación de la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), enfocada en comunicación digital, reputación y medios en contextos tecnológicos. Ha publicado trabajos como Periodismo y Divulgación Científica (2024), Engagement en comunicación organizacional (2023) y La hipercomunicación y las fake news (2025).

Robert Napoleón Granda García

Ingeniero en Sistemas Informáticos, Licenciado en Administración Aeronáutica, Máster en Ciberseguridad y en Ciencia de Datos y Machine Learning con mención en Inteligencia Artificial. Con más de veinte años de experiencia, ha sido Director y Gerente de Sistemas, Comunicaciones y Tecnologías, además de Coordinador de proyectos en salud y defensa. Docente universitario en informática aplicada, gestión gerencial y talento humano, ha liderado proyectos de infraestructura tecnológica, ciberdefensa y educación virtual. Sus investigaciones se centran en ciberseguridad, IA y gestión de TIC.



ISBN: 978-9942-682-11-6



9 789942 682116