

Telepresencia holográfica

en la educación

Yoskira Naylett Cordero de Jiménez
Héctor José Jiménez Camargo



Ediciones
Uleam

Telepresencia holográfica en la educación

Yoskira Naylett Cordero de Jiménez
Héctor José Jiménez Camargo





Texto arbitrado bajo la modalidad doble par ciego

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
Ciudadela universitaria vía circunvalación (Manta)
www.uleam.edu.ec

Dr. Marcos Zambrano Zambrano, PhD.

Rector

Dr. Pedro Quijje Anchundia, PhD.

Vicerrector Académico

Dra. Jackeline Terranova Ruiz, PhD.

Vicerrectora de Investigación, Vinculación y Postgrado

Lcdo. Klever Delgado Reyes, Mg.

Director del Departamento de Investigación, Publicaciones y Servicios Bibliográficos

TELEPRESENCIA HOLOGRÁFICA EN LA EDUCACIÓN

Yoskira Naylett Cordero de Jiménez

Héctor José Jiménez Camargo

Edición: Primera. Abril de 2024. Publicación digital

ISBN: 978-9942-827-97-5

Trabajo de edición y revisión de texto: Mg. Alexis Cuzme Espinales

Diagramación, edición de estilo y diseño de portada: Mg. José Márquez Rodríguez

Una producción de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, registrada en la Cámara Ecuatoriana del Libro.

Sitio Web: uleam.edu.ec

Correo institucional: diist@uleam.edu.ec

Teléfonos: 2 623 026 Ext. 255

Índice

Presentación	9
Prefacio: La historia que inspiró todo.	10
Introducción	11
CAPÍTULO I	13
¿Qué es la telepresencia holográfica?	
CAPÍTULO II.	18
¿Cómo se ha llegado hasta aquí?	
CAPÍTULO III	48
Telepresencia Holográfica en la Educación	
CAPÍTULO IV	58
¿Qué hace posible la telepresencia holográfica en la educación de nuestros días?	
CAPÍTULO V	67
Aplicaciones de la telepresencia holográfica en la educación. El caso del TEC de Monterrey	
CAPÍTULO VI.	72
Otras experiencias de telepresencia holográfica dentro y fuera del campo de la educación	
CAPÍTULO VII	80
¿Es posible participar en una clase con telepresencia holográfica fuera de la institución educativa?	
Epílogo	82
Bibliografía.	83
Los autores	90

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.

Presentación

El presente libro es una propuesta de escenario académico alternativo a los escenarios tradicionales de modalidad presencial. Es una idea que se ha presentado inicialmente en el VIII Congreso Internacional de Investigación REDU - Ecuador, con la ponencia titulada: Telepresencia holográfica: propuesta de uso de dispositivos de realidad virtual para el desarrollo de clases presencial y sincrónico, con las interrogantes ¿Los estudiantes pueden mejorar el proceso de aprendizaje con escenarios de realidad virtual? ¿Es factible un escenario académico en el que se integran las modalidades: telepresencial – sincrónica – virtual? (Cordero, 2022).

Los miembros del Grupo de Investigación, Desarrollo e Innovación: Educación Disruptiva de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil consideramos es crucial el desarrollo escenarios innovadores que aborden desafíos de integrar las tecnologías emergentes en la enseñanza y aprendizaje para contribuir a la filosofía de inclusión y en este sentido a la calidad de la educación.

El enfoque es garantizar acceso a clases a los estudiantes para que puedan interactuar con sus docentes y compañeros de estudio. Dado que existen estudiantes que, por alguna razón, no pueden estar en clases presenciales. Entre las razones por las que no asiste un estudiante en modalidad presencial a clases, podrían estar: confinamiento voluntario, aislamiento supranacional, enfermedad, discapacidad, viajes, entre otras.

Se requiere crear entornos de aprendizaje que promuevan la colaboración, la creatividad y hasta conciencia ambiental. Por ahora, el modelo híbrido de educación es una mixtura entre modelos presenciales y virtuales, y se encuentra en construcción teórica en el ecosistema de investigadores de las Ciencias de la Educación.

Dada la convicción de los investigadores en la integración de la tecnología en el proceso académico, se ha desarrollado el discurso en el presente libro con el apoyo editorial de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, ambas universidades miembros del Convenio Red Internacional de Instituciones de Educación Superior RIIES.



Prefacio: La historia que inspiró todo

Sofía es una joven estudiante de bachillerato, y hoy se encuentra particularmente emocionada mientras se prepara para sus clases en el colegio. A diferencia de otros días no asistirá al aula de manera presencial, pero ahí estará, por nada se lo perdería.

Sofía y sus padres se encuentran de viaje lejos de casa, estarán ausentes del país por motivos laborales al menos dos meses. Antes de aceptar la propuesta de trabajo temporal en el extranjero, el matrimonio evaluó diferentes opciones para que su hija no se viera afectada en sus estudios.

Luego de sostener muchas conversaciones en casa, y con profesores y directivos del colegio, todos coincidieron en que, en virtud de las innovaciones tecnológicas y de telecomunicaciones actuales, existe una alternativa para no perder la oportunidad de trabajo y que Sofía pueda seguir sus clases junto a sus compañeros como si estuviera presente. Parece algo de películas, pero cada vez se está más cerca de que la ficción, otra vez, se haga parte de nuestra vida cotidiana. En el caso particular que se relata, gracias a la telepresencia holográfica.

Llegado el momento, ya preparada, Sofía se ajusta su casco de realidad virtual con gafas, micrófono y auriculares acoplados y se conecta a la plataforma de telepresencia. De repente, se encuentra en un entorno virtual futurista, su imagen tridimensional se proyecta en un lugar acondicionado para ello en el salón de clases, rodeada de sus compañeros, quienes la saludan atónitos. Todo parece tan real que se siente como si estuviera realmente allí.

El profesor comienza a explicar la lección. Sofía se sorprende al ver cómo la información cobra vida ante sus ojos. Se siente inmersa en la experiencia, incluso mueve la cabeza para ver diferentes ángulos de la proyección de su salón de clases, tan conocido. Siente como si pudiera tocar los objetos virtuales que aparecen frente a ella.

La sesión transcurrió sin problemas. Sofía estaba emocionada por ser parte de un suceso único, además de agradecida por asistir a sus clases a pesar de estar en otro país. Aunque extraña la interacción física con sus amigas, sabe que pronto volverá a disfrutar de su compañía. Está impaciente para contarles todo lo que le ha pasado en su viaje y, obvio, ponerse al día con las últimas “noticias del cole”.

Al finalizar la clase, luego de despedirse del profesor y de sus compañeros, Sofía se desconectó de la plataforma de telepresencia y colocó el casco de realidad virtual a un lado. Aunque estaba de vuelta en su habitación, todavía se sentía un poco en el futuro. Imaginaba, entre fascinada y temerosa, cómo sería la educación en los próximos años, la de sus propios hijos.



Introducción

La tecnología está transformando la sociedad de manera cada vez más acelerada. La información, el conocimiento y las innovaciones se dan a una velocidad asombrosa y la comunicación se ha vuelto instantánea y global. Como se sabe, si el mundo cambia, la educación debe cambiar también. No se puede decir que no lo está haciendo, sólo que las velocidades son un poco diferentes, se espera que, en esta historia, también gane la tortuga.

Entre las muchas novedades que han traído los avances en las tecnologías y las comunicaciones, la telepresencia holográfica emerge como una llamada a transformar la forma como se comunican unos con otros. Tanto en la esfera laboral, como en la personal y la educativa.

En este libro, se explora el impacto que podría tener la telepresencia holográfica en la educación, ya que es una tecnología que está experimentando progresos significativos en los años recientes.

Sin embargo, el lector no debe esperar un manual técnico destinado a especialistas de la computación y las telecomunicaciones. Más bien, el presente trabajo es una revisión documental de los cambios que se han venido sucediendo en diferentes campos del saber y del hacer, y que anuncian el posible empleo de la telepresencia holográfica como recurso educativo en el futuro cercano.

Así, en el capítulo I, se deja claro de lo que se hablará durante todo el trayecto. El mismo, se titula ¿Qué es la telepresencia holográfica?, y busca precisar un término que, por poco común, pudiera dar pie a alguna confusión. En el capítulo II, se hace un recorrido tipo *Time Line* de los esfuerzos realizados para incorporar en el quehacer educativo diferentes productos de la creatividad humana, destacando los hitos clave que han acercado a la telepresencia holográfica.

El tercer capítulo se adentra en el tema del libro: la telepresencia holográfica en el ámbito educativo. Aquí, se explica cómo esta tecnología puede ser aplicada en aulas y entornos de aprendizaje y cómo puede transformar la dinámica de las clases, permitiendo a los estudiantes conectarse con expertos de cualquier lugar del mundo y sumergirse en experiencias de aprendizaje inmersivas.

Seguidamente, el capítulo IV habla de: ¿Qué hace posible la telepresencia holográfica en la educación de nuestros días? y es un intento de describir cómo funciona la presencia remota en la educación, repasando las tecnologías subyacentes que la hacen posible. Por lo que se exploran los avances en hardware y software que permiten la creación y transmisión de hologramas en tiempo real. Además, se hace referencia a



los desafíos técnicos que aún deben superarse para que esta tecnología se convierta en una herramienta educativa más ampliamente accesible para muchas más personas.

En el capítulo V: Aplicaciones de la telepresencia holográfica en la educación. El caso del TEC de Monterrey, se da cuenta de un caso concreto para comprender cómo una institución educativa ha adoptado la telepresencia holográfica para enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje. Mientras que, en el capítulo VI se menciona otros ejemplos de cómo esta tecnología se está utilizando en diferentes áreas, como la telefonía, la política, la medicina, la industria y el entretenimiento.

Finalmente, el capítulo VII, busca dar respuesta a la interrogante que sobrevuela sobre cada una de las páginas de esta obra ¿Es posible participar en una clase con telepresencia holográfica fuera de la institución educativa? Aquí, se analiza cómo esta tecnología puede abrir nuevas oportunidades para una educación verdaderamente virtual, con altos grados de realismo, inmersividad e interactividad, sin importar el lugar donde se encuentren.

Así que, *Telepresencia Holográfica en la Educación* es un viaje a través de una tecnología revolucionaria que podría transformar la forma en que se aprende y enseña. A lo largo de esta exposición, se explorará sus posibilidades y desafíos. Gustaría, a los autores, inspirar al lector a imaginar un futuro educativo diferente, gracias a las grandes ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías.



CAPÍTULO I

¿Qué es la telepresencia holográfica?

Se va a analizar antes de definir. Como se sabe, analizar consiste en descomponer algo, en este caso un concepto, con el fin de obtener una comprensión profunda de sus elementos y relaciones, en definitiva: de su significado.

Ahora, se invita a que se haga el ejercicio de analizar la frase “telepresencia holográfica”, dividiéndola en sus dos partes:

Telepresencia. En este caso, no se puede emplear uno de los recursos favoritos de los investigadores cuando quieren una definición sencilla, precisa y autorizada de algún término: la consulta en línea del Diccionario de la Lengua Española (<https://dle.rae.es/>). Al hacer la búsqueda, la página indica: “La palabra no está en el Diccionario”. Bueno, “por ahora”, deberían agregar, porque de seguro será incluida en alguna de sus próximas actualizaciones.

Y conste que no se está indagando por algo reciente. En 1980, el profesor del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) y pionero de la Inteligencia Artificial (IA), Marvin Lee Minsky, definió la telepresencia como la sensación de estar físicamente en un lugar lejano.

Por ello, la calificó, con esa sencillez que caracteriza a los genios, así: “presencia remota”. En el mismo artículo donde Minsky daba significado al vocablo, aprovechó para hacer la siguiente reflexión: El mayor desafío para desarrollar la telepresencia es lograr esa sensación de “estar ahí”, y se preguntaba: ¿Puede la telepresencia ser un verdadero sustituto de lo real? (Minsky, 1980).

Desde entonces, el término se ha utilizado para describir una amplia variedad de tecnologías que permiten la comunicación a distancia, incluyendo videoconferencias y videollamadas. Sin embargo, cuando Minsky profetizaba acerca de la tecnología telepresencial imaginaba la posibilidad de hacer cosas en un lugar, tener la facultad de mover y manipular herramientas. Es decir, su concepto remite a algo más físico.



Figura 1

Una modalidad de telepresencia poco inmersiva



Sesión de telepresencia entre residentes de Nueva Jersey (USA) y Ghana (África). Nótese que, sobre el monitor, hay una cámara frontal que permite a los que están del otro lado, puedan ver al auditorio. Fuente: Kwamedarryl (2012), <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23675386>

Pero, de momento, parece que se debe conformar con estar presentes de manera remota sólo de la primera forma, para comunicarse, lo cual se ha logrado de manera aceptable. Y es que, para modificar el contexto físico al que se teletransporta, a la manera minskiana, aún faltan desarrollos tecnológicos. Por ejemplo, se espera por el perfeccionamiento de la tecnología háptica, que permitirá interactuar con objetos virtuales y percibir sensaciones como la temperatura, el peso o la textura a través de algunos dispositivos: guantes, exoesqueletos o robots, etc.



Figura 2

Robot de telepresencia



Probando el BotEyes, un robot de telepresencia que facilita que alguien pueda “estar y moverse” en un lugar remoto. La pantalla tiene una cámara frontal que permite observar el lugar donde se encuentra y con un control remoto se controlan los movimientos del robot.
Fuente: BotEyes.com (2020), <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=136223246>

No, no es *Sci-Fi*. La incipiente tecnología háptica tiene ya algunas aplicaciones prácticas en la teleoperación de robots, la terapia física de pacientes con discapacidades o el entrenamiento de habilidades motoras. Así, en la Universidad Simon Fraser, Canadá, trabajan en el desarrollo de un guante (el *Flex-N-Feel*) que pueda transmitir el tacto. Si se pone el guante y mueve los dedos de la mano, una señal viaja por wifi a los sensores en otro guante, que vibra para recrear el movimiento. Así se puede acariciar o tomar la mano de alguien, aunque esté en el otro lado del mundo¹. De esto, a luego percibir olores y sabores, quién sabe cuánto tiempo haré que esperar.

Holográfica. Ahora se hablará del segundo componente de la definición que se está deconstruyendo. Se tiene que holográfica u holográfico se refiere a lo que se relaciona con la holografía. Y esta, es la obtención de una fotografía tridimensional (el holograma) formada cuando un rayo de luz incide en un objeto para proyectar su imagen. La palabra holografía está formada por dos vocablos de origen griego: *holos*, que significa todo, y *graphein*, que significa trazo, escritura, boceto.

Si sorprendió que la palabra “telepresencia” tenga tantos años de haberse pronunciado por primera vez, lo mismo pasa con “holografía”. Ya desde 1947 se está hablando de

¹ Ver en: BBC News Mundo, *La alucinante tecnología que nos permitirá tocar lo que no existe.* <https://www.bbc.com/mundo/noticias-42200480>



ella, gracias a los estudios que le valieron al científico húngaro Dennis Gabor el premio Nobel de Física en 1971. La idea que quería transmitir Gabor con el término, según los étimos que lo forman, es que la imagen holográfica se presenta, a quien la ve, en todos sus lados, con toda la información, “completa”².

Por el anterior motivo, una representación holográfica tiene muchas ventajas sobre las tradicionales fotografías o videos bidimensionales. Cuando se ve un holograma pareciera que se está frente a un objeto realmente existente, ya que se percibe sus diferentes ángulos. Además, la imagen refleja zonas de luz y de sombra y reproduce la textura del objeto, lo que aumenta la sensación de realidad, incluso si el objeto no existe. Y, por supuesto, puede haber hologramas de personas; y estos pueden ser estáticos, generados a partir de una foto, o dinámicos, si su origen es un video.

Figura 3

Holograma 3D de un elefante



Imagen holográfica de un elefante.

Fuente: Abughalia011 (2020), <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=91301415>

Hoy en día, la imagen de una persona real puede ser digitalizada en 3D, mediante un proceso complicado y costoso conocido como captura volumétrica, en el cual “... decenas de cámaras rodean al sujeto y graban un video de 360 grados, capturando

² Ver en: BBVA, *Historia de la Holografía*. <https://www.bbva.com/es/historia-de-la-holografia/>



sus dimensiones y volumen. Luego, los diferentes puntos de vista se fusionan para crear una imagen 3D digitalizada”³.

Es como se logran los efectos holográficos en las películas. ¿Se recuerda la ya clásica escena de la princesa Leia pidiendo auxilio en la primera entrega de la saga *La guerra de las galaxias* estrenada en 1977? Ese momento es, sin duda, uno de los más memorables en la historia del cine.

¿Quién hubiera dicho que se estaría escribiendo sobre ella casi 50 años después? En otros episodios de la franquicia *Star Wars*, así como en muchas otras películas, se han repetido imágenes de personajes y objetos como hologramas. Sin embargo, el angustiante SOS de la soberana del planeta Alderaan, ha superado el paso del tiempo y el olvido.

Ahora bien, la *startup* irlandesa Volograms (<https://www.volograms.com/>) ha creado una aplicación gratuita para celulares con la cual se podrá convertir un video capturado con el móvil en un video 3D. Aunque la cámara del teléfono solo captura imágenes desde un ángulo, la aplicación usa IA para estimar la forma y textura 3D de una persona en áreas que la cámara no ve. Utiliza algoritmos entrenados con miles de modelos humanos capturados en estudios profesionales. Luego, convierte el vídeo tradicional en un holograma, o lo que la compañía denomina *volograma*⁴.

Es probable que, al final, Volograms no tenga el éxito esperado. Pero, lo que evidencia el relato anterior es que existen, a nivel global, algunas empresas y universidades invirtiendo tiempo, dinero e ingenio en una misma dirección, que es la de perfeccionar los dispositivos para hacer posible la presencia remota.

Y, entonces, ¿en qué consiste la Telepresencia Holográfica?

Así, juntos los dos términos, es una tecnología que permite comunicarse con otras personas o entidades en tiempo real mediante la proyección de una imagen tridimensional de alta definición, ofreciendo una experiencia inmersiva, interactiva y realista que puede simular la sensación de copresencia⁵ física de los participantes, aunque en realidad se encuentren en lugares muy, muy lejanos entre sí... ¿Cómo en distintas galaxias? Ya se verá.

³ Ver en: Lewis, N. (20 de octubre de 2021). *Esta aplicación te permite tomar videos en 3D y hacer hologramas desde tu iPhone*. <https://cnnespanol.cnn.com/2021/10/20/aplicacion-videos-3d-hologramas-iphone-trax/>

⁴ *Ibidem*

⁵ Sensación compartida entre los participantes de una experiencia de telecomunicación de estar en el mismo espacio tridimensional, aunque se encuentren separados unos de otros por miles de kilómetros.



CAPÍTULO II

¿Cómo se ha llegado hasta aquí?

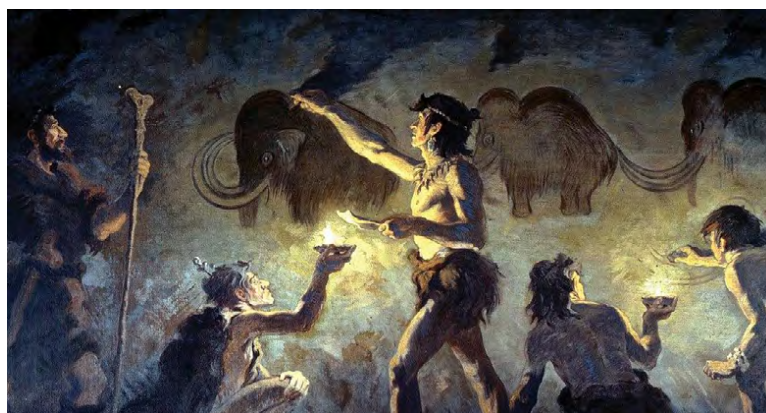
Se ha dicho que: *En el principio era el verbo*. Y así era, efectivamente. La comunicación mediante la palabra hablada, cara a cara con tu interlocutor, fue por muchos siglos la única manera de transmitir información, de dialogar y, por supuesto, de enseñar y aprender. Pero, eso ha cambiado un poco, ¿no le parece?

Imaginar la siguiente escena. Hace unos 35.000 años, al final de una difícil jornada, los ancestros se acomodan alrededor de una fogata para escuchar a los líderes del clan, acompañados del chamán o la chamana. Hablan del éxito o fracaso de la cacería; o dan razones por las cuales aún persiste el crudo invierno; incluso, hacen planes para el día siguiente: ¿permanecerán en el lugar? ¿se moverán un poco más hacia donde sale o se pone el Sol? Los niños, un poco alejados, escuchan la conversación y aprenden de la sabiduría transmitida por sus mayores, algún día les será útil, como les advierten las mujeres al instarlos a hacer silencio.

Aunque el grupo ha ocupado esa cueva hace ya algún tiempo, sus miembros siempre han sabido que, en cualquier momento, deberán ponerse en movimiento, atendiendo a sus necesidades o a las amenazas que se presenten. Algunos de ellos lo lamentan, porque además de la comodidad que brinda la permanencia, se han adornado las paredes del lugar con trazos que recuerdan hechos importantes para la familia. Como el dibujo que honra al mamut cazado hace algún tiempo; o las líneas zigzagueantes, alegoría del río cercano, proveedor seguro de agua.

Figura 4

Los inicios



Charles R. Knight. Artistas de Cro-Magnon pintando mamuts lanudos en Font-de-Gaume (1920).

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Font-de-Gaume.jpg>



Se puede vislumbrar en la escena descrita, a milenios de distancia, el prelude de situaciones que hoy se toman con toda naturalidad: ¿no son esos vestigios dejados en las paredes de la gruta el inicio del proceso de transmisión de información y conocimiento que ha traído a donde se está hoy, tiempos de inteligencia artificial?

La escritura. Ahora bien, desde ese modesto inicio transcurrieron algunos años (30.000, o sea, 300 siglos) para que, en la región de Mesopotamia, actual Irak, a los sumerios se les ocurriera una idea que lo cambiaría todo en el 3.500 AC⁶. Se trataba del primer sistema de escritura formal, el cuneiforme. El mismo utilizaba caracteres en forma de cuña para representar sílabas y palabras, que eran trazadas en tablillas de arcilla húmeda.

Figura 5

Tablilla con caracteres cuneiformes



Inscripción cuneiforme de Hammurabi Rey de Babilonia.

En Wallis Budge, E.A.T. & King, L. W. (1908). *A guide to the Babylonian and Assyrian antiquities*.
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=77750302>

Pese a lo rústico que pueda parecer este procedimiento, gracias a los restos cuneiformes se ha podido conocer mucho de la historia y la civilización de diferentes pueblos que habitaron la zona de Oriente Medio en la antigüedad. No sólo de los sumerios, sino también de acadios, babilonios, asirios y otros. Todos los cuales utilizaron este temprano sistema de registro y comunicación.

Aparte de su uso palaciego para llevar la contabilidad del reino, los caracteres cuneiformes han traído al presente monumentales aportes culturales, como la Epopeya de Gilgamesh o el Código de Hammurabi. Así como inscripciones históricas, astronómicas y matemáticas. Otras naciones de épocas remotas, como los egipcios o los chinos, también desarrollaron sistemas de escritura propios; pero se reconoce a los sumerios

⁶ Ver en: Mark, J. (17 de noviembre de 2022). *Cuneiforme*. <https://www.worldhistory.org/trans/es/1-105/cuneiforme/>



el mérito de su invento.

El papiro y el papel. Pero no hay que dejar pasar la mención a Egipto y China. Es momento de referirse a algo que estas civilizaciones hicieron y, con ello, mejoraron la experiencia de escribir, como se dice hoy día.

Por su parte, los egipcios inventaron el papiro, sobre el cual trazaron sus peculiares jeroglíficos con una tinta a base de hollín aplicada con una varita de punta afilada, el cálamo. Se podría decir que fueron los habitantes del Nilo quienes sacaron la escritura del barro y le consagraron un soporte más digno. Así debía ser pues, para ellos, escribir tenía connotaciones sagradas. Según su religión, los jeroglíficos fueron dados como regalo a la humanidad por Thot, el dios de la sabiduría, la ciencia, la magia, las artes, el juicio y los muertos.

Figura 6

Jeroglíficos y dibujos en papiro



Papiro de Hunefer (Libro de los Muertos). Detalle del *Pesado del Corazón*. En el extremo derecho se ve al dios Thot escribiendo la sentencia del difunto.

Fuente: https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y_EA9901-3

El uso del papiro como material para escribir inició hace más de 5.000 años. Y, algún tiempo después, hace 2.200 años ya había un papel *Made in China*, elaborado a base de pulpa de bambú y parecido al que se usa en el presente⁷. Los antiguos chinos, tan creativos como los actuales, utilizaban para escribir un pincel y tinta, y trazar los estilizados ideogramas de su idioma es todo un arte, muy valorado por la sociedad.

Haber colocado las fechas anteriores ha sido para preparar este momento. Parece

⁷ Ver en: Panyella, I. (9 de enero de 2023). *La Importancia del Papiro en el Antiguo Egipto*. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/la-importancia-del-papiro-en-el-antiguo-egipto_18924

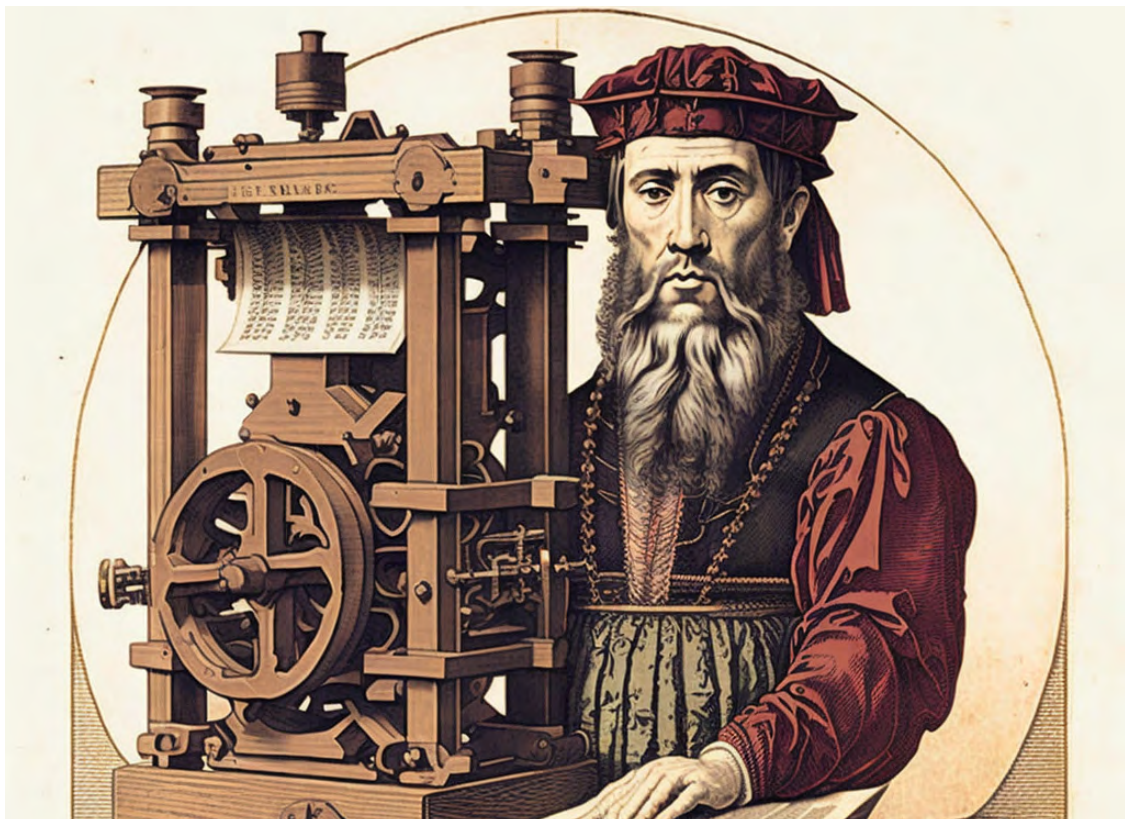


increíble que los antepasados se hayan tomado un receso de unos 1.600 años para dar otro gran invento aplicado a la educación. A todos, habituados a un mundo en constante cambio, tanta parsimonia sorprende. Pero bueno, al saber que se pasaron todos esos años entre guerras, conquistas y epidemias, se entiende que les haya quedado poco tiempo para otras cosas, así que no hay que ser jueces tan severos.

La Imprenta. Y, entonces, se inventó algo tan importante como la escritura y el papel, con los que hará un excelente equipo: la imprenta. Así es, la imprenta moderna de tipos móviles constituye el siguiente gran hito de la línea de tiempo acerca de las tecnologías aplicadas a la educación. Sucedió en la ciudad de Maguncia, actual Alemania, en el año 1.450 d.C. era, gracias al ingenio de un orfebre de nombre Johannes Gutenberg.

Figura 7

La imprenta de Gutenberg



Gutenberg al lado de su invento.

Ilustración de Gr.Diana.

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=129453757>

Antes de Gutenberg, la difusión del conocimiento utilizaba obras copiadas a mano; lo cual, se puede imaginar, era una actividad laboriosa, que exigía mucha disciplina



y paciencia, e implicaba la inversión de gran cantidad de tiempo para garantizar una transcripción fiel al original, algo que algunas veces no se conseguía. Por ello, quizá, al citar a Platón, o la Biblia, se está citando a un descuidado copista.

En época grecorromana, se ocuparon de la transcripción los escribas, muchos de ellos esclavos, aunque también había hombres libres que ejercían de copistas profesionales. Mientras que, en la Edad Media, fueron en un principio los monjes quienes cumplieron con este importante rol, a los que luego se les unirían las primeras universidades⁸. Gracias a todos ellos: copistas grecolatinos, frailes medievales y amanuenses universitarios, pudo preservarse la producción intelectual de los primeros tiempos.

Es difícil exagerar la importancia que ha tenido la imprenta para la humanidad, ningún superlativo le hace justicia. Con qué se podría comparar su trascendencia: ¿la Revolución Francesa? ¿El dominio del átomo? ¿Internet y la IA?, baste decir que estas no hubieran sido, o hubieran sucedido más tarde y de otra manera, sin aquella. La información y el conocimiento hubieran quedado sólo para las elites capaces de pagar por el costoso acceso a las únicas fuentes de información de la época: los libros manuscritos.

En 1455 se publicó la llamada Biblia de Gutenberg y se convirtió en el primer gran libro editado con una imprenta de tipos metálicos móviles en Europa. El hecho marcó el inicio de la producción en masa de publicaciones en Occidente, acelerando el tránsito de la Edad Media a la Moderna, promoviendo el acceso a la información, la discusión y la crítica generalizada a toda autoridad⁹. El escenario para las grandes revoluciones estaba servido.

Libro de texto. Gracias a la imprenta, la publicación de libros en grandes cantidades pasó a ser una actividad que demandaba menos tiempo, dinero y esfuerzo. Fue posible entonces, entre muchas otras cosas, el advenimiento del libro de texto entre los siglos XVI y XVII. Es decir, un tipo de libro cuyo contenido se ajusta a un programa educativo, en un área de conocimiento específica, para ser utilizado en el aula o en la formación particular (Fernández y Caballero, 2017).

Antes de la aparición del libro de texto, el profesor solía leer en clase los tratados de autores clásicos. Las obras de Euclides, Aristóteles y otros eran recitadas en latín o griego. Claro, cuando surgieron los primeros libros de texto fueron para uso de estudiantes universitarios, pues la institución escolar y la educación pública y

⁸ Ver en: Luzón, L. (26 de marzo de 2021). *Gutenberg: El inventor que cambió el mundo*. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/gutenberg-inventor-que-cambio-mundo_11140

⁹ Ver en BBC News Mundo (22 de diciembre de 2019). *Biblia de Gutenberg: 4 datos sorprendentes sobre el libro que marcó un antes y un después en la historia*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50832104>



obligatoria, tal cual se la conoce, aún no había sido establecida.

Linterna Mágica. Parece mentira que ya tan temprano como el siglo XVII se haya inventado un aparato precursor del cine y la comunicación audiovisual, el cual fue también aprovechado en actividades educativas: la linterna mágica. El dispositivo en cuestión tuvo mucha popularidad y uso por toda Europa, entre los siglos XVIII y XIX.

Pero, de qué se trataba la linterna mágica: “Consiste en un artefacto con un cuerpo metálico donde una imagen transparente, colocada en un soporte, podía ser proyectada a una pared, lienzo blanco o pantalla, aumentando considerablemente su tamaño. Para ello utilizaba un foco de luz intensa” (Osuna, Onrubia y Martín, 2021, p. 52) ¿A qué recuerda la anterior descripción? Sí, por supuesto, al retroproyector.

Su invención es disputada por varios científicos. “Pero para muchos... se debe al jesuita alemán Atanasio Kircher, que en su obra *Ars magna lucis et umbrae* de 1645, describe experimentos de proyección con lentes y espejos, aunque no fue hasta la edición de 1671 cuando aparece una representación gráfica de este artilugio” (Osuna et al., 2021, p. 53). Incluso Kircher utilizó el aparato en sus clases en Roma, dándole así utilidad práctica en la enseñanza.

Figura 8

La linterna mágica según la imaginó originalmente su creador

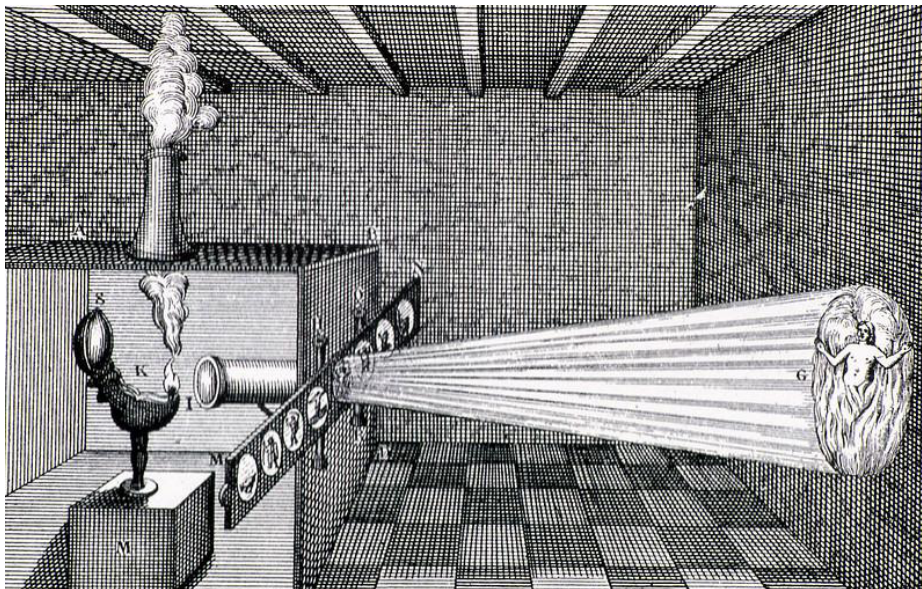


Ilustración de la linterna mágica que aparece en *Ars magna lucis et umbrae* (1671) de Atanasio Kircher.

Fuente: <https://www.flickr.com/photos/116153022@N02/24172824450>



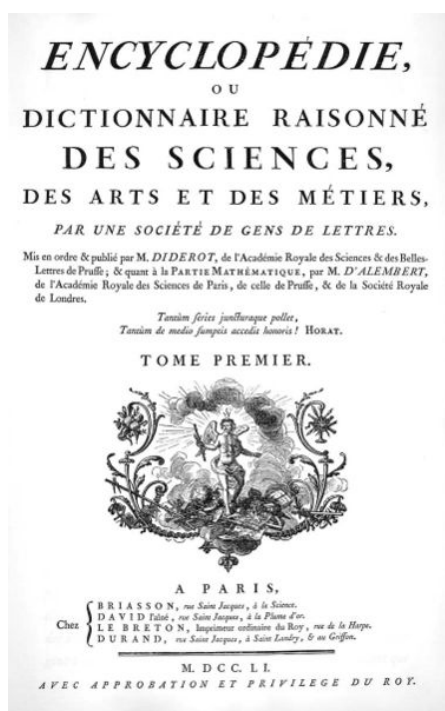
Enciclopedias. En el llamado Siglo de las Luces (el XVIII), todavía se podía aspirar a reunir todo el conocimiento en una sola obra, que fue lo que intentaron hacer los filósofos franceses de la Ilustración con la Enciclopedia. El término nace del griego antiguo *enkyklios paideia*, y hace referencia a una educación completa, que incluye todas las áreas del saber.

La *Encyclopédie*, fue publicada en varios volúmenes entre los años 1751 y 1772. Sus editores principales fueron Denis Diderot y Jean le Rond d'Alembert, y al proyecto contribuyeron grandes filósofos, humanistas y científicos, entre los cuales destacan Voltaire, Rousseau y Montesquieu.

Los enciclopedistas franceses pretendían que la cultura fuera accesible para todas las personas. Sus escritos cuestionaban a las instituciones tradicionales: la nobleza y el clero; por lo que muchos de ellos padecieron censura, persecución o cárcel. Para Blom (2004, p. 20): “El repentino aumento de los proyectos enciclopédicos a finales del siglo XVII y comienzos del XVIII era el reflejo de un inmenso cambio social, que se expresaba en términos de secularización y extensión de la educación, rápido aumento de la población, urbanización y desarrollo de una burguesía cada vez más segura de sí misma”.

Figura 9

Primera página de *La Enciclopedia*



Portada del Tomo I de *l'Encyclopédie* de Diderot & d'Alambert (1751).

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Encyclopedie_cover_page.jpg



Gracias a la Enciclopedia se difundieron las ideas de la Ilustración en Occidente, incluido el continente americano, lo que promovió un espíritu liberal en la sociedad. Ha sido emulada por publicaciones posteriores del mismo estilo, como la famosa Enciclopedia Británica; o la Encarta de Microsoft, ya en formato digital; y, ahora, las muchas que se puede encontrar disponibles en línea, como la Wikipedia. Pero, antes de Internet, jóvenes lectores, todo se encontraba en las enciclopedias.

Bibliotecas Públicas. El empeño por facilitar el acceso a la información y el saber a todos los ciudadanos dio origen a las bibliotecas públicas en el siglo XIX. Tener un repositorio de obras escritas, a libre disposición del público, no hubiera sido posible sin la influencia de las ideas nacidas de la Ilustración y el Enciclopedismo.

No es que antes no existieran importantes colecciones de documentos en un recinto destinado exclusivamente para su resguardo y consulta. Tan temprano como en el siglo VII a. C., la ciudad de Nínive (actual Mosul, Irak) contaba con un cuantioso repertorio de tablillas con escritura cuneiforme, quizá la primera biblioteca de la historia.

Por supuesto, cuando se habla de bibliotecas es inevitable pensar en la fundada en Alejandría en el siglo III a. C.; así como su rival, la Biblioteca de Pérgamo, establecida algunos años después. Sin embargo, todas ellas compartían una característica común: el acceso a la información que atesoraban era sólo para determinadas personas.

Pasaría mucho tiempo para que esto cambiara. Sucedió en una pequeña ciudad, de un país que apenas se había independizado unos cuantos años antes, pero cuyos padres fundadores y su propia Constitución se habían inspirado en el proyecto ilustrado del Siglo de las Luces. Así, en 1833, San Peterborough, New Hampshire, se convierte en la primera urbe en inaugurar una biblioteca pública, sostenida con fondos municipales y abierta a todos los miembros de la comunidad¹⁰.

Luego, gracias a la labor filantrópica de un personaje singular llamado Andrew Carnegie, uno de los hombres más ricos del mundo para la fecha, la idea de acercar la cultura y el conocimiento al pueblo se concretó gracias a su patrocinio de muchas más bibliotecas en Estados Unidos y otros países de habla inglesa. Carnegie donó cerca de 57 millones de dólares para construir un total de 2.509 edificios de bibliotecas. Inició en 1883, como hijo pródigo, con la de Dunfermline, su ciudad natal en Escocia¹¹.

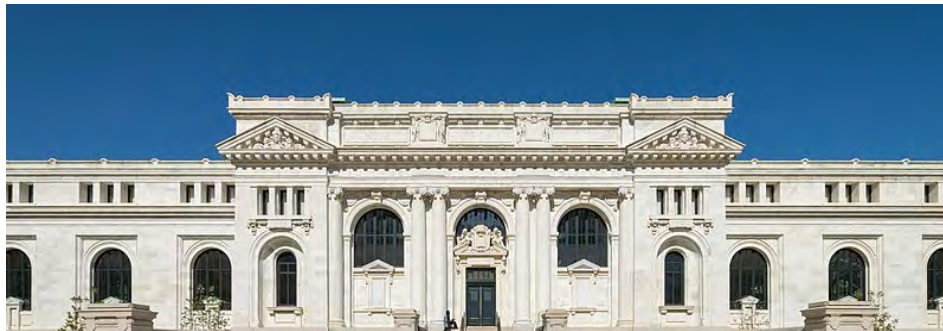
¹⁰ Ver en: Hartman, E.A. (4 de mayo de 2022). *LIS Professionals: Essential to Our Information-Driven World*. <https://www.libraryjournal.com/story/lis-professionals-essential-to-our-information-driven-world-lj220504>

¹¹ Ver en: Álamo, A. (31 de enero de 2019). *Andrew Carnegie, el hombre de las 3.000 bibliotecas*. <https://www.lecturalia.com/blog/2019/01/31/andrew-carnegie-el-hombre-de-las-3-000-bibliotecas/>



Figura 10

Una de tantas bibliotecas fundadas por Andrew Carnegie



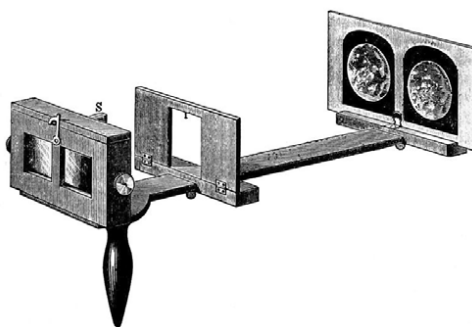
Biblioteca Carnegie de Washington D.C. Fotografía de *Difference engine* (2019).
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=83102528>

Estereoscopios. En 1838, la revista *Philosophical Transaction* de la *Royal Society* de Londres hacía público un ensayo donde se describe el fenómeno de la visión estereoscópica, escrito por el físico e inventor británico Sir Charles Wheatstone. Un año después, se presentan los primeros estereoscopios, aparatos que permiten crear la sensación de ver una imagen tridimensional a partir de dos imágenes planas¹².

La percepción de profundidad en los estereoscopios se logra a partir de dos fotografías de la misma persona u objeto, ligeramente diferenciadas entre sí, las cuales se presentan una a cada ojo simultáneamente, lo cual suscita un efecto de tridimensionalidad en el cerebro del espectador.

Figura 11

Ilustración de un estereoscopio



Estereoscopio ajustable para perspectiva reversa.
Ilustración de autor desconocido aparecida en la revista *Popular Science Monthly* N° 21 de 1882.
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11294344>

¹² Ver en: Gifreu, A. (15 de diciembre de 2014). *La realidad virtual. Cómo afectará a los webdocs. Parte 2.* <https://blog.rtve.es/webdocs/2014/12/la-realidad-virtual-como-afectar%C3%A1-a-los-webdocs-parte-5.html>



Esta misma lógica de funcionamiento se sigue utilizando para generar imágenes 3D en otros aparatos y contextos, desde el entretenimiento a la medicina, pasando por la investigación científica. Por ejemplo, en el popular juguete *View Master*, en las cámaras estereoscópicas, en simuladores de vuelo, en visores de realidad virtual y en los microscopios de disección o lupa binocular (utilizados en biología para examinar organismos o tejidos con una visión tridimensional).

Pizarras y pizarrines. Pizarra es el nombre de una roca estructurada en lajas, como láminas pétreas. Es muy duradera, se conserva por cientos de años. En la construcción, se emplea en techados, como baldosa para pisos o en recubrimiento de paredes.

Pero, aparte de haber sido empleada desde hace mucho por albañiles y arquitectos, también comenzó a serlo, a finales del siglo XVIII y principios del XIX, por maestros y estudiantes. No para edificar escuelas por supuesto, sino para escribir sobre ellas. Gracias a su resistencia y su forma plana, era posible trazar con tiza, grafito o trozos pequeños de pizarra las lecciones del día.

Y, aunque eventualmente se dejó de utilizar tan noble material como soporte para la escritura en el aula, su nombre quedó unido a todos los implementos que cumplen la misma función, ya sean de madera, cemento, material acrílico, etc. Incluso, las modernas pizarras digitales interactivas, le deben su nombre. Y es que no sólo la denominación, sino también su presencia, ha perdurado en toda institución educativa, desde la más humilde escuelita a la universidad más prestigiosa del mundo.

Al principio, las pizarras eran pequeñas (los pizarrines), utilizadas individualmente a la manera de las tablillas de cera de los antiguos romanos. Pero, en 1840, durante una clase de Geografía, al profesor escocés James Pillans se le ocurrió pedir prestado el pizarrín a uno de sus pupilos, acto seguido lo fijó en la pared para que todos los demás estudiantes en el aula vieran lo que había escrito... ¡Eureka! Con el tiempo, se generalizó el uso del pizarrín en el muro en todas las escuelas, pero aumentó un poco su tamaño para una mejor visión, por lo que el nombre pizarrón o pizarra pareció más adecuado¹³.

¹³ Ver en: Alcolea, M. (1 de abril de 2023), *La historia del pizarrón*. <https://udoe.es/la-historia-del-pizarron/?leer-mas=y#seguir-leyendo>



Figura 12

Niño con pizarrín debajo del brazo



Albert Anker, Colegial con pizarrín en paisaje nevado (1875).
Óleo sobre tela de la colección del Kunsthauus de Zürich, Suiza.
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22766941>

Zoopraxiscopio. En la década de 1870, otro aparato basado en los principios de la óptica hace su aparición. Pero esta novedad, a diferencia de la linterna mágica o el estereoscopio, sorprenderá con el movimiento de la imagen representada. Se trata del zoopraxiscopio, obra del fotógrafo e investigador británico Eadweard Muybridge. Su particular nombre está compuesto por las palabras *Zoo*, de animal; *Praxis*, de acción y *Scopio*, de observar. Juntas pretendían transmitir el significado de: instrumento para observar el movimiento de los animales; y obedece a que, en sus inicios, fue empleado con este fin.

Así lo atestigua el clásico experimento visual Caballo en movimiento (*Race Horse*) de 1878¹⁴. El mismo se trata de una secuencia fotográfica de diferentes fases del galope de un potro. Gracias al uso de su invento, Muybridge probó que, durante ciertos momentos de una carrera, los cuatro cascos del animal se levantaban del suelo al mismo tiempo.

Para conseguir lo anterior, Muybridge dispuso las fotografías en un disco giratorio.

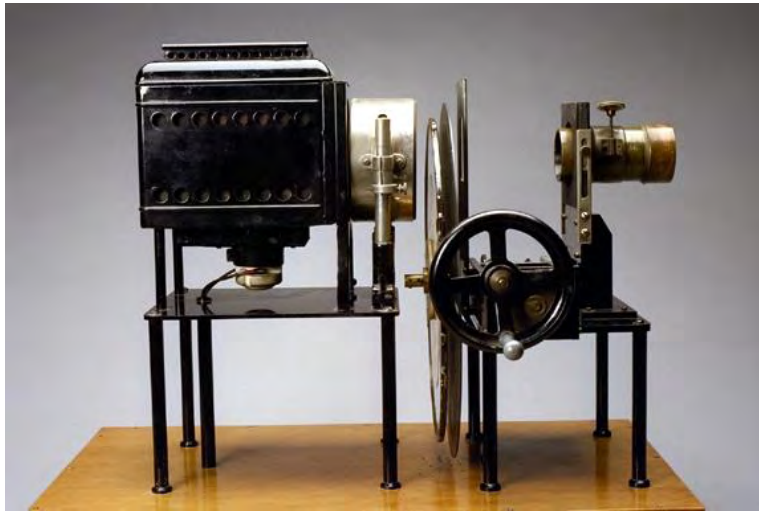
¹⁴ Ver en: @silentfilmhouse (25 de marzo de 2011). *Race Horse First Film Ever 1878 Eadweard Muybridge* <https://youtu.be/IEqccPhsqqA?si=lkmgw3ZxXzDC9Fk4>



Al rotar dicho disco a gran velocidad, se proyectan las imágenes sucesivamente en una pantalla, creando la ilusión de movimiento. Es como cuando se dibuja en la esquina de las páginas de un libro partes de un objeto, al pasarlas todas rápidamente, se ve el objeto completo. Las investigaciones de Muybridge abrieron el camino al kinetoscopio de Edison y al cinematógrafo de los hermanos Lumiere, es decir, al cine¹⁵.

Figura 13

Zoopraxiscopio



Uno de los primeros Zoopraxiscopios.

Fuente: <https://www.flickr.com/photos/30045464@N05/3308108696/>

El Cuaderno. Era el año 1902 y, en la remota isla de Tasmania, frente a la costa sur de Australia, al propietario de una librería de nombre J.A. Birchall se le ocurrió juntar con pegamento varias hojas de papel unidas a una cartulina. A este innovador producto lo llamó *Silver City Writing Tablet*, es decir, Tableta de escritura de Silver City¹⁶.

Unos pocos años después, luego de generalizarse su uso y copiada la idea en todo el mundo, se le dio el nombre de cuaderno, originado del latín *quaternus*, que recuerda la antigua costumbre de doblar un pliego de papel de tal forma de obtener cuatro hojas para escribir.

La masificación de la educación pública, gratuita y obligatoria en todo el mundo, ocurrida a partir de la segunda mitad del siglo XIX, encontró en el cuaderno un medio

¹⁵ Ver en: Poyer, J. (8 de agosto de 2015). *Los inicios del Cine al galope de un caballo*. <https://prensa-cultural.com/los-inicios-del-cine-al-galope-de-un-caballo/>

¹⁶ Ver en: Museo Pedagógico Colombiano (18 de octubre de 2019). *Pieza del mes de octubre de 2019: Cuaderno Escolar*. <http://museopedagogico.pedagogica.edu.co/2019/10/18/pieza-del-mes-de-octubre-de-2019-cuaderno-escolar/>



idóneo para registrar y organizar la información por parte de los estudiantes. Para ello, hizo equipo con otros dos inventos.

Uno anterior, el lápiz de grafito, el cual fue casi que obligado a nacer en 1794, por encargo urgente de Napoleón Bonaparte al químico Jacques Nicolás Conté. Bonaparte buscaba hacer frente a la escasez de lápices en Francia, debido a la guerra que mantenía con Inglaterra, principal proveedor de grafito¹⁷.

Puesto en este apremio, Conté cumplió a cabalidad su tarea. Mejoró la fabricación de lápices al mezclar y hornear polvo de grafito con arcilla para obtener unas barras más resistentes que las usadas hasta ese momento, elaboradas a partir del mineral sin procesar, apenas cortado y cubierto con trozos de madera.

El otro invento del que se hablaba arriba, y que se unió al cuaderno como recurso educativo es el bolígrafo. Inventado en 1940 por el periodista húngaro nacionalizado argentino Ladislao José Biro. De allí la razón de por que en Uruguay y Argentina es común que al lápiz de tinta se le denomine “biro” o “birome”, que era el nombre de la empresa comercializadora de los bolígrafos en el sur del continente americano¹⁸.

La Radio: El adagio napoleónico: *La victoria tiene muchos padres, pero la derrota es huérfana*, le viene muy bien al invento del que se hablará a continuación: la radio. Varios científicos, de diferentes países, todos ellos trabajando por su cuenta en el último tercio del siglo XIX, hicieron aportes teóricos y experimentos prácticos que permitieron la transmisión de señales sin el uso de cables.

Desde James Maxwell, pasando por Rudolf Hertz y Nicola Tesla, hasta llegar a Guillermo Marconi, pueden reconocerse como importantes actores en el desarrollo de la radiodifusión. Los dos primeros, gracias a sus investigaciones sobre el electromagnetismo, proporcionaron los fundamentos teóricos para los desarrollos posteriores de los dos últimos.

Por una parte, Nicola Tesla experimentó y escribió sobre un aparato mediante el cual se podía transmitir la voz sin hilos conductores¹⁹. Y por la otra, no hay dudas en cuanto a que el premio Nobel italiano, Guillermo Marconi, fue el primero en transmitir una señal de telégrafo inalámbrica utilizando ondas electromagnéticas. Lo hizo varias veces desde el año 1896, a mayor distancia en cada nuevo intento; sin embargo, la emisión no era de voz sino de símbolos del alfabeto Morse. De hecho, de esta manera

¹⁷ Ver en: Barral, M. (4 de julio de 2020). *¿Quién inventó el lápiz?* <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2020/07/04/quien-invento-el-lapiz-conte-faber-1383847.html>

¹⁸ Sadurní, J. M. (28 de septiembre de 2021). Ladislao José Biro, el inventor del “boli”. En *Historia National Geographic*, recuperado el 21 de mayo de 2023, de: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/ladislao-jose-biro-inventor-boli_15616

¹⁹ La Vanguardia (14 de febrero de 2019). *¿Quién fue el inventor de la radio?* <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20190214/46405726853/inventor-radio.html>



el Titanic transmitió su pedido de auxilio la fatídica madrugada del 15 de abril de 1912, ayudando a salvar algunas vidas²⁰.

Luego de su desarrollo y perfeccionamiento, la radio se convirtió en el principal medio de comunicación y entretenimiento en el mundo. Y su época dorada, entre los años 1920 y 1930, coincide con el lanzamiento de las estaciones radiodifusoras comerciales y el inicio de su uso con fines educativos. Algunas emisoras, la mayoría públicas, se especializaron en contenidos culturales y científicos; además, muchas escuelas adquirieron aparatos de radio para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje.

Del Proyector de Diapositivas al Retroproyector y el Video Beam. Como *Una imagen vale más que mil palabras*, los esfuerzos por perfeccionar los medios para compartir información visual con una audiencia han sido permanentes y evidencian mejoras a lo largo del tiempo, desde la aparición de la Linterna Mágica hasta hoy día. Algunos ejemplos de lo dicho son los siguientes:

El proyector de diapositivas (años 30 del siglo XX). Es un dispositivo para visualizar imágenes sobre un fondo transparente obtenidas mediante el uso de las llamadas películas de inversión o de diapositivas. Tuvo al principio un uso doméstico: la familia lo utilizaba para exhibir las fotografías sobre una superficie. Luego, se incorporó como herramienta de apoyo didáctico en la educación y, también, como medio de visualización de archivos fotográficos, de imagen y texto, en las bibliotecas.

Figura 14

Proyector de diapositivas



Antiguo proyector de diapositivas. Obsérvese a un lado las fotografías de imagen positiva enmarcadas en un soporte de plástico para ser visualizadas en el aparato. Fotografía de Bomas13 (2014).

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34902491>

²⁰ Sadurní, J. (13 de febrero de 2023). Marconi y la primera transmisión por radio de la historia. En *En Historia National Geographic*, recuperado el 21 de mayo de 2023, de: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/marconi-y-primera-transmision-por-radio-historia_14204



El Retroproyector (años 40 del siglo XX). Es parecido al anterior, pero desde sus inicios ha estado asociado a la educación, específicamente en la formación militar. En lugar de película fotográfica de imagen positiva, el retroproyector utiliza láminas transparentes (acetato) para reproducir el material a compartir. Lo hace cuando, a través de las transparencias, se aplica una fuente de luz que proyecta el contenido en una superficie.

La diferencia fundamental entre los anteriores dispositivos es el formato de imagen. El primero exhibe sólo diapositivas fotográficas; el retroproyector, en cambio, hace posible la visualización de diapositivas, láminas impresas y otros materiales transparentes, sobre los cuales incluso es posible escribir con marcadores especiales, un tímido anuncio de otros recursos tecnológicos que permitirán una mayor interacción (Bravo, 2002).

Ahora bien, en los años 80 del siglo pasado fue introducida otra herramienta de visualización de contenidos: el *video beam* o proyector multimedia. El mismo no se conformará con presentar imágenes, también reproducirá vídeos y sonidos.

En lugar de película fotográfica o láminas transparentes, el video beam obtiene el material a compartir desde una computadora la cual, si tiene conexión a Internet, hará infinita la cantidad de información que se pueda ofrecer al auditorio. Y, aunque el proyector de diapositivas y el retroproyector han sido parcialmente relegados de los salones de clase por la versatilidad de la multimedia, no cabe duda de que estos tres recursos tecnológicos siguen siendo útiles, cada uno en situaciones específicas.

Televisión Educativa. Si la radio tuvo impacto en la sociedad una vez masificada, ¿qué se podría decir de la televisión? En 1927, el inventor estadounidense Philo Farnsworth transmitió una imagen en movimiento a través de ondas electromagnéticas, este experimento es considerado el inicio de la televisión²¹.

Las primeras emisiones regulares de programas televisados vinieron un poco después, con el inicio de operaciones de la BBC One de Londres, en 1936. Tres años más tarde, la magia llegaba a los Estados Unidos, gracias a la cadena NBC.

El reinado de la TV como medio de comunicación de masas preferido en todo el mundo se produce durante la segunda mitad del siglo XX, siendo su momento cumbre la transmisión en vivo de la llegada del hombre a la Luna.

A partir de los años 90 del mismo siglo XX, con la aparición de la *World Wide Web*, la manera de hacer, transmitir y recibir contenido audiovisual se transforma, cediendo espacio el aparato receptor de televisión tradicional a las pantallas de computadoras

²¹ Ver en Manzonei, C. (27 de enero de 2020). *El triste final del creador de la televisión que no pudo explotar su invento*. <https://www.lanacion.com.ar/economia/el-triste-final-del-creador-television-nid2326353/>



y teléfonos celulares.

Debido a su presencia en prácticamente todos los hogares del mundo, y a la influencia que tiene en la opinión pública y la formación ciudadana, han sido muchos los reclamos para que el contenido de los programas de TV sean de calidad, evitando la transmisión de escenas poco edificantes.

Por ello se ha insistido tanto en la necesidad de garantizar en este medio la presencia de espacios para la cultura, el arte, la ciencia, los valores y la educación. Bajo esta premisa, en 1950 la *Ford Foundation* comienza a desarrollar programas educativos para televisión. Y, ya en 1967, en Estados Unidos se habían instalado 140 estaciones de TV educativas con una audiencia potencial estimada de 130 millones de personas (Secco, 2021).

En la actualidad, se puede disfrutar de una gran variedad de canales de televisión, tradicionales o en línea, públicos o comerciales. La mayoría de ellos tienen programación específica para un segmento de la población y algunos con contenido exclusivamente educativo. Además, las voces críticas en contra de este medio se han suavizado, debido a su pérdida de influencia frente a otras fuentes de información y entretenimiento, con menos posibilidades de ser reguladas, por cierto. Claro, se está hablando de Internet.

Calculadora electrónica. Máquinas de calcular ha habido muchas, desde hace bastante tiempo. Ya los sumerios, en el segundo milenio a.C., habían desarrollado instrumentos para contar, con el mismo principio de los conocidos ábacos. En Japón, por cierto, el uso del ábaco sigue siendo habitual en la educación, y recibe el nombre de *soroban*, o sea: “bandeja de cálculo”²².

Un ábaco bien utilizado puede ayudar con sumas y restas, incluso de muchas cifras. Pero, si se trata de dividir, multiplicar o realizar otras operaciones más complicadas, quizá se deba recurrir a instrumentos más sofisticados. Por fortuna, matemáticos e ingenieros se han puesto manos a la obra ya desde el siglo XVII, cuando aparecieron las calculadoras mecánicas.

La primera de ellas data de 1623 y la inventó el matemático Wilhelm Schickard, profesor de Lengua Hebrea y de Astronomía en la Universidad de Tubinga, Alemania. Su creador la bautizó como “Reloj calculador”, y era un aparato grande, con numerosas palancas, capaz de sumar y restar números de hasta seis cifras. Algunos años después, en 1642, el filósofo y matemático francés Blaise Pascal diseñó y construyó un artefacto

²² Ver en: Ferrer, S. (12 de mayo de 2014). *Un viaje en el tiempo en busca de la primera calculadora de la humanidad*. <https://www.agenciasinc.es/Reportajes/Un-viaje-en-el-tiempo-en-busca-de-la-primera-calculadora-de-la-humanidad>



que podía realizar las cuatro operaciones matemáticas básicas, a la que llamó “Pascalina”²³.

Figura 15

La calculadora mecánica de Schickard



Réplica del *Reloj Calculador* en el Heinz Nixdorf Museums Forum. Fotografía de Hughcoil (2013).

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=24296869>

No sería sino hasta la década de los 50 del siglo XX que las máquinas de cómputo pasarían a ser, primero eléctricas y luego electrónicas. La primera calculadora de escritorio totalmente electrónica fue la desarrollada por la empresa británica Bell Punch en 1961, la *Sumlock Comptometer ANITA*. Mientras tanto, la competencia entre grandes empresas como Casio e IBM favoreció el diseño de calculadoras cada vez más pequeñas, funcionales y económicas. En 1973, aparece la primera calculadora científica, creada en los laboratorios de Texas Instrument, el modelo SR-10²⁴.

Figura 16

Primera calculadora científica



La SR-10 de Texas Instrument. Fotografía de Mister rf (2023).

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=131131213>

²³ Ver en: Europa Press Economía y Finanzas (17 de febrero de 2015). ¿Cuál es el origen y la Evolución de la Calculadora? <https://www.europapress.es/economia/noticia-cual-origen-evolucion-calculadora-20150217173510.html>

²⁴ Ibidem

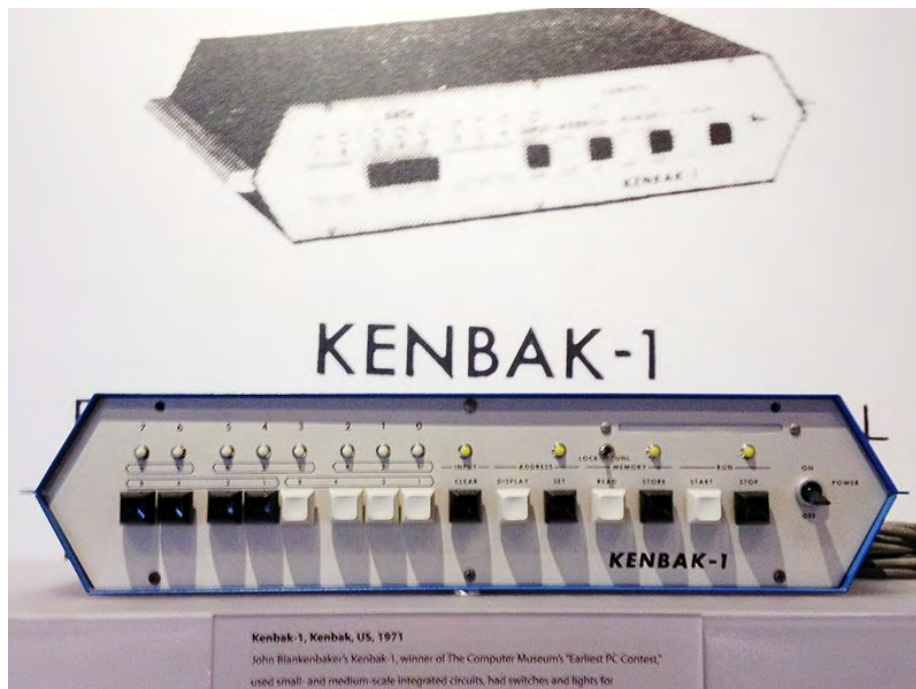


La Computadora Personal. “Quería una máquina educativa, que satisficiera a los usuarios con programas simples y que enseñara tantos conceptos de programación como fuera posible”, le dice John Blankenbaker al periodista de la BBC que lo entrevista. ¿Cómo? ¿Que quién es ese John Blankenbaker? Nada menos que el creador de la computadora personal²⁵. Pero no todo el mundo lo sabe.

Y no es que lo diga el reportero, sino que el Computer History Museum y la American Computer Museum consideran al Kenbak-1, la máquina diseñada y ensamblada por Blankenbaker en 1971, como el primer computador personal eficaz y comercialmente disponible.

Figura 17

Así se veía la primera computadora de la historia



Kenbak-1, la computadora inventada por Blankenbaker en el Computing History Museum, Mountain View, California. Fotografía de Kathryn Greenhill (2011).
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26202944>

No obstante, la falta de visión de negocios y subestimar el nivel de desarrollo e importancia que llegaría a tener la tecnología, impidió a este pionero que su nombre fuera tan conocido como el de Steve Jobs o Bill Gates. Blankenbaker cerró su empresa en 1973, luego de fabricar 50 computadores²⁶.

²⁵ Wilson, B. (9 de noviembre de 2015). *John Blankenbaker, el hombre que creó la primera computadora personal de la historia*. https://www.bbc.com/mo/noticias/2015/11/151109_tecnologia_john_blankenbaker_hombre_creo_primera_computadora_personal_lvund

²⁶ Ibidem



Una desventaja de estos primeros equipos era que no tenían incorporado un microprocesador; el cerebro, por así decir, de toda computadora. Y es que no podían tenerlo, porque justo el mismo año en que aparecía la Kenbak-1, la empresa Intel anunciaba el lanzamiento del primer microprocesador de la historia, su modelo 4004. Lo anterior abrirá las puertas a un desarrollo indetenible de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), ocupando cada vez más espacio en todas las actividades humanas, y de manera especial, en la educación

A Blankenbaker, por supuesto, se le debe un merecido reconocimiento como uno de los precursores de la industria informática. Su invento se adelantó cinco años a la Apple I de Steve Wozniak, la primera computadora en incorporar un microprocesador y una conexión para teclado y monitor. Y, fue anterior en diez años a la PC IBM 5150, considerado el ordenador que cambió la historia de la computación, al estar disponible para todo público, no sólo para laboratorios científicos, universidades, empresas y oficinas públicas, como los fabricados hasta ese momento.

Figura 18

La computadora de IBM en la década de los 80



IBM PC 5150 con teclado y monitor monocromático verde.
Fotografía original de Buffy b (2005).
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=51833>

Internet. Red de Redes, World Wide Web, Ciberespacio, Superautopista de la Información, etc., son sólo algunas de las expresiones que comúnmente se utilizan para referirse a la *Interconnected Network* de donde viene el acrónimo Inter-Net. La



misma, puede definirse como una red de comunicación global para el intercambio de todo tipo de información mediante el uso de computadoras conectadas entre sí.

La Internet es fruto del esfuerzo y la creatividad de ingenieros, científicos e instituciones públicas y privadas, trabajando juntas o en solitario alrededor del mundo desde los años 50 del siglo XX hasta el presente, donde los avances y desafíos en este campo continúan. La misma "... 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).

Sus predecesoras fueron las redes de investigación, de las que ARPANET, en Estados Unidos, fue la más fructífera. La lógica detrás de estas redes tenía mucho que ver con lo costosas que aún eran las computadoras en ese entonces. Por lo que, el uso compartido de los escasos equipos informáticos disponibles, por parte de investigadores de diferentes instituciones, podría dividir los costos y multiplicar los resultados.

Y, "... Aunque no eran accesibles al público en general, las primeras redes de investigación fueron más allá de proporcionar acceso informático a un reducido número de científicos. También aportaron soluciones a los formidables obstáculos técnicos y establecieron herramientas cruciales para innovaciones futuras" (Abbate, 2008, p. 145). Una de sus innovaciones más populares, además de tantos otros avances en las ciencias de la computación pura y dura, fue el correo electrónico, que se implementó a principios de la década de 1970.

Quizá no se recuerde, pero todavía en los años 80 del siglo pasado, la mayoría del contenido en Internet era simplemente texto. Lo que no cambiará hasta el inicio de la World Wide Web a partir de 1990. La WWW fue propuesta y diseñada por Tim Berners-Lee, investigador británico del CERN (siglas en francés del Consejo Europeo para la Investigación Nuclear). Como única explicación de la triple W, baste decir que es la Internet tal como se la conoce hoy en día, con páginas web, servidores, lenguaje HTML, hipervínculos, contenidos multimedia, etc.

Herramientas de Comunicación Digital. Son todas aquellas aplicaciones, softwares o plataformas que permiten la comunicación entre las personas a través de medios electrónicos y hacen posible el intercambio multimedia y en tiempo real de información. Se inician con la aparición del correo electrónico (1971), y se desarrollan vertiginosamente hasta estos días, en una sucesión de innovaciones y variados formatos.

Las herramientas de comunicación digital se han hecho presentes en todos los



aspectos de la vida: personal, educativo y profesional. Son tan útiles como diversas, permitiendo el trabajo y el aprendizaje colaborativo. Las mismas incluyen, como ya se dijo, el email, pero también la mensajería instantánea (WhatsApp, Telegram); las videoconferencias (Zoom, Google Meet, Microsoft Team); las redes sociales (Twitter, Facebook, Instagram); plataformas de colaboración (dropbox, Trello) y los foros y comunidades en línea, de contenido general o especializado.

Telefonía Móvil. Al principio fue concebido como un instrumento para la comunicación inalámbrica en cualquier lugar, sin la dependencia a las conexiones fijas de la telefonía tradicional. La primera llamada sin cables la hizo Martin Cooper, ingeniero de la empresa de telecomunicaciones Motorola, en 1973. Aunque será en 2007, con la aparición del primer iPhone, que los teléfonos celulares se parecerán a los actuales, con pantalla táctil y navegación por Internet²⁷.

Figura 19

Los primeros celulares no eran muy compactos



Dr. Martin Cooper, inventor del teléfono celular, con el DynaTAC de 1973.
Fotografía de Rico Shen.
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2205234>

²⁷ Ver en: Claus, E. (4 de junio de 2021). *Historia del teléfono. Del teléfono fijo al móvil*. <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20190228/46730308072/historia-telefono.html>



Desde su aparición, el móvil se ha transformado en un dispositivo tan o más versátil que la misma computadora personal. Para el año 2023, un celular de última generación, que no en vano se califica como *Smartphone* (teléfono inteligente), ofrece numerosas funcionalidades, como las que se tratará de inventariar a continuación:

- Su función principal, aunque ya no la única, sigue siendo la comunicación, pero no sólo transmitiendo la voz de los interlocutores, sino que por videollamada se puede ver en tiempo real con quien se habla. Además, es posible enviar y recibir mensajes de texto, vídeo, archivos multimedia, documentos y correos electrónicos, gracias a múltiples aplicaciones disponibles.
- Permiten la navegación por Internet, buscar información, leer noticias y utilizar redes sociales.
- Son muy utilizados para capturar fotos y filmar videos de alta calidad con cámaras integradas, cuyo resultado puede ser compartido con otros usuarios.
- Es una fuente de entretenimiento. Permite disfrutar de TV, videos, música, juegos, películas, radio, podcasts, etc.
- Es un asistente personal muy eficaz. Ayuda a realizar transacciones bancarias, pagos de servicios o compras en comercios. Se utiliza como reloj mundial, calendario perpetuo, agenda diaria, incluso programarlo para recordar eventos importantes.
- Ayuda a monitorear algunos signos vitales, como la presión arterial. Y motiva al usuario para que cumpla con una rutina de ejercicios, una sesión de meditación, una dieta o la medicación por algún tratamiento de salud.

Ahora bien, un listado de los usos de un *smartphone* será siempre provisional. Cada día aparecen nuevas actualizaciones que le suman versatilidad a estos aparatos. Los cuales, incluso, y a pesar de las cautelas iniciales, invaden ya las aulas de clases como apoyo en el proceso de enseñanza aprendizaje, no sólo a nivel universitario, sino también de educación básica y media. Lo anterior es posible, además, gracias a que cada vez son más jóvenes los usuarios que comienzan a usar un teléfono móvil por primera vez y, ayuda mucho a lo anterior, que sus precios se han hecho cada vez más accesibles para casi todas las personas, por lo que no hay ningún miembro de la familia que no cuente con un aparato para mantenerse “conectado”.

Plataformas Educativas. Un Learning Management System (LMS) o Sistema de Gestión de Aprendizaje o, también, Plataforma Educativa Virtual, es un espacio didáctico en línea que permite la administración, documentación, seguimiento, reporte y entrega de cursos y programas educativos a través de Internet.



Estas herramientas facilitan a educadores, instituciones y empresas crear y organizar contenidos formativos, adaptándose a las necesidades y preferencias de los estudiantes. Gracias a su flexibilidad y accesibilidad, los LMS han contribuido al crecimiento de la educación *on line*, así como a la democratización del acceso al conocimiento y a las oportunidades de aprendizaje.

La primera plataforma LMS disponible en la web fue la *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*. ¿Cómo?... ¿No la conocen? Seguro que sí, pues se trata de Moodle, uno de los recursos educativos digitales más empleados en todo el mundo. Su lanzamiento se produjo a partir de 2002, gracias al pedagogo e informático australiano Martin Dougiamas. Lo notable de la iniciativa Moodle es que, desde un inicio, Dougiamas la concibió como un sistema de gestión de aprendizaje gratuito, de código abierto y Licencia Pública General, lo que garantiza a los usuarios la libertad de usar, estudiar, compartir y hasta de modificar el software, según su conveniencia (Lechuga y Rojas, 2016).

Figura 20

Logo de Moodle, la primera LMS



Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11997412>

Luego de Moodle, han llegado otras plataformas de aprendizaje en línea. Algunas de uso público o código abierto: Canvas LMS, Sakai, Chamilo, Open Edx. Y otras, de pago o bajo licencia, como: Google Classroom, Microsoft Teams, Blackboard Learn, D2L Brightspace, Cornerstone OnDemand, Saba Cloud, TalentLMS. Además, algunas de las modernas plataformas educativas virtuales brindan el servicio directamente desde la nube, lo cual permite a los usuarios acceder a la información desde cualquier dispositivo, en cualquier momento y en cualquier lugar.

Pizarra Digital Interactiva (PDI). Las tradicionales pizarras para escribir con tiza, que acompañaron a profesores y estudiantes durante tantos años, comenzaron a salir de las aulas a partir de 1960, con la llegada de las pizarras blancas de material

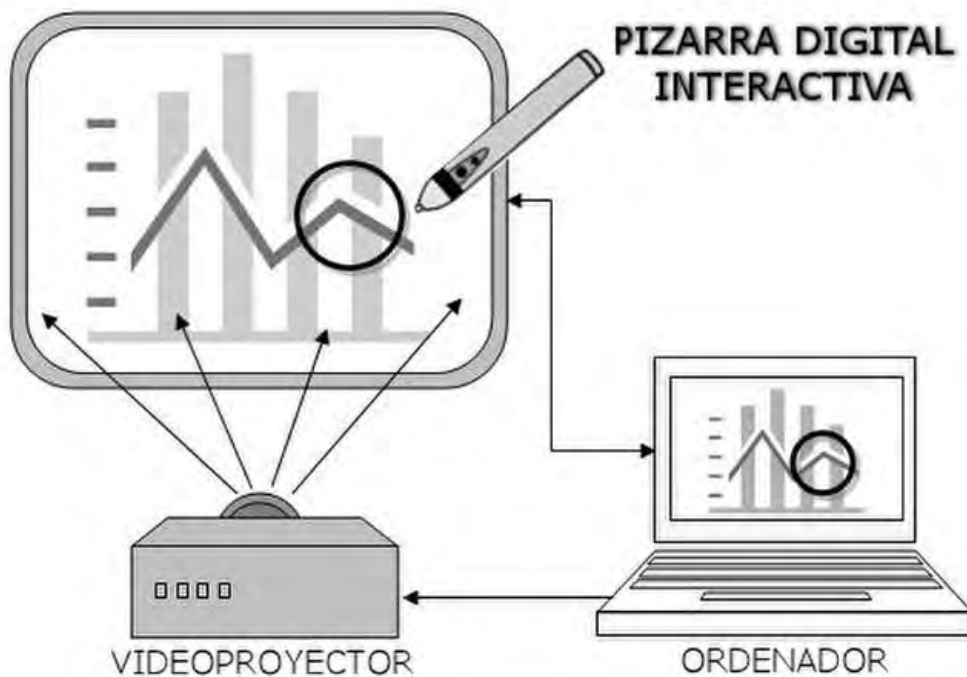


acrílico. Con esta nueva herramienta didáctica es posible escribir con marcadores secos, cuyos trazos son fáciles de borrar y, a diferencia de la tiza, no desprenden polvo de cal, perjudicial para la salud respiratoria de los docentes.

Sin embargo, a la pizarra acrílica también le llegó su turno, desde el año 1991, de ceder un lugar a otra manera de exponer las lecciones en los salones de clase. Se trata de la pizarra interactiva, inventada por la empresa Smart Technologies. Esta nueva herramienta consiste en una computadora conectada a un proyector de vídeo, mediante los cuales se muestra el contenido de la asignatura en una pantalla especial, con la particularidad de que el expositor puede modificar dicho material a voluntad, mediante el uso del *stylus* electrónico, una especie de marcador digital (Terán, 2017).

Figura 21

Componentes de la PDI



El valor añadido de la PDI es que permite interactuar directamente sobre la superficie de proyección mediante un lápiz-puntero. Autor Juan Pedro Berenguel Nieto. Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5887664>

Una pizarra digital interactiva permite sesiones de clase más interesantes, porque con ella se puede hacer:

- Presentaciones con contenido multimedia, incluyendo imágenes, audio, video, animaciones, etc.
- Anotaciones en tiempo real, lo que permite resaltar información importante, explicar conceptos y aclarar dudas durante la clase.



- Navegación por Internet y acceso a recursos digitales, como libros electrónicos, aplicaciones educativas y páginas web.
- Grabación y distribución de las lecciones, para la revisión y el estudio, o para aquellos estudiantes que no pudieron asistir a la sesión.
- Evaluaciones y retroalimentación en tiempo real, utilizando cuestionarios interactivos, juegos educativos y actividades de respuesta múltiple.

Web 2.0 y Redes Sociales. La World Wide Web ha venido evolucionando desde su creación, y a inicios de la década de 1990 era evidente que Internet había cambiado, por lo que se la catalogó como Web 2.0, para diferenciarla de la primera Internet. Pero ¿qué cambió exactamente?

La Web 2.0 es más dinámica y participativa. Antes, el usuario era un receptor pasivo de la información que los administradores de las páginas decidían “subir” al ciberespacio. Ahora, los internautas pueden generar contenido y contribuir con comentarios y publicaciones en diferentes formatos, colaborando e interactuando entre sí. Antes, Internet pertenecía a los *Webmasters*, ahora puede ser de todos.

Por ello, la llegada de la Web 2.0 tiene implicaciones que van más allá de lo tecnológico; ha sido, sin duda, una revolución social global, fundamentada en el poder que tienen los usuarios para conectarse entre sí a partir de diferentes aplicaciones tecnológicas, en cualquier momento y lugar.

Ejemplos de la Web 2.0 son los servicios de alojamiento de videos, las wikis, los blogs, los podcasts, los foros y comunidades digitales, etc. Todos los anteriores ejemplos, tienen en común algo que las hace parte del fenómeno 2.0: permiten a sus usuarios interactuar con otros y participar en la creación del contenido de la red.

Y... lo mejor para el final. La especie más representativa del ecosistema Web 2.0 son las Redes Sociales (RRSS). Las mismas permiten a los usuarios crear perfiles y conectarse con otros para compartir contenido multimedia. Las comunidades virtuales que surgen de las RRSS, han transformado la manera de comunicarse, relacionarse y compartir información en línea.

La primera plataforma de este tipo fue SixDegrees, que inició operaciones en 1997 y cerró en 2001 por dificultades económicas. Aunque tuvo una corta vida, su impacto fue significativo y modeló muchas de las características de todas las RRSS que han venido después (Argüelles, 2013).

A SixDegrees le han seguido, entre otras: LinkedIn (2003), MySpace (2003), Facebook (2004), Flickr (2004), YouTube (2005), Twitter, ahora “X” (2006), Tumblr (2007), WhatsApp (2009), Pinterest (2010), Instagram (2010), Snapchat (2011), Vine (2012), WeChat (2011), TikTok (2016). Si se fijan bien, en la anterior lista, hay opciones para todos los gustos, algo que también caracteriza a la Internet 2.0.



Figura 22

Iconos de RRSS populares



¿A cuál perteneces? Diseño de Karen Arnold.

Fuente:

<https://www.publicdomainpictures.net/pictures/260000/velka/networking-social-media-icons.jpg>

Y no paran, aparecen año tras año nuevos entornos digitales para la interacción de los usuarios, unas con más éxito y persistencia que otras. Por cierto, las RRSS han traído también a los *Rockstars* del ciberespacio, los llamados *Influencers*. Son internautas destacados y de gran presencia en línea, con una numerosa base de *Followers* o seguidores, sobre cuyas opiniones y conductas ejercen un impacto significativo.

Ahora bien, Internet, como la vida, no se detiene, y para la segunda década del siglo XXI ya se habla de una versión superior de la Web, etiquetada como la 3.0. Si las RRSS fueron lo más destacado de la Web 2.0, en el próximo nivel de la red de redes se escuchará con insistencia términos como: Inteligencia Artificial (IA), Web Semántica, Internet de las Cosas, Interoperabilidad y Descentralización, Criptomonedas, Blockchain, Identidad Digital, Avatar, Gemelo Digital, Realidad Virtual, entre otros²⁸.

²⁸ Ver en: Telefónica (14 de diciembre de 2022a). *5 aplicaciones Web 3.0 que debes conocer*. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/5-aplicaciones-web-3-0-y-ejemplos-que-debes-conocer/>



Comunicación 5G. La consolidación de la Web 3.0 en los próximos años tendrá un aliado clave en las redes de comunicación inalámbricas de quinta generación (5G). Su masificación supondrá una auténtica revolución tecnológica que permitirá, por ejemplo, realizar intervenciones quirúrgicas teleasistidas, desplegar nuevas flotas de vehículos autónomos y conectar múltiples dispositivos electrónicos entre sí²⁹.

Las promesas de esta nueva generación de redes de comunicación móvil son muchas, pero, de entre ellas, se destaca las siguientes³⁰:

- La velocidad, el 5G permitirá navegar 10 veces más rápido que las principales ofertas de fibra óptica actuales.
- La latencia (tiempo de respuesta de la red), se podría reducir a 5 milisegundos, un período casi imperceptible para los humanos, lo cual permitirá conectar prácticamente en tiempo real y mejorar las experiencias inmersivas de la realidad virtual y de la telepresencia.
- La conectividad, se podrá aumentar exponencialmente el número de dispositivos conectados. Vehículos, robots industriales, drones, mobiliario urbano o cualquier dispositivo electrónico que se tenga en casa (la alarma, la lavadora, la nevera, etc.) podrán conectarse y compartir información en tiempo real, propiciando el desarrollo del Internet de las Cosas (IOT).

Inteligencia Artificial (IA). No se puede dejar de mencionar una herramienta tecnológica que está tomando cada vez más protagonismo en la sociedad, y también en la educación. Sí, por supuesto, se trata de la IA.

Cuando se habla de IA se va más allá de ChatGPT y otros programas de procesamiento de texto y generación de imágenes, llegados a mediados de 2022. El uso de la IA está más extendido de lo que se piensa, incluso se la usa sin darse cuenta.

Son ejemplo de lo dicho, los sistemas de recomendación en las plataformas de *streaming*; el mismo “Autocompletar” de las computadoras y teléfonos; los traductores automáticos y los transcritores de voz a texto; los asistentes virtuales, como *Siri* y *Alexa*; los *chatbots* de diferentes empresas, con los que se interactúa antes de ser atendidos por un asesor humano.

Claro, hay aplicaciones más sofisticadas aún, como programas de detección de enfermedades, de conducción autónoma, de operación de maquinarias, de detección de fraude financiero, de plagio de documentos, de simulación de personalidades, de análisis y simulación de sentimientos, de creación de música (desde la letra a la

²⁹ Ver en: Flores, J. (15 de diciembre de 2022). *Qué es el 5G y cómo nos cambiará la vida*. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida_14449

³⁰ Ibidem



interpretación) y... un largo etcétera.

Más formalmente, se puede decir que la IA es una rama de la ciencia de la computación que se centra en la construcción de máquinas y sistemas informáticos inteligentes, capaces de emular procesos de inteligencia humana. Estos sistemas pueden mejorar la capacidad de procesamiento de grandes cantidades de datos, así como facilitar la resolución de problemas, la toma de decisiones y el aprendizaje a partir de información y de experiencias previas.

Pero, como le hace decir Stan Lee al Hombre Araña: *Todo poder implica una gran responsabilidad*. Y es que, a pesar de las enormes expectativas que generan los recientes logros en esta disciplina, prestigiosas voces se han dejado oír para alertar acerca de los peligros que supone dejarla sin regulación. Uno de ellos es Geoffrey Hinton, reconocido como uno de los “padrinos” de la Inteligencia Artificial.

En una entrevista concedida a la BBC, Hinton afirma: “En este momento, los sistemas de IA no son más inteligentes que nosotros... Pero creo que pronto lo serán. Y dada la tasa de progreso, esperamos que las cosas avancen bastante rápido. Así que debemos preocuparnos por eso”. Uno de sus temores inmediatos es la posibilidad de que Internet, dado el uso indebido de la IA por algunos usuarios, se llene de contenido e información falsa, difícil de distinguir de la verdadera³¹.

Y Hinton no es una voz solitaria que clama en el desierto. En marzo de 2023, un distinguido grupo de más de mil expertos y líderes de la industria tecnológica alrededor del mundo suscribieron una carta donde hacen públicos sus temores y advierten acerca de las consecuencias que el desarrollo sin control de la IA podría tener para la humanidad. Entre los firmantes, se encontraban el empresario Elon Musk y el cofundador de Apple, Steve Wozniak³².

Más recientemente, el 30 de mayo de 2023, mediante carta pública, otros personajes claves de la escena tecnológica escalaron el nivel de alerta al anunciar que “La inteligencia artificial podría llevar a la extinción de la humanidad”, equiparando su poder destructivo al de una pandemia o la bomba nuclear, por lo que, advierten, es imperativo avanzar en su regulación. Entre los firmantes, todos ellos miembros del Centro para la Seguridad de la IA, está Sam Altman, director ejecutivo de OpenAI (creador de ChatGPT); así como Demis Hassabis, director ejecutivo de Google DeepMind; Dario Amodei, de Anthropic; y, el mismo doctor Geoffrey Hinton³³.

³¹ Ver en BBC News Mundo (1 de mayo de 2023b). Geoffrey Hinton, el “padrino de la inteligencia artificial”, abandona Google y alerta de los peligros de la nueva tecnología. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-65451633>

³² Ver en: BBC News Mundo (29 de marzo de 2023a). La carta en la que más de 1.000 expertos piden frenar la inteligencia artificial por ser una “amenaza para la humanidad”. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-65117146>

³³ BBC News Mundo (30 de mayo de 2023c). La inteligencia artificial puede llevar a la extinción de la humanidad: la advertencia de los grandes expertos en IA. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-65759254>



Pero ¿a qué le tienen miedo? Bueno, entre otras cosas, y de acuerdo con lo que sugieren notables representantes de la industria, le temen, a lo siguiente:

- “Alucinaciones”: Los *chatbots* se basan en los Modelos Lingüísticos de Gran Tamaño (LLM, en inglés), los cuales analizan enormes cantidades de texto de Internet. Como mucho en la red es falso, los *chatbots* pueden repetir esas falsedades, incluso inventar falacias.
- Sesgo de IA: la IA se entrena con datos existentes, que pueden contener sesgos humanos y discriminación en función de género, raza, orientación sexual, etc.
- Privacidad y protección de datos: existe el riesgo de uso indebido o malintencionado de datos.
- IA creando arte, música, películas: preocupación sobre cuestiones de autoría, originalidad y derechos de autor.
- Vehículos autónomos: inquietud sobre la responsabilidad y la toma de decisiones en situaciones de riesgo y accidentes.
- Desempleo: podría resultar en la disminución de empleos en varios sectores.
- Transparencia e interpretabilidad: la toma de decisiones de muchos sistemas de IA puede ser opaca o difícil de comprender, lo que hace que sea difícil de responsabilizar y controlar en función de sus resultados.
- Impacto social: podría tener consecuencias imprevistas en áreas como la economía, la política, la educación y las relaciones humanas.
- Rendición de cuentas: es necesario establecer marcos de responsabilidad por las acciones de estos sistemas.

Lo cierto es que, actualmente, un estudiante, maestro o profesional, puede hacer uso de múltiples herramientas de IA disponibles libremente o por pago en Internet. En conversación con una de ellas, ChatGPT-3, el 30 de mayo de 2023, se le preguntó (es decir, se le indicó el siguiente comando o *prompt*):

Nosotros:

Hola, buenos días... ¿Cómo puedo utilizar ChatGPT-3 para ayudarme en mis estudios y mi formación personal?

ChatGPT-3:

¡Hola! Utilizar ChatGPT para ayudarte en tus estudios y formación personal puede ser muy beneficioso. Aquí tienes una lista de cosas que puedes incluir para aprovechar al máximo esta herramienta:

Investigación y consulta: Puedes utilizar ChatGPT para obtener información adicional



sobre temas que estés estudiando. Pregunta sobre conceptos difíciles de entender o solicita explicaciones más detalladas.

Resolución de problemas: Si te enfrentas a problemas o ejercicios difíciles, puedes plantearlos a ChatGPT. La inteligencia artificial puede ayudarte a analizar y abordar los pasos necesarios para resolverlos.

Retroalimentación en la escritura: Si estás trabajando en un ensayo, un informe u otro tipo de escrito, puedes pedirle a ChatGPT que revise tu trabajo y te brinde sugerencias de mejora en cuanto a estructura, gramática y estilo.

Práctica de idiomas: Si estás aprendiendo un nuevo idioma, puedes utilizar ChatGPT para practicar tus habilidades de conversación. Puedes mantener diálogos sencillos en el idioma objetivo y pedirle a ChatGPT que te corrija si cometes errores.

Recomendaciones de lectura: Pide a ChatGPT recomendaciones de libros, artículos o recursos relevantes para tus intereses o áreas de estudio. La IA puede sugerirte materiales complementarios que te ayuden a ampliar tus conocimientos.

Creación de resúmenes: Si necesitas resumir un texto largo, puedes proporcionarle el contenido a ChatGPT y pedirle que genere un resumen conciso. Esto puede ahorrarte tiempo y ayudarte a retener la información clave.

Organización y planificación: Utiliza ChatGPT como una agenda virtual para recordatorios, programación de tareas y gestión del tiempo. Puedes pedirle que te ayude a planificar tu estudio y establecer metas realistas

Recuerda que, aunque ChatGPT puede ser útil, no debe reemplazar por completo el aprendizaje tradicional ni la orientación de profesores o tutores. Utilízalo como una herramienta complementaria y siempre verifica la información crítica con fuentes confiables. ¡Buena suerte con tus estudios y tu formación personal!

Nosotros: ¡Gracias!

ChatGPT-3

¡De nada! ¡Estoy aquí para ayudar! Si tienes alguna otra pregunta o necesitas más información, no dudes en preguntar. ¡Buena suerte en tus estudios y formación personal!

Bueno, ¿qué opinan?

Si se hiciera la pregunta de vuelta, diríamos que queda a juicio y discreción de cada uno utilizar de la mejor manera posible este y cualquier otro tipo de recurso tecnológico, ya sea en el trabajo, en el estudio y en la vida personal.



CAPÍTULO III

Telepresencia Holográfica en la Educación

Como se ha visto, las innovaciones tecnológicas sacuden de vez en cuando las maneras de educar y aprender. Las mismas pueden modificar teorías, modelos, estrategias y medios de enseñanza. Corresponde hablar de estos últimos, de los medios.

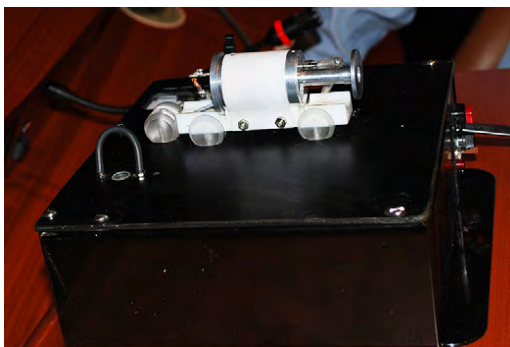
Ya se trate de innovaciones disruptivas o de mejoras de los recursos que ya se han venido utilizando desde hace tiempo; al final, lo que se espera de su incorporación en el proceso pedagógico es que influyan positivamente en la formación académica de los estudiantes, en todos los niveles educativos.

Y, aunque se vaya a hablar de viejos conocidos, porque tanto la holografía como la telepresencia han sido utilizadas en la educación desde hace algunos años; su conjunción, materializada en la telepresencia holográfica, viene abriéndose paso en este campo más recientemente, a manera de innovación transformadora. Pero, hay que hablar primero de la más antigua de ellas, de la holografía en la educación.

Desde que Denis Gabor presentó su idea fundacional en 1947, pasaron algunos años para la eclosión definitiva de la holografía. En realidad, los primeros hologramas de Gabor no entusiasmaron mucho a la comunidad científica debido a que no contaba con la fuente de luz apropiada para generarlos adecuadamente. Por lo que, disipada la efervescencia inicial, la holografía corría el riesgo de quedar en el olvido, como ha sucedido con tantas otras ideas. Pero, otro invento vino a su rescate. Nada menos que el rayo láser, creado por Theodore Maiman en 1960.

Figura 23

El rayo láser dio una nueva oportunidad a la holografía



El aparato generador de rayos láser de Maiman colocado sobre una fuente de poder. Fotografía de Guy Immega (2010).

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10397786>



Gracias al láser, se dispuso de una fuente de luz altamente focalizada, que no se dispersa al propagarse, propiedad que en Física óptica se conoce como “coherencia”. Esta propiedad permite, entre muchas otras cosas, el registro de hologramas de gran calidad.

Mediante la emisión de este nuevo tipo de radiación, los físicos Emmeth Leith y Juris Upatnieks generaron en 1964 el primer holograma a partir de un objeto tridimensional. Se trató de un pequeño tren de juguete, pero gracias a este experimento la holografía alcanzó una verdadera utilidad práctica³⁴.

Luego, el año 1968 fue muy importante para el desarrollo de la tecnología holográfica. El científico Stephen Benton, del MIT, presentó el holograma de arco iris. La importancia de este nuevo tipo de holograma es que no necesita del láser para su reproducción, sino que se puede ver con luz blanca y permite generar las imágenes tridimensionales a un costo menor³⁵.

Incluso, estos hologramas se utilizan desde 1983 hasta el presente para estampar marcas de seguridad en billetes y tarjetas de crédito. Si se anima a sacar su Visa o Mastercard de la billetera, o incluso su pasaporte o DNI, si nota alguna filigrana iridiscente, seguramente es un holograma de seguridad.

Figura 24

Ejemplo de un holograma de seguridad



Holograma en un billete de 50 euros. Fotografía de Heike Löchel (2007).
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1816845>

³⁴ Ver en: Beléndez, A. (20 de mayo de 2015). *Holografía: arte con luz*. <https://blogs.ua.es/fisicateleco/2015/05/20/holografia-arte-con-la-luz/>

³⁵ Ibidem



El primer uso educativo de la holografía se dio en los museos. En 1968 en Michigan, y en 1970 en Nueva York, se realizaron exposiciones de arte holográfico. Y, ya en 1971 se inauguró una escuela de holografía en San Francisco, en ella participaban científicos, ingenieros y artistas, combinando arte, técnica y ciencia. Incluso Salvador Dalí se unió a la tendencia, realizó algunas obras con el nuevo método y las mostró en 1972 y 1973. A esta última exhibición, realizada en Nueva York, asistió el propio Gabor en persona³⁶.

Por cierto, en las representaciones holográficas, la información está grabada y distribuida en una placa de película y, si una minúscula parte de ella se corta, la escena entera puede observarse todavía a través de esa pequeña porción. Esta idea inspiró a Morin (1977) a comparar la naturaleza compleja y multidimensional de la existencia con un holograma. De acuerdo con el filósofo francés, cada parte de la realidad lleva en sí misma la información y las conexiones con el todo, por lo que se debe superar la visión fragmentada y reduccionista a la hora de abordar los fenómenos, intrínsecamente complejos, de la vida.

Figura 25

Leonardo hologramático



Holograma que reproduce una escena entre Leonardo Da Vinci y el cardenal de Aragón en el castillo mansión de Clos Lucé en Francia, donde el genio del Renacimiento pasó los últimos tres años de su vida.

Fotografía de Pieter van Everdingen.

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=113681024>

³⁶ Ibidem



Desde los museos y el arte, la holografía pasó a las universidades como recurso didáctico para el desarrollo de contenidos en carreras como la física, la ingeniería y la medicina, principalmente. En la actualidad, a partir de fotografías de objetos y personas pueden realizarse representaciones holográficas para ser utilizadas en sesiones de clase en todas las áreas del conocimiento y en todos los niveles educativos.

El holograma, como medio de transmisión de contenido visual con fines educativos tiene múltiples ventajas. Por ejemplo: se puede utilizar en el laboratorio, hacer simulaciones o propiciar la interacción lúdica de los estudiantes; además, una imagen 3D, siendo una representación fidedigna del objeto que representa, permite una observación más exacta de las características de lo representado. Por otra parte, estando los estudiantes en contacto permanente con la tecnología, pueden asimilar de manera más sencilla el proceso de trabajo con hologramas.

Ahora bien, el recurso holográfico se había concebido hasta hace poco sólo para reproducir objetos en tres dimensiones, mientras que su capacidad como elemento enriquecedor de las telecomunicaciones, en el caso que ocupa, entre alumnos y docentes, había sido subestimada.

No obstante, y pese a sus múltiples ventajas, aprovechar al máximo este recurso de enseñanza dependerá de las estrategias y metodologías educativas empleadas por el docente para incorporarlo de manera efectiva en el aula. No porque se proyecten hologramas al explicar un contenido curricular el aprendizaje se producirá instantáneamente, de manera espontánea.

Adicionalmente a lo dicho hasta ahora, y desde el punto de vista didáctico, las imágenes tridimensionales pueden cumplir con idoneidad las siguientes funciones pedagógicas: cognoscitiva, comunicativa, informativa y motivadora (Serra et al., 2009):

- **Cognoscitiva:** a través de la holografía, se logra un nivel de reproducción icónico, lo que permite la observación de la realidad lo más objetivamente posible.
- **Comunicativa:** el holograma, al producir una imagen tridimensional como duplicado óptico de un objeto, comunica la máxima información posible en ausencia del objeto original, dando la posibilidad de observar el modelo desde diferentes ángulos de visión.
- **Informativa:** mediante un holograma se transmite prácticamente la misma información que llega del objeto original, excepto en lo referido al tacto, por ahora.
- **Motivadora:** como medio de enseñanza activo, el holograma capta fácilmente la atención de los estudiantes, debido a que la observación de una imagen



tridimensional de un objeto no existente con un alto grado de realismo crea un mayor grado de interés en la audiencia. Y, como corroboran Sánchez, Serrano y Rojo (2020), el interés y la motivación del alumnado ante el estudio es fundamental para provocar aprendizajes significativos, de manera interdisciplinar y holística.

No dejan de advertir Serra et al. (2009), que puede haber algunas limitaciones en la utilización de hologramas como medios de enseñanza, entre las cuales destacan las siguientes:

- Existen objetos que por sus características no son holografiables.
- Existe limitación en la realización de hologramas de objetos con mucha profundidad.
- Los hologramas poseen un ángulo de visión relativamente restringido por lo que no se pueden ver desde cualquier posición del observador.
- Lo anterior implica tener auditorios debidamente acondicionados para una experiencia holográfica óptima.
- Es un medio relativamente costoso y para su construcción deben crearse las condiciones materiales necesarias.
- Para su elaboración y uso debe existir una experiencia previa de investigación y formación en los profesores, técnicos y estudiantes.

Por otra parte, 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. En otras palabras, es una forma de interacción humana mediada por la tecnología 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, dispositivos y sistemas digitales.

Existen diferentes niveles de telepresencia, desde simples videollamadas o videoconferencias hasta sistemas más avanzados que proporcionan experiencias más inmersivas, como la Realidad Virtual Social (Social VR), de la que la telepresencia holográfica es un ejemplo. La telepresencialidad puede ser aplicada en múltiples campos: empresarial, administración de justicia, marketing; incluso en la medicina y, por supuesto, la educación.

Por ejemplo, la telepresencia puede ayudar a agilizar procesos judiciales al permitir audiencias sin que los acusados sean trasladados desde su lugar de reclusión, ahorrando tiempo, costos y riesgos para todos los implicados; en el caso de una empresa, esta puede ponerse en contacto con sus clientes y permitir que los mismos tengan una apreciación a distancia del producto, con más realismo e impacto que si se hace



mediante un catálogo fotográfico *on line*.

En cuanto a la práctica de la medicina remota, la telepresencia mejora los niveles de confianza del paciente al tener una sensación de mayor cercanía con su médico, aunque este se encuentre en un congreso en otra ciudad. Igualmente, el galeno puede realizar una evaluación más fidedigna de la persona tratada por verla con más detalle que si lo hiciera sólo por videollamada.

Todo lo descrito hasta aquí es posible gracias a que, 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).

Ahora bien, los sistemas de videoconferencias, al incorporar las innovaciones del campo de la Realidad Virtual (RV), ha originado un nuevo entorno comunicacional (la Social VR), que proporciona al usuario experiencias similares al de las reuniones presenciales al maximizar la sensación de presencia y copresencia (sentirse acompañado durante la sesión inmersiva).

Como ejemplos de lo anterior se puede mencionar lo ofrecido por las siguientes plataformas: Mozilla Hubs, Altspace, Facebook Horizon, Spatial, Glue, entre otras (Fernández et al., 2021). Por lo tanto, cada vez son más las empresas e instituciones que prefieren experimentar con la telepresencia, dejando de lado las videoconferencias tradicionales.

En el campo específico de la educación, la telepresencia puede ser definida como el uso de tecnologías audiovisuales con fines educativos que permiten a alumnos y profesores interactuar de manera remota y sincrónica en conversaciones, clases y trabajo en equipo (Tecnológico de Monterrey [TEC], 2020).

En este sentido, y de acuerdo con la Universidad Técnica Particular de Loja, se habla de la telepresencialidad como el siguiente nivel de la videoconferencia, debido a que ofrece múltiples posibilidades³⁷. Y, al ser aplicada en el campo educativo, ayuda a:

- **Facilitar la comunicación virtual:** debido a que favorece una comunicación más integral. En las videoconferencias, el intercambio se ve limitado en muchas ocasiones por la falta de gestualidad y visualización de las expresiones.
- **Garantiza la continuidad:** en lugares y contextos, donde la presencialidad se ve limitada por cuestiones médicas, geográficas, temporales y de capacidad,

³⁷ Ver en: Universidad Técnica Particular de Loja [UTPL] (20 de febrero de 2023). *Telepresencia, una innovadora forma de aprendizaje*. <https://noticias.utpl.edu.ec/telepresencia-una-innovadora-forma-de-aprendizaje>



la telepresencialidad se convierte en un aliado para que el proceso de aprendizaje y enseñanza se mantenga.

- **Es una herramienta costo-efectiva:** reduce costos en temas de materiales y desplazamiento.
- **Fortalece el desarrollo de competencias sociales y técnicas:** desarrolla el dominio de las nuevas tecnologías y de las herramientas educativas, así como comprender las nuevas dinámicas de interacción en el entorno educativo virtual.

Se puede decir entonces que, como medio para establecer contacto entre alumnos y docentes, así como de alumnos entre sí, la telepresencia tiene múltiples ventajas y cuenta con instrumental avanzado, tanto en lo que respecta a los dispositivos como a los programas informáticos que pueden hacerla posible.

Para el logro de lo anterior, las computadoras y teléfonos inteligentes constituyen las vías plausibles para ejecutar acciones que impliquen la presencia remota de algunos de los interlocutores participantes. Sin embargo, la telepresencia, como medio para el encuentro educativo, puede ser mejor aprovechada al practicarse en entornos inmersivos de Social VR, como el de la telepresencia holográfica, de tal forma de superar lo meramente audiovisual ofrecido por las videoconferencias tradicionales.

Ahora bien, ¿qué pasa cuando estas dos tecnologías se unen para llevar a cabo actividades educativas, mediante la telepresencia holográfica?

La sinergia entre holografía y telepresencia ha llamado la atención y ha sido puesta a prueba en el contexto empresarial, donde grandes tecnológicas han mostrado avances prometedores. Es el caso de la empresa española Telefónica, la cual, en el marco del *Mobile World Congress* (MWC) de Barcelona, en febrero de 2022, “telepresentó” a la campeona olímpica y mundial de bádminton, Carolina Marín, mediante una reproducción de video tridimensional en tiempo real desde Madrid, donde ella se encontraba.

Para el logro de este hito tecnológico, se trabajó desde una sala de captura volumétrica con 12 cámaras Intel *Realsense* que capturan la imagen y el volumen de la persona; la información se envía a servidores basados en procesadores que permiten experiencias de *streaming* inmersivo de ultra baja latencia; y luego, el holograma se transmite a todas las personas que se conectan a la telepresencia vía 5G, ya sea desde un PC, desde una tableta, o con gafas de realidad aumentada como las Hololens 2³⁸.

³⁸ Ver en: Telefónica (28 de febrero de 2022b). *La telepresencia holográfica de Telefónica, protagonizada con Carolina Marín en el MWC*. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/la-telepresencia-holografica-de-telefonica-protagonista-con-carolina-marin-en-el-mwc/#downloads-49362>



La telepresencia holográfica transporta virtualmente a una persona sin importar dónde esté y la sitúa frente al usuario de la aplicación. Y, como señala la gerente de Innovación de Telefónica, Mercedes Fernández Gutiérrez: todo es en directo, por lo cual se produce una fuerte sensación de presencia real combinada con la posibilidad de un alto grado de interacción con el holograma, lo que te hace olvidar que esa persona no está delante de ti³⁹.

Por otra parte, en el campo de la educación, específicamente universitaria, también hay iniciativas promisorias. Las mismas buscan superar el formato donde el docente y los estudiantes se encuentran mediante plataformas de videoconferencia, bajo una modalidad que erróneamente algunos todavía llaman virtual, cuando la misma no pasa de ser, y así debería denominarse, remota, a distancia o en línea.

Por ejemplo, la Imperial College Business School de Londres imparte, desde noviembre de 2018, conferencias holográficas en vivo a sus estudiantes (Ríos, Guamán y Loaiza, 2022). Y, un caso más cercano, se tiene el trabajo desarrollado desde el año 2016 por el Tecnológico de Monterrey (el TEC) en México (Aldape, Ramírez y Castaño, 2021).

Por otra parte, recientes investigaciones llevadas a cabo por diferentes autores y recogidas a manera de “Estado del Arte” en el trabajo de Arevalillo-Herráez et al. (2022), dan cuenta de aspectos positivos y oportunidades de mejora de la telepresencia en 3D frente a las videoconferencias tradicionales 2D. Entre las categorías identificadas en los estudios consultados por los autores citados, se tiene:

- Niveles más altos de presencia, motivación, compromiso y capacidades de aprendizaje.
- Influencia positiva en aptitudes y actitudes, tanto individuales como grupales.
- Contribuye a un aprendizaje autónomo más efectivo.
- Mayor nivel de disfrute y calidad de aprendizaje.
- Grado de atención más alto por parte de los estudiantes.
- Mayor percepción emocional cuando los estudiantes realizan presentaciones en el entorno virtual.
- Los estudiantes se muestran más relajados cuando realizan presentaciones utilizando la plataforma de telepresencia.
- La adaptación y la efectividad en la realización de tareas por parte de los usuarios de las plataformas de telepresencia tiende a mejorar con el tiempo.
- Los niveles de copresencia experimentados dependen mucho de la tarea que se realiza.
- Las tecnologías actuales para habilitar comunicaciones holográficas 3D multiusuario, a pesar de sus limitaciones y margen de mejora, ya posibilitan

³⁹ Ibidem



reuniones interactivas y colaborativas.

- Es necesario seguir mejorando las soluciones de telepresencia holográfica y Social RV para explotar al máximo sus capacidades en el ámbito educativo.
- Se han presentado, algunas veces, problemas técnicos y situaciones de incomodidad puntuales.
- Debe mejorarse la usabilidad (hacer más sencillo su uso) de las plataformas de telepresencia.
- Pueden darse casos aislados de agotamiento y mareos por parte de algunos usuarios, aunque se asocian más al uso del hardware que a la plataforma en sí.
- Es necesario que este tipo de tecnologías permitan reproducir con naturalidad aspectos de la comunicación no verbal, como los gestos, para garantizar niveles adecuados de interacción y aprendizaje.
- En sesiones de telepresencia educativa la comunicación no verbal, así como los gestos faciales y corporales son clave para proporcionar una comunicación y comprensión realmente efectiva.
- Deben privilegiarse las representaciones realistas y volumétricas de los usuarios (esto es, hologramas 3D), ya sea a través de foto o video frente al uso de avatares sintéticos, los cuales son considerados una barrera al momento que se requiere una apariencia seria, profesional y/o fidedigna, como es el caso de una sesión de clases.
- Las plataformas telepresenciales en 3D, aún necesitan mejorar aspectos tales como: la resolución y definición de los hologramas; reducir costes (económicos, requisitos computacionales y de ancho de banda); habilitar soluciones *plug & play* de fácil instalación y uso; proporcionar interoperabilidad y escalabilidad.
- Una gran cantidad de potenciales usuarios todavía no están familiarizados con las plataformas inmersivas.
- El uso de plataformas holográficas requiere ciertas habilidades y capacidades que a su vez pueden implicar una curva de aprendizaje o período de adaptación.
- Deben garantizarse aspectos como el confort, la seguridad, la privacidad y la ética.
- Acciones indebidas, como acoso, troleo y abuso son posibles en los entornos de telepresencia, y muchas veces no son fáciles de detectar y controlar.



Y, en función de todo lo anterior, Arevalillo-Herráez et al. (2022), concluyen en su investigación, lo siguiente:

La RV Social [y la telepresencia holográfica] no debe ser concebida como una solución que reemplace los eventos y actividades presenciales, sino que las complemente y se convierta en una alternativa muy válida, que posibilite y facilite nuevas oportunidades al tiempo que aporte beneficios en cuanto a reducción de costes, de tiempo y sostenibilidad. Las tecnologías y experiencias de RV Social ya son capaces de aportar beneficios indudables, pero se debe seguir haciendo camino tanto en el campo tecnológico como creativo, así como en los diferentes verticales de aplicación, para maximizar dichos beneficios, puesto que ello repercutirá positivamente en nuestra sociedad. (p. 138)

Mientras que Ríos et al. (2022), recuerdan que la telepresencia a través de hologramas debe ser acompañada por la consumación del nuevo rol del docente en la educación contemporánea. Por lo que, para la implementación del proyecto de telepresencia holográfica en el aula, será necesario contar con la puesta en práctica de metodologías de enseñanza activa bien definidas.



CAPÍTULO IV

¿Qué hace posible la telepresencia holográfica en la educación de nuestros días?

La educación ha estado experimentando cambios radicales en poco tiempo. Si se duda, basta recordar en todo lo que se ha pasado (y aprendido) en el breve lapso transcurrido desde el 2020, cuando se decretó el confinamiento obligatorio debido a la pandemia por la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), hasta el presente.

Se podría decir, incluso, que la manera como se enseña y se aprende se transformó en todo el mundo debido a la adopción forzosa de las TIC como herramientas didácticas, tanto en las aulas como en los hogares, para apoyar los procesos de formación de los estudiantes y el trabajo de los docentes durante la emergencia sanitaria.

La pandemia expuso deficiencias que afectan, desde hace mucho, a los sistemas educativos de todos los países, en especial de los menos desarrollados. Hizo patente, entre otros aspectos:

- La necesidad de atender las competencias digitales de docentes y estudiantes;
- La desigualdad en el acceso a la educación, sobre todo la que se ejecuta de manera remota;
- La obligación de darle mayor importancia al apoyo emocional y la salud mental de las personas; y,
- La urgencia de promover cambios en el currículo y en las metodologías de enseñanza, en todos los niveles educativos.

Sin embargo, no todo ha sido negativo. Gracias a la pandemia, finalmente se ha aceptado la urgencia de incorporar herramientas digitales en la educación. Lo anterior, aunque muchos quieran negarlo, sólo se hacía rara vez, por algunas instituciones o algunos docentes. Además, la dolorosa experiencia, resultó en un recordatorio de lo vulnerables que se es como especie, habitantes de un mundo que uno mismo ha hecho cada vez más hostil para la vida.

Por ello, resulta lógico la previsión de aquellos que llaman a estar preparados. Simplemente no se sabe cuándo ocurrirá de nuevo una situación parecida o, para hacerlo más dramático e inexorable: se sabe que puede ocurrir de nuevo, por lo que es imperativo tomar previsiones.

En este contexto, la telepresencia holográfica se anuncia como una posible alternativa comunicacional. Claro, no sólo para escuelas y universidades, de hecho, seguramente llegará un poco después a ellas, luego de ser probada y explotada comercialmente en



los ámbitos privado y empresarial.

Y es que, diariamente, se es testigo de avances tecnológicos que confluyen para materializarla en el futuro cercano. A continuación, se revisará algunos indicios que hacen sospechar que dentro de poco se podrá contar con la telepresencia holográfica como herramienta digital factible para la mediación académica.

Experiencias previas

El uso intensivo de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje tiene un antes y un después ¿Se recuerda cómo era la educación antes de la pandemia? Puede ser que se diga que, en su caso, no ha cambiado mucho; a lo que responderíamos con otra pregunta: ¿Están seguros?

El 11 de marzo de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) anunciaba que la enfermedad debida al coronavirus SARS-Cov-2, conocida como COVID-19, tenía la condición de pandemia. A continuación, se produjo algo insospechado, el confinamiento obligatorio en casa y el cierre de escuelas y lugares de trabajo en casi todo el mundo.

Pasaría cerca de año y medio para el regreso a la presencialidad en las aulas de clases. Cuando llegó ese momento, ya se tenía algo claro: la vida, y por ende la educación, nunca volverían a ser las mismas. El retorno progresivo a la presencialidad no significó volver a hacer lo mismo que se hacía en las aulas el 2020, el cambio de modelo exigido a partir del aislamiento preventivo dejó sus huellas en todos los actores involucrados (Dellepiane y Ruiz, 2022).

El ensayo y error que significó el uso obligado de las TIC para dar continuidad a los programas educativos dejó un valioso caudal de experiencias. Las lecciones aprendidas por alumnos, maestros, padres de familia, directivos y tomadores de decisiones políticas en ese lapso, revelaron que el momento de un cambio profundo en la educación no sólo era deseable, también era posible y más urgente que nunca.

En el contexto de la educación, se vio forzado a recurrir masivamente a la tecnología para mediar en los procesos de formación. Lo anterior obligó a los equipos académicos a traducir a la virtualidad actividades que habían sido pensadas y diseñadas para la presencialidad, sin tener, en muchos casos, experiencia previa, capacitación o recursos suficientes para hacerlo (Negro y Gómez, 2021).

Afortunadamente, al momento de declararse la pandemia, existía ya un extenso catálogo de herramientas tecnológicas cuyo desarrollo había alcanzado la madurez necesaria para ayudar en la labor docente. Por lo que se adoptaron plataformas de enseñanza en línea, se organizaron clases remotas a través de videoconferencias, se compartieron materiales educativos en formato digital, se reorientaron los usos que hasta ese momento se daba a las aplicaciones de comunicación (WhatsApp, RRSS,



correo electrónico), entre otras acciones.

Si nos atrevemos a mirar atrás, quizá se recuerde que, antes de ese punto de inflexión en la historia, el uso de los recursos educativos digitales no era lo usual en el ámbito educativo. Y, si bien algunas instituciones y profesores los empleaban de forma limitada, no era la norma general. La educación presencial tradicional predominaba y los medios tecnológicos se consideraban complementarios u opcionales, a excepción de algunos centros de educación superior de vocación vanguardista.

Al declararse el confinamiento y producirse la migración de la educación a entornos digitales, se observó una mayor variedad en los recursos tecnológicos disponibles. Aparecieron nuevas aplicaciones y las que ya existían se adaptaron a la situación de emergencia. Así, se perfeccionaron y crearon nuevas LMS y herramientas de videoconferencia y comunicación remota.

También se amplió la disponibilidad de materiales educativos en Internet, incluyendo libros electrónicos, artículos académicos, videos educativos y cursos masivos y abiertos *online* (MOOC); además, se desarrollaron herramientas de evaluación apropiadas, como cuestionarios y plataformas especializadas para medir el progreso y el rendimiento de los estudiantes de manera remota.

En este punto, algunos se atrevieron a suponer que, luego de la emergencia sanitaria, la enseñanza remota y no presencial iba a ser dejada de lado y recordada como una anécdota. Mientras que otros “Comenzábamos a pensar qué penoso sería desaprovechar todo ese camino recorrido, todos esos aprendizajes construidos, y volver a un sistema educativo que siguiera adelante como si nada de aquello hubiera ocurrido” (Dellepiane y Ruiz, 2022, p. 100).

Aunque, es bueno tener claro que esas experiencias deben ser juzgadas con el condicional de haber ocurrido en una situación muy particular. Como lo explican Barragán et al. (2020), citando a la UNESCO: “las soluciones han respondido a un contexto de emergencia, donde tanto los contenidos como la forma de impartirlos han respondido más a lo que hay disponible que a lo que sería óptimo entregar según las necesidades de las comunidades educativas” (p. 49).

Debido a lo anterior, y como se ha podido comprobar en estudios recientes, luego del regreso a las aulas se observó que los resultados de aprendizaje, de salud emocional y de desarrollo de habilidades sociales, obtenidos durante la aplicación de la educación no presencial durante el confinamiento, no fueron los mejores (HRW, 2021). Todos los niveles educativos y todas las áreas básicas de conocimiento, desde la lectoescritura al razonamiento lógico matemático, fueron perjudicados y arrojan resultados desfavorables cuando se les compara con el periodo prepandémico.

Esto puede deberse a que, a pesar de las ventajas evidentes de la educación remota,



la interacción personal y la convivencia con el otro, por parte de docentes y estudiantes, son fundamentales para la concreción exitosa del hecho educativo, como ya lo habían sostenido los representantes del constructivismo social, con Piaget, Bruner, Ausubel y Vygotsky como referentes teóricos destacados de esta escuela de pensamiento pedagógico.

Para ellos, el aprendizaje e incluso la realidad, se construye a partir de la experiencia y el intercambio que se produce entre los sujetos en el contexto en que se desenvuelven (Reyero, 2019). Sin embargo, es necesario considerar que los pobres resultados mencionados, se deben más a la manera cómo se hizo uso de las TIC en ese momento en particular, que a las herramientas digitales en sí.

Por tanto, no es que se nieguen las infinitas posibilidades que la educación mediada por las tecnologías ofrece, sino que la misma debe acontecer de manera adecuada, sobre todo, procurando no deshumanizar un espacio que es por definición humano y humanizante, como el educativo. Porque, en la educación virtual, se percibe a los sujetos parcialmente, lo que lo des-subjetiva; por ello es necesario la re-significación del proceso educativo en escenarios virtuales para completar ontológicamente al sujeto (Aguilar, 2020).

Así, y partiendo de dos hechos ciertos: la necesidad de aprovechar los aprendizajes del “ensayo-y-error” que dejó el modelo en línea de educación aplicado durante el confinamiento; y, admitiendo la posible repetición futura de eventos catastróficos que obliguen a emplear nuevamente la educación no presencial como alternativa. Se justifica entonces la búsqueda de modelos de enseñanza aprendizaje que posibiliten hacer frente a las contingencias, o mejor, que normalicen la inclusión de recursos provistos por los avances exponenciales de las TIC a la práctica educativa, pero evitando la deshumanización del proceso y garantizando un aprendizaje significativo.

Por lo que, a decir de Dellepiane y Ruiz (2022), hablando de ese momento que se vivió al retornar a las aulas:

La incertidumbre era la única certeza, pero sin duda, el tiempo que seguía debería conformar un escenario que contemplara la presencialidad repensada y lo mejor de la virtualidad, descubierta en esos tiempos de emergencia. Esas nuevas formas de comunicación, esos espacios que posibilitaron ampliar el aula física, ese acceso diverso a recursos multimodales, deberían conformar, junto con la presencialidad, un entramado potente. (p. 101)

Dado el escenario descrito anteriormente, se han propuesto otras formas de abordar la educación a futuro, integrando las bondades del modelo en línea al modelo presencial de educación. Siendo, “modelo híbrido”, el término más utilizado para



hablar de la combinación de estos dos métodos de educar. Por ello: “Hablamos de modelos de enseñanza híbridos 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” (Dellepiane y Ruiz, 2022, 101).

Dicho modelo, a decir de Duarte, Gil y Castaño, citados por Barragán et al. (2020), “...constituye una posibilidad de continuo en el proceso de enseñanza aprendizaje puesto que puede verse como la expansión y continuidad espacio temporal (presencial y no presencial, sincrónico y asincrónico) en el ambiente de aprendizaje” (p. 62). Gracias a este modelo híbrido de educación, por ejemplo, podría garantizarse a aquellos alumnos que, por alguna razón no puedan estar en clases presenciales, participar de las sesiones e interactuar con sus docentes y compañeros de estudio.

Por lo que, la adopción de un modelo híbrido de educación, que vaya más allá de la simple educación en línea aplicada hasta ahora, es decir, la que se realiza a través de videoconferencias o mediante el acceso a plataformas educativas, superaría una de las carencias más notables de dicho estilo de enseñanza: la falta de cercanía física y emocional entre los actores del proceso educativo, que lleva a la deshumanización de la experiencia escolar y, además, produce pobres resultados tanto en lo académico como en lo emocional.

La masificación de la educación mediada por la tecnología ha llevado a un cambio de paradigma en la educación, donde los estudiantes se convierten en protagonistas activos de su propio aprendizaje, conectando con otros y construyendo conocimiento de manera colaborativa. La tecnología se convierte en una herramienta poderosa para facilitar estos procesos, pero es importante destacar que los docentes siguen desempeñando un papel crucial como mediadores del aprendizaje.

A medida que se avanza hacia un futuro donde la tecnología seguirá desempeñando un papel central en la educación, es fundamental que los educadores adopten las teorías y los métodos pedagógicos activos y, además, utilicen la tecnología de manera reflexiva y crítica. La masificación de la educación mediada por las TIC ha abierto un abanico de posibilidades para el aprendizaje, pero también presenta desafíos en términos de equidad, acceso y calidad educativa.

Es responsabilidad de todos los actores involucrados en el proceso educativo abordar estos desafíos y aprovechar al máximo el potencial de la tecnología para una educación más inclusiva, participativa y significativa. Porque, a pesar de los avances en la digitalización de la educación en todos los países, persisten algunos problemas que ya existían antes de la pandemia y, además, han surgido otros nuevos. Por ejemplo:

- Se ha ampliado la brecha digital y, ahora, no tener acceso a Internet o equipos



tecnológicos puede significar una desventaja mayor de lo que antes era;

- El acelerado avance de las TIC, ha obligado al docente a un proceso de formación continua;
- Incorporar tecnologías en la educación implica un esfuerzo adicional por parte de los profesores, por lo que la carga de trabajo puede convertirse en un problema laboral;
- La evaluación del aprendizaje en entornos digitales plantea desafíos específicos, por lo que deben adaptarse las estrategias de evaluación a las nuevas circunstancias.

Todo lo anterior obliga a repensar la educación y el uso de las tecnologías para que estas se empleen como herramientas para acelerar aprendizajes, más que como un simple canal de transmisión de contenido. Y, recordar que, la modalidad en sí misma: presencial, a distancia o híbrida, no es más importante para el proceso que la propuesta educativa que se realice (el qué, el para qué y el cómo enseñar); así como tampoco debe priorizarse lo digital *per se*, frente a cualquier otra estrategia didáctica que pueda desplegarse en el aula, y que resulte igual de efectiva para el logro de los objetivos curriculares (Negro y Gómez, 2021).

Por lo tanto, gracias al desarrollo reciente que han tenido las TIC en general, y las que se utilizan en la educación en particular, unido a la disposición a aceptar, cada vez de mejor grado, que dichos avances sean incorporados en los procesos de enseñanza; hace entender la razón de que una innovación como la telepresencia holográfica ya no sea vista como un disparate irrealizable, sino que tenga partidarios y experiencias probadas, que hacen pensar que quizá, muy pronto, la misma se hará realidad.

Avances en la tecnología y las plataformas comunicacionales

Como se ha visto, la calamidad que significó la pandemia para todos dejó, sin embargo, cambios importantes en la manera de enseñar y aprender. Una de esas transformaciones fue la adopción de recursos tecnológicos como apoyo a la labor educativa. Lo anterior, a su vez, promovió la apertura por parte de los docentes a experimentar, incorporar, dominar y diversificar su repertorio de herramientas digitales para la mediación pedagógica.

Por otra parte, la dinámica y la vocación innovadora de la industria tecnológica es indetenible. Y, hoy, no dejan de sorprender las novedades que se suceden constantemente en esta área. Uno de los sectores más activos, por ejemplo, ha sido el de las comunicaciones, dentro del cual está circunscrita la telepresencia holográfica. Por tal motivo, la misma ha aprovechado todas aquellas novedades (en hardware, software y conexiones) que le permitan llegar a ser una opción factible de contacto remoto entre las personas.



Pero ¿Qué ha pasado, en el ámbito de las TIC, para que cada vez se esté más cerca de asistir a clases utilizando la telepresencia holográfica? Aunque muchos aún se encuentran en desarrollo, existen avances en tecnología y plataformas comunicacionales que ya propician las experiencias de telepresencia holográfica en la educación. A continuación, se pasa revista a algunos de ellos:

La Realidad Virtual Social (Social VR): Actualmente, es posible interactuar y comunicarse con otras personas en entornos tridimensionales utilizando tecnología de realidad virtual, creando una experiencia social inmersiva que se asemeja a la interacción cara a cara, mediante el uso de plataformas de Social VR.

El desarrollo de la Social VR se beneficia de los avances de las plataformas de videoconferencia, para reproducir la lógica ya conocida de las RRSS, pero con el añadido de un contacto que trasciende la pantalla bidimensional. De acuerdo con Fernández et al. (2021), los sistemas de videoconferencia han ganado mucha relevancia en la sociedad y han evolucionado considerablemente en cuanto a escalabilidad, interoperabilidad y funcionalidades de interacción, pero todavía presentan limitaciones importantes en cuanto a realismo, inmersión y confort.

Ante esto, dicen los mismos autores:

Más recientemente, la madurez de los sistemas de Realidad Virtual (RV) y su convergencia con los sistemas de audio-videoconferencia están permitiendo el desarrollo de una nueva generación de plataformas de Social VR (ej. Mozilla Hubs, Altspace, Facebook Horizon, Spatial, Glue...) que permiten la interacción y la comunicación entre múltiples usuarios remotos inmersos en entornos virtuales compartidos. (p. 134)

En la Social VR, los usuarios suelen representarse a sí mismos mediante avatares o personajes virtuales personalizables, para participar en actividades sociales y colaborativas. Pueden comunicarse mediante voz, gestos y movimientos corporales, interactuar con objetos y entornos virtuales, trabajar en equipo, asistir a eventos virtuales, clases remotas, explorar lugares virtuales y participar en juegos y experiencias compartidas.

Actualmente, la Social VR se experimenta mediante la acción en el entorno virtual de un avatar sintético bidimensional del participante. Aunque lo anterior representa un avance en realismo, interacción e inmersión, con respecto a las videoconferencias tradicionales, el objetivo de muchos investigadores es, por ejemplo: una plataforma Social VR de bajo coste en la que los usuarios son capturados por cámaras con sensores de profundidad, e integrados en tiempo real y en un formato fotorrealista y volumétrico en entornos virtuales compartidos (Fernández et al., 2021).



Es decir, transportar la imagen en video 3D a un entorno virtual compartido con un grupo para realizar alguna actividad en conjunto: una clase, una reunión de trabajo, un juego, una conversación, etc. La misma puede ocurrir en un entorno real, como la oficina o un salón de clases, o en un entorno simulado digitalmente.

Avances en pantallas y proyección holográfica: La tecnología de pantallas y proyección ha mejorado significativamente en los últimos años. Por ejemplo, se han desarrollado pantallas holográficas que permiten la visualización de imágenes tridimensionales sin necesidad de utilizar gafas especiales. Estas pantallas son capaces de proyectar hologramas de alta resolución.

Las más avanzadas actualmente son las pantallas volumétricas de espacio libre, las cuales crean puntos de imagen luminosos en el espacio. Este tipo de soporte de imagen es la tecnología que más se asemeja a las pantallas tridimensionales de la ficción popular, ya que son capaces de producir imágenes en “el aire”, visibles desde casi cualquier dirección (Smalley et al., 2018).

En cuanto a la proyección, se han realizado avances en el desarrollo de sistemas capaces de capturar, transmitir y proyectar imágenes holográficas en tiempo real. Estos sistemas suelen combinar tecnologías como la óptica holográfica, la computación gráfica avanzada y la proyección láser para crear imágenes tridimensionales en el aire, altamente detalladas, vívidas y semejantes en apariencia y comportamiento al de las personas u objetos reales que representan.

Comunicaciones de alta velocidad: La telepresencia holográfica requiere una transmisión de datos rápida y confiable para garantizar la sincronización precisa de los hologramas en tiempo real. Los avances en tecnologías de comunicación de quinta generación (5G), están proporcionando velocidades de transferencia de datos ultra rápidas y una menor latencia⁴⁰.

Las redes de comunicación 5G son fundamentales para una mejor conexión a Internet y, en el caso específico de la telepresencia holográfica, este tipo de red permitirá:

- Un mayor ancho de banda, necesario para soportar la gran cantidad de información implicada.
- Que la latencia sea extremadamente baja para garantizar una experiencia fluida, creíble y en tiempo real.
- Manejar gran cantidad de conexiones simultáneas entre múltiples participantes ubicados en diferentes lugares.
- Una mayor cobertura y movilidad, lo que facilita que la telepresencia holográfica pueda darse incluso en dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y

⁴⁰ Ver en: Flores, J. (15 de diciembre de 2022). *Qué es el 5G y cómo nos cambiará la vida*. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida_14449



tabletas, en un amplio espacio geográfico.

Sistemas de captura de imagen en 3D: Para lograr una telepresencia holográfica efectiva, se requiere una captura precisa de la imagen en 3D de la persona u objeto que se va a proyectar. Se han desarrollado sistemas avanzados de captura de imagen en 3D, como las que Fernández et al. (2021), describen a continuación:

- *Capturas volumétricas:* permiten la captura tridimensional completa de un sujeto o escena, tanto de su forma como de la apariencia volumétrica. Para hacerlo, utilizan una variedad de métodos, como el escaneo de luz o láser, la fotogrametría volumétrica, el uso de cámaras de matriz de múltiples vistas o sistemas de captura de imagen con cámaras dispuestas en un arreglo circular o semicircular. Estos sistemas capturan datos 3D en tiempo real desde diferentes ángulos, generando una representación tridimensional completa y detallada del sujeto o la escena.
- *Cámaras estereoscópicas:* Estas cámaras utilizan dos lentes separados para capturar imágenes desde dos puntos de vista ligeramente diferentes, simulando la visión binocular humana. Al combinar las imágenes capturadas desde ambos lentes, se obtiene una representación tridimensional de la escena. Las cámaras estereoscópicas son comunes en aplicaciones de realidad virtual y aumentada, donde se busca una inmersión visual convincente.
- *Cámaras de profundidad:* También conocidas como cámaras 3D o cámaras de tiempo de vuelo (TOF), estas cámaras capturan información de profundidad junto con las imágenes tradicionales en 2D. Permiten obtener una representación tridimensional más precisa y detallada, lo que es beneficioso para la generación de imágenes holográficas realistas.
- *Escaneo 3D:* Utilizan tecnologías como la luz estructurada, el escaneo láser o la fotogrametría para capturar la geometría tridimensional de los objetos o personas en una escena. Puede proporcionar una representación muy precisa y detallada de los objetos o personas, lo que es valioso para la creación de imágenes holográficas realistas.

Dispositivos y equipos especializados: No sólo cámaras, pantallas, proyectores, cascos y lentes de RV; también se cuenta con servidores, incluso con la Cloud Computing y la Edge Computing, para el procesamiento de grandes cantidades de datos y software específico para ser usado en la comunicación mediante la telepresencia holográfica.



CAPÍTULO V

Aplicaciones de la telepresencia holográfica en la educación. El caso del TEC de Monterrey

La telepresencia holográfica ha sido una apuesta seria por parte del TEC de Monterrey desde hace ya algún tiempo. Por ejemplo, cuenta González-Mendívil (2013), que, durante la inauguración del 8vo Congreso de Innovación y Tecnología Educativa de dicha institución, efectuado el año 2013, se instaló una estación de telepresencia que permitió la escenificación de un holograma de dimensiones reales de las autoridades para dar inicio al evento.

Figura 26

Holograma durante el 8° Congreso de Innovación y Tecnología del TEC



Holograma de la Dra. Patricia Salinas presentando a los ponentes en la inauguración del 8o Congreso de Innovación y Tecnología Educativa en ITESM Campus Monterrey del TEC en el año 2013. Foto de Thelmadatter (2013).

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30144413>

Para ese momento, el TEC ya concebía este medio de interacción educativa como una oportunidad para contar "... con los medios tecnológicos que permitan la transmisión del conocimiento de reconocidos expertos en distintas áreas [sin importar donde se encuentren] a través de realizar su exposición con uso de la telepresencia holográfica" (González-Mendívil, 2013, p. 1).



Desde esos inicios, y gracias al empeño de los docentes y estudiantes involucrados en el proyecto, se ha logrado perfeccionar la experiencia hasta convertirla en un elemento distintivo de su oferta académica, como una especie de marca registrada: *Profesor con Efecto Holograma*. Y es que, al hablar de telepresencia holográfica en la educación, todas las miradas coinciden en un punto: el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en México, el TEC.

Lo dicho no es algo que deba sorprender, si se toma en cuenta que el proyecto interdisciplinario Profesor con Efecto Holograma logró un hito histórico el día 21 de agosto de 2018. En esa fecha se impartió la primera clase formal con el holograma bidimensional del profesor Alfonso Serrano Heredia a 160 alumnos de la asignatura Física I. Se hizo de manera simultánea en cinco campus separados entre sí por kilómetros de distancia, en las ciudades de Monterrey, Saltillo, Chihuahua, Laguna y Tampico⁴¹.

Entre los resultados de esta experiencia, Aldape et al. (2021), destacan lo siguiente:

- No hay diferencias significativas en los resultados de desempeño académico obtenidos por profesores holograma con respecto a los de los docentes en clases presenciales.
- Se observa un alto grado de motivación para la participación activa y asistencia puntual a las clases dictadas por el Profesor con Efecto Holograma.
- Los estudiantes manifiestan que la barrera tecnológica es casi imperceptible para interactuar con su profesor.
- Hay mayor curiosidad, concentración y disfrute de los grupos que han participado en clases bajo modalidad de telepresencia holográfica con respecto a las clases tradicionales, ya sean presenciales o remotas.
- Los estudiantes consideran la experiencia como enriquecedora y valoran positivamente la didáctica, la posibilidad de acceso a expertos internacionales en asignaturas específicas, la interacción intercampus y el uso de herramientas tecnológicas.

Este primer ensayo de telepresencia holográfica aplicada a la educación en Latinoamérica por parte del TEC ha recibido elogios, atención y reconocimiento en todo el mundo.

Tanto es así que el proyecto *Hologram Professor humanize and bring accessibility to the distance education experience* de este prestigioso instituto educativo obtuvo el

⁴¹ Ver en: Villanueva, A. (22 de agosto de 2018). *Mi profesor es un holograma; da Tec primera clase al estilo Star Wars*. <https://conecta.tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/mi-profesor-es-un-holograma-da-tec-primer-clase-al-estilo-star-wars>



Silver Award en la Competencia Internacional de Innovación Educativa *QS Reimagine Education* (los “Oscar de la Educación”), en la categoría *ICT Tools for Teaching, Learning and Support Innovations*, el año 2020. Además, el proyecto de Profesor con Efecto Holograma también fue reconocido en la misma competencia con el *People’s Choice Award*, al ser el más votado durante la convocatoria alrededor del mundo⁴².

El proyecto ha continuado con nuevas iniciativas basadas en lo aprendido en este largo trayecto y, a partir de septiembre de 2022, se reanudaron las clases en modalidad Profesor con Efecto Holograma en 5 campus (Monterrey, Querétaro, Saltillo, Laguna y Estado de México), impactando a 329 estudiantes, 13 docentes y 7 unidades de formación de nivel Profesional (TEC, 2023).

Incluso, el martes 27 de septiembre de 2022, siendo las 10 de la mañana en México y las 5 de la tarde en los Países Bajos se realiza la primera clase holográfica intercontinental entre el TEC de Monterrey y la Universidad Tecnológica de Delft (TU Delft). Esta disruptiva sesión académica se realizó en tiempo real y en ella participaron profesores de la Escuela de Arquitectura, Arte y Diseño del TEC, en combinación con Chris Zevenbergen, del departamento de urbanismo de TU Delft, desde Países Bajos. El evento consistió básicamente en un diálogo entre los docentes, con la presencia de estudiantes en simultáneo a ambos lados del océano Atlántico.⁴³

Por su parte, Carla Ramírez, líder de Innovación Educativa y de la Iniciativa de Proyección Bidimensional con Efecto de Holograma de Profesores asegura que esta clase abre una oportunidad para más colaboraciones en el futuro, con más universidades alrededor del mundo, con el fin de dar a los mejores expertos en cada área de conocimiento la oportunidad de compartir sus saberes y experiencias con una audiencia global sin necesidad de moverse de su sitio de trabajo⁴⁴.

Además, sólo durante el año 2022, de acuerdo con TEC (2023), se realizaron los siguientes eventos con impacto internacional, bajo la modalidad de Profesor con Efecto Holograma:

- Conferencia Magistral con Isabel Allende en la Feria Internacional del Libro Monterrey 2022, el 10 de octubre.
- Conferencia “Liderazgo para cambiar el mundo”, impartida por el Dr. Sergio Fajardo para los campus Monterrey, Estado de México, Laguna, Saltillo y Querétaro, el 9 de noviembre de 2022.

⁴² Ver en: Treviño, R. (23 de diciembre de 2020). *El Tec gana “Oscar” de la educación por proyecto de Profesor Holograma*. <https://conectadev.tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/el-tec-gana-oscar-de-la-educacion-por-proyecto-de-profesor-holograma>

⁴³ Ver en: Villanueva, A. (27 de septiembre de 2022). *Tec realiza primera clase intercontinental con Profesor Holograma*. <https://conectadev.tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/tec-realiza-primera-clase-intercontinental-con-profesor-holograma>

⁴⁴ Ibidem



- Conferencias Internacionales impartidas por expertos del Tecnológico de Monterrey en el extranjero a través de profesores con efecto holograma.
- “Aplicaciones de la Estadística: Tres Proyectos de investigación”, impartida por la Dra. Elvira Rincón a la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, el 21 de julio.
- “Despliegue de la innovación educativa en el Tecnológico de Monterrey”, impartida por el Dr. Joaquín Guerra a PUC Campinas, Brasil, el 25 de octubre.

De acuerdo con el TEC, la experiencia Profesor con Efecto Holograma puede replicarse en otras instituciones educativas de manera sencilla, con capacitación y una inversión moderada. Para hacerlo, el Tecnológico propone un proceso que implica cinco pasos⁴⁵. Estos son:

Apoyo institucional para formar al equipo técnico y docente

Lo primero es capacitar un equipo con personal informático para configurar y habilitar las salas de recepción y transmisión. También es necesario el apoyo pedagógico para entrenar a los docentes en el uso de las salas.

Preparación de la sala transmisora

El equipamiento es menor al que se pudiera pensar. La sala transmisora tiene un fondo negro para que el docente imparta la clase; cuenta con dos monitores: uno para ver los materiales del curso, y otro para ver a los estudiantes en las salas de recepción. Además, requiere una computadora con una aplicación de videoconferencia de las utilizadas habitualmente (Zoom, por ejemplo), y un sistema de video y audio normal (cámara, micrófono, bocinas), de preferencia con buena calidad.

Preparación de las aulas receptoras

En estas aulas hay una pantalla holográfica desde donde el profesor impartirá la lección, los estudiantes se acomodan como lo harían en una clase presencial. La imagen del profesor se muestra en tamaño real como si estuviera ahí. En otra pantalla puede verse el contenido de la clase y, opcionalmente, pueden habilitarse paneles de visualización adicionales para interactuar con sus compañeros en otras aulas. Adicionalmente, se debe contar con una computadora con una aplicación de videoconferencia y un sistema de video y audio.

⁴⁵ Ver en: Ramírez, C., Castaño, L., Aldape, P., & Zepeda, L. (9 de diciembre de 2022). *Cinco pasos para convertirte en "Profesor con efecto holograma"*. <https://observatorio.tec.mx/edubits-blog/cinco-pasos-para-convertirte-enprofesor-con-efecto-holograma/>



Asignación de roles al equipo operativo

- Un coordinador de transmisión: se encarga de que todas las aulas conectadas estén recibiendo las señales de video y audio correctamente, y apoya al profesor en el seguimiento de lo que sucede con todos sus estudiantes.
- Un facilitador: ayuda al profesor con las actividades de trabajo en equipo, experimentos y otros aprendizajes, así como en la aplicación de exámenes, el seguimiento y la moderación de la participación del grupo.

Preparación del equipo docente y operativo en la nueva dinámica

El profesor debe impartir su clase de forma activa y actuar igual que en una clase presencial, diseñando actividades que involucren a los participantes, en todas las aulas que se conecten. En lugar de un pizarrón tradicional o un pizarrón interactivo, se usa una pantalla táctil o una tableta para explicar el contenido de las lecciones, resolver problemas, mostrar videos y más.

Por otra parte, y desde el punto de vista de la metodología didáctica, los componentes del “Modelo de ecosistema tecnológico para telepresencia con efecto holograma”, se podrían clasificar como sigue:

- *Aprendizaje activo como estrategia pedagógica.* Estudiantes comprometidos con el aprendizaje a través de las actividades propuestas por el docente.
- *Recursos tecnológicos.* Aparte de lo necesario para la transmisión holográfica, el docente hace uso de un sistema de gestión de aprendizaje y de Recursos Educativos Digitales que propicien la interacción (Kahoot, Quizzis, chatbots, etc.).
- *Interacción a través de sesiones en vivo.* La participación ocurre en tiempo real, como si docentes y estudiantes estuvieran físicamente en el salón de clases, lo cual ayuda a crear un vínculo emocional e involucra a los estudiantes para el disfrute y aprovechamiento de la clase.

Cabe destacar que esta experiencia de aprendizaje proporciona a los alumnos una mayor sensación de cercanía y calidez en la comunicación con sus compañeros y profesores, permitiéndoles interactuar y realizar actividades individuales o grupales. Las clases con esta metodología se dan en aulas con hasta 30 estudiantes ubicadas a considerable distancia entre sí, diferentes ciudades o incluso países. La imagen proyectada del docente se ve tan real que, al observar a su profesor en proporciones anatómicas reales, los estudiantes “sienten” que se encuentra en la sala con ellos⁴⁶.

⁴⁶ Ibidem



CAPÍTULO VI

Otras experiencias de telepresencia holográfica dentro y fuera del campo de la educación

La telepresencia holográfica ya ha sido puesta en práctica por diferentes empresas y universidades alrededor del mundo. La misma, es un campo de investigación muy activo, debido a los prometedores resultados obtenidos hasta ahora y a las constantes innovaciones tecnológicas y de redes comunicacionales que vienen a cubrir las exigencias que se han encontrado en los ensayos realizados hasta ahora.

Lo cierto del caso es que, importantes organizaciones a nivel mundial están compitiendo para ofrecer a los usuarios una experiencia de comunicación diferente, que supere la bidimensionalidad de las videollamadas y videoconferencias a las que se está acostumbrados. Algunos ejemplos de telepresencia holográfica que ilustran lo dicho, serían:

Llamadas holográficas:

Ver a la persona con la que se sostenía una llamada telefónica en tiempo real era hasta hace pocos años un sueño que parecía lejano. Sin embargo, ahora, nada más común que una videollamada o incluso una videoconferencia, que viene a ser una variante de la primera, con la diferencia de que permite la interacción de más de dos personas, de hecho, pueden participar grupos bastante numerosos.

Sin embargo, la empresa española Telefónica, asociada con otras gigantes teleoperadoras como Orange, Vodafone, Deutsche Telekom y la tecnológica japonesa Matsuko, promete llevar la comunicación a otro nivel, mediante las llamadas holográficas. Se trataría de una tecnología avanzada que permitirá a los usuarios interactuar a través de imágenes tridimensionales en tiempo real, replicando la sensación de estar físicamente presentes en el mismo espacio compartido (que puede ser real o virtual), a pesar de estar separados geográficamente por miles de kilómetros.

Para ello, Telefónica trabaja en el desarrollo de un sistema de comunicación de videollamada en tres dimensiones (3D) que prevé lanzar al mercado en el marco del próximo *Mobile World Congress* de Barcelona, es decir, a finales de febrero de 2024. De acuerdo con la multinacional, se trata de un producto llamado a revolucionar las comunicaciones en 3D y capaz de funcionar con la misma facilidad y sencillez que



una simple videollamada, pero brindando una experiencia más inmersiva y realista⁴⁷.

Lo increíble de esta propuesta de la empresa española es que los hologramas se crean con la cámara selfie del móvil, la cual captura la imagen y esta es procesada a través de un motor de renderizado 3D. Por lo que, para poder disfrutar del servicio, sólo se requiere de un smartphone, eso sí, con conectividad de 5G y el soporte del *cloud computing*, para manejar toda la información generada a través de internet, sin necesidad de enviarla a un servidor de Telefónica. Esto, con el fin de incrementar la capacidad de procesamiento de datos, una de las limitantes más fuertes de la comunicación holográfica hasta los momentos. Además, serían necesarios unos visores de realidad virtual, ya en el mercado, que permitirán a los usuarios conversar e interactuar con la reproducción holográfica de su interlocutor⁴⁸.

Proyecto Starline de Google

Por su parte, Google está desarrollando el *Project Starline*. Una iniciativa para desplegar una nueva tecnología de videollamadas que permita a las personas interactuar con una sensación de presencia inmersiva. La tecnología utiliza una combinación de cámaras, sensores y software para capturar y renderizar una imagen en 3D de la persona con la que se está hablando, la cual se proyecta en una pantalla. Esto crea la ilusión de que la persona está realmente allí.

Aunque aún está en desarrollo, Google ha estado trabajando con una serie de socios, incluidos hospitales, empresas y universidades, para probar la tecnología. La compañía cree que Starline tiene el potencial de revolucionar la forma en que uno se comunica.

Según quienes han participado de los ensayos, el efecto es idéntico al de una reunión presencial, al menos en cuanto a imagen y sonido. Las dos dimensiones de la pantalla, propio de las videollamadas, se enriquecen con la profundidad de una proyección en tiempo real sobre un panel en una especie de cabina. Lo anterior es posible gracias a un sofisticado conjunto de cámaras, micrófonos, altavoces y proyectores que capturan la imagen y sonido que permite el teletransporte virtual mediante conexiones de super alta velocidad y de imperceptible latencia, sin necesidad de gafas especiales⁴⁹.

Sin embargo, las comunicaciones se limitan por ahora a dos contertulios, cada uno en una cabina, sin que se haya trabajado en ampliar el aforo. Aún resulta caro y

⁴⁷ Ver en: Lorenzo, A. (15 de julio de 2023). *Telefónica acelera sus 'llamadas holográficas' para comercializarlas a partir de primavera*. <https://www.economista.es/telecomunicaciones/noticias/12369383/07/23/telefonica-acelera-sus-llamadas-holograficas-para-comercializarlas-a-partir-de-primavera-.html>

⁴⁸ Ibidem

⁴⁹ Ver en: Lorenzo, A. (26 de noviembre de 2022). *Google comienza a ofrecer sus hologramas a las empresas amigas*. <https://www.economista.es/tecnologia/noticias/12044442/11/22/Google-comienza-a-ofrecer-sus-hologramas-a-las-empresas-amigas.html>



aparatoso el sistema de videollamadas por hologramas de Google porque, entre otros requisitos, exige un par de cabinas, una en cada extremo de la comunicación, con cámaras y micrófonos específicamente instalados. La empresa compara la experiencia con mirar a través de una especie de ventana mágica y que, a través de ella, se ve a la otra persona en tamaño real y en tres dimensiones, con la que se puede hablar, gesticular y establecer contacto visual con total naturalidad.

Portl M

Otra propuesta para materializar un sistema de llamadas holográficas viene de la mano de Portl M, un dispositivo que permite realizar videollamadas en 3D, presentados en 2022 por la empresa Proto Inc.⁵⁰, fundada en 2019 por el experto en holografía David Nussbaum.

El artilugio cuenta con una pantalla holográfica de 4K que permite ver a la persona que llama en tamaño real. Está pensado para ser utilizado en las empresas, la educación y el entretenimiento, ya que permite realizar reuniones remotas, capacitaciones y presentaciones; igualmente, impartir clases, realizar tutorías y dar conferencias; incluso, se puede utilizar para poner en escena conciertos, espectáculos y eventos.

Portl M muestra a las personas como si estuviesen encerradas en el interior de una caja hecha de pantallas. De esta manera, el dispositivo consigue ofrecer una sensación de tridimensionalidad muy realista gracias a los LED que dan profundidad a la imagen enfatizando el efecto de las sombras y los reflejos.

Por cierto, antes de desarrollar esta tecnología, la empresa ya había diseñado el Portl Epic, una caja de dos metros de altura y metro y medio de ancho que también proyecta hologramas en tamaño real. Sin embargo, por su tamaño y complejidad, queda fuera del presupuesto familiar. En cambio, el Portl M, es un dispositivo compacto y de menor precio, incluso se estima que su valor será similar al de un televisor doméstico. Y, según anunciaron en el Consumer Electronic Show (CES) 2022, el evento de electrónica de consumo más grande del mundo realizado cada año en Las Vegas, el producto estaría disponible en la primavera de 2023⁵¹.

Asistentes Holográficos

Imaginan tener en casa a su propio J.A.R.V.I.S., pero antropomorfo. ¿No recuerdan a JARVIS (*Just A Rather Very Intelligent System* o Sistema sólo un poco inteligente, en español)? Pues deberían, es el asistente virtual de *Iron Man*. Los asistentes virtuales

⁵⁰ Ver página web de la empresa: <https://protohologram.com/>

⁵¹ Ver en: Holgado, R. (11 de enero de 2022). Portl M: así es el monitor holográfico que permite acercarte a tus seres queridos con videollamadas en 3D. <https://www.20minutos.es/tecnologia/moviles-dispositivos/portl-m-asi-es-el-monitor-holografico-que-permite-acercarte-a-tus-seres-queridos-con-videollamadas-en-3d-4939090/>



ya existen, se sabe. Todos han oído y usado ayudantes de voz del tipo Siri, Alexa, Google Assistant. Aunque no son tan “inteligentes” como JARVIS, ¿no les parece?

Actualmente, algunas empresas e instituciones están utilizando una representación visual de un programa o un sistema de inteligencia artificial diseñado para ayudar y proporcionar información a los usuarios, proyectada en el espacio tridimensional, creando una sensación de presencia física. Se trataría de un Asistente Virtual Holográfico, con el que las personas podrán interactuar a través de gestos, comandos de voz o incluso pantallas táctiles y obtener respuestas visuales y auditivas en tiempo real.

Como ejemplos se puede mencionar que algunos aeropuertos, como el Adolfo Suárez de Madrid, ya cuentan con “empleados” diseñados con tecnología holográfica a disposición de los pasajeros, para atender sus inquietudes. Mientras que la cadena multinacional NH Hotel Group ha incorporado la telepresencia holográfica a varios de sus hoteles mediante “asistentes” que brindan información a los huéspedes y participan en presentaciones comerciales de productos o eventos corporativos de todo tipo⁵².

Pero ¿y si se sueña un poco? Un docente podría grabar una clase, la cual puede ser reproducida muchas veces, en muchos institutos educativos alrededor del mundo en formato holográfico. En vez de un concierto, la “estrella” estaría ofreciendo una disertación sobre un tema, o sobre una materia completa durante un curso.

O también, suponer que un docente ha solicitado un permiso no remunerado durante un año para terminar su tesis doctoral, a cambio de dejar sus clases grabadas. La institución no tiene que contratar un docente adicional, bastaría con asignar un asistente para el curso, a los fines de cubrir cualquier duda y el trabajo administrativo.

Pero, no hay que ser tímidos, vamos más allá. ¿Cuánto falta para que un sistema de IA se corporice holográficamente? En lugar de introducir los requerimientos mediante el teclado, se podría simplemente conversar con él o ella. Sería como *Joi*, el personaje de Ana de Armas en la película de 2017 *Blade Runner 2049*. En ese papel, *Joi* era una ama de llaves con IA, al estilo de JARVIS, pero de cuerpo entero holográfico.

Y, ¿si en lugar de “entrenar” a la IA como “ayudante personal”, se hace como “experto” en un área específica? Por ejemplo, en *El Quijote de la Mancha*. Sería capaz de responder, conversar y disertar acerca de la obra cervantina con el público en cualquier momento y lugar... Verdaderamente, las posibilidades son infinitas y prometedoras. Lo cual no se sabe si deba entusiasmar o asustar, ¿qué piensan?

⁵² La Razón (8 de enero de 2017). *Hologramas, los nuevos asistentes del día a día*. <https://www.larazon.es/sociedad/hologramas-los-nuevos-asistentes-del-dia-a-dia-KB14260648/>



Telepresencia holográfica en la política

Los políticos más ambiciosos, o con mayor vocación de poder, siempre han gustado de puestas en escena espectaculares, que impresionen a las masas y las inclinen a confiar a ellos sus votos y su futuro. Ejemplos hay muchos, y también, de muchos de esos especímenes nos han quedado tristes recuerdos de su ejercicio de gobierno; no se mencionará a ninguno, pero de seguro al lector le han cruzado ya por la mente algunos nombres.

De acuerdo con Ricoy Casas (2022):

Las nuevas tecnologías pueden conseguir un golpe de imagen con el que alcanzar a votantes fuera del radar o que consideran que todo lo ofrecido por el candidato es más de lo mismo (al menos pueden mostrar más interés al ser algo novedoso), o a los que mayoritariamente se informan fuera de los medios tradicionales. También pueden ser elegidas por los líderes de opinión y campaña de los partidos políticos como guiño electoral a los más jóvenes, ya que pueden hacer “revivir” por unos momentos a grandes Imagens políticas, del espectáculo, de los deportes, etc. al lado del candidato en el mismo escenario, e incluso pueden interaccionar con el público en tiempo real (transmitiendo la sensación de cercanía). (p. 5)

La telepresencia holográfica ofrece, en este campo, muchas posibilidades de aplicación. De hecho, ya se ha utilizado en varios países, por líderes de corrientes y estilos de comunicación muy diversos. Es el caso de Narendra Modi, actual Primer Ministro de India que, en 2014, se transformó en un holograma para, desde un estudio en la ciudad de Ahmedabad, presentarse ante sus acólitos de manera simultánea en más de 100 ciudades de esta inmensa nación. Modi terminaría imponiéndose a la dinastía Gandhi en ese proceso electoral⁵³.

Sin embargo, resulta esperanzador que la telepresencia holográfica no es de uso exclusivo de los políticos, sino que también la sociedad organizada puede emplearla para su lucha por determinadas reivindicaciones y reclamos. Es ilustrativo de lo anterior la referencia que hace Ricoy Casas (2022), acerca de lo que ella llama “la primera manifestación mediante hologramas en el mundo”.

La misma tuvo lugar en Madrid el 10 de abril de 2015, frente al Congreso de los Diputados (18.000 personas en forma de holograma) para protestar contra la “Ley

⁵³ BBC News Mundo (20 de abril de 2017). *Los políticos que usan hologramas para estar en 7 lugares al mismo tiempo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39657691>



de protección de la seguridad ciudadana”, conocida como la “ley mordaza”. Para llevar a cabo la protesta los activistas se grabaron manifestándose, y en la web Hologramasporlalibertad.org la gente podía escanearse a sí misma. Luego, proyectaron sus hologramas en el lugar donde querían que se hiciera patente su reclamo (Ricoy Casas, 2022).

También en 2014, el actual presidente turco Recep Tayyip Erdogan utilizó la telepresencia holográfica para “aparecerse” en un *meeting*, sólo que no lo hizo en tiempo real, como el caso de Modi, sino que el mensaje había sido grabado con anterioridad. Erdogan habló como un espectro gigante de tres metros de altura ante las masas congregadas para escucharlo, quienes ante la visión de su líder lo ovacionaron llenos de asombro⁵⁴.

Otro político que ha apelado a la tecnología de la telepresencia holográfica como recurso para “estar” en varios lugares a la vez y difundir su mensaje durante una campaña proselitista es el izquierdista francés Jean-Luc Mélenchon. Lo hizo durante su último gran mitin de cara a las elecciones presidenciales de 2017. Y, aunque a la larga no logró imponerse en esos escrutinios, repitió la experiencia en su campaña de 2022 en formato multi-meeting (doce mítines al mismo tiempo). En ambas elecciones, resultó electo Emmanuel Macrón (Ricoy Casas, 2022).

Telepresencia holográfica en la Facultad de Profesiones y Ciencias de la Salud de la University of Central Florida (UCF)

Un uso de la telepresencia holográfica en la educación, puntualmente en la formación de futuros profesionales de la salud, se está dando desde el año 2021 en la UCF, mediante una aplicación denominada Dr. Hologram. La misma está basada en las cabinas de Holoportación Portl Epic provistas por la empresa Proto Inc., de las que se conversó más arriba.

Se espera que esta metodología ayude en las prácticas clínicas de los estudiantes mediante simulaciones, a través de tecnología holográfica, de pacientes en diferentes niveles de gravedad, tanto en vivo como pregrabados. De acuerdo con voceros de la universidad, esta estrategia de enseñanza permite ampliar la variedad de pacientes de los que los estudiantes pueden aprender, sobre todo cuando la interacción del enfermo con los practicantes es riesgosa, existe la posibilidad de contagios mutuos, no es factible realizar la visita por la distancia, hay impedimentos de movilidad o tiene un costo muy elevado⁵⁵.

⁵⁴ Ibidem

⁵⁵ Ver en: Davis, J. (16 de agosto de 2021). La nueva tecnología de telepresencia holográfica cambia las reglas del juego para la Facultad de Ciencias de la Salud de la University of Central Florida. <https://www.avixa.org/es>



Quizá, frente a una próxima pandemia, esta será una alternativa de consulta masiva de la población; o, de manera más inmediata, se podría aplicar para ampliar la atención sanitaria de zonas rurales o en conflicto, que cuenten con poca presencia de médicos y centros de salud.

Entrevistas holográficas

La telepresencia en los medios de comunicación pareciera algo común, ¿no es cierto? De hecho, la transmisión en vivo desde lugares remotos de noticias o eventos es una manera de “estar en varios lugares a la vez”. Sin embargo, entrevistar a una personalidad mediante telepresencia holográfica sí que es una manera diferente de ofrecer un reportaje.

A propósito, ¿cuál es la distancia desde Los Ángeles, California, a Sídney, en Australia? Más de 10.000 kilómetros; un vuelo directo, por la ruta más corta, duraría alrededor de 15 horas y costaría mucho dinero y molestias. Claro, esto para alguien acostumbrado a los viajes espaciales, como el capitán James T. Kirk de la nave *USS Enterprise* de la saga de ciencia ficción *Star Trek*, no es nada.

Dicho personaje se teletransportó muchas veces en la serie de TV y lo ha vuelto a hacer. Y si bien en la vida real aún faltan adelantos tecnológicos para concretar la presencia física de una persona en varios lugares a la vez, un sustituto cada vez más utilizado, como en el caso de esta nueva aventura del capitán Kirk, es el de la telepresencia holográfica.

Así que, William Shatner, el actor canadiense que siempre ha interpretado al icónico personaje de Viaje a las estrellas, prefirió quedarse en la soleada California y conversar desde allí con los asistentes a una conferencia de publicidad de una compañía tecnológica (Proto Inc.) en el país de los canguros, donde su imagen apareció en una pantalla de dos metros de altura (Portl Epic) que proyecta una imagen bidimensional que usa sombras para crear una ilusión volumétrica de tres dimensiones⁵⁶.

Telepresencia holográfica en la moda

La empresa española Telefónica está realizando pruebas de su sistema de telepresencia holográfica. Y, Eduardo Navarrete, un joven diseñador de Madrid, ha sido uno de los escogidos para este piloto de la multinacional. Eduardo, comenta que: “... probar la ropa a los modelos es algo crucial a la hora de realizar un desfile o cualquier evento. Es súper importante para ver pruebas de maquillaje, pruebas de peluquería, calzado, complementos. A través de este sistema [de telepresencia holográfica], yo voy a poder

⁵⁶ Ver en: France 24 (3 de agosto de 2023). Holograma del capitán Kirk: William Shatner se teletransporta a otro país. <https://www.france24.com/es/minuto-a-minuto/20230803-holograma-del-capit%C3%A1n-kirk-william-shatner-se-teletransporta-a-otro-pa%C3%ADs>



ver a los modelos... Estando ellos en otro emplazamiento y yo aquí, en mi *showroom*, en mi oficina. A través de mi ordenador o de unas gafas de realidad aumentada”⁵⁷.

Una característica muy valorada de esta modalidad de comunicación es que ocurre en tiempo real. No se trata de contenidos pregrabados, por lo que, además de ver la escena desde todos los puntos de vista posibles, permite hablar con la persona que hay al otro lado. Para llevarlo a cabo, los modelos, se sitúan en el centro de un espacio rodeado de focos y cámaras. Al encender los focos su holograma aparece en el ordenador de Eduardo, que puede girar y ampliar la imagen según su conveniencia. Una vez conectados, los usuarios de la aplicación de telepresencia se unen desde su ordenador, o con unas gafas de realidad aumentada tipo HoloLens 2, de Microsoft⁵⁸.

En esta solución el 5G juega un papel esencial, al garantizar la baja latencia necesaria para poder acceder a la imagen holográfica sin retardos. Por su parte, el *edge computing* se encarga de procesar la gran cantidad de información que genera la comunicación 3D; ya que permite procesar los datos cerca de donde se generan, en lugar de enviarlos a un servidor lejano, por lo cual mejora el rendimiento, la seguridad y la privacidad.

57 Ver en: Cortés, E. (sf). *Telepresencia holográfica: el futuro de la telepresencia*. <https://blogthinkbig.com/peoplefirst/telepresencia-holografica/>

⁵⁸ *Ibidem*



CAPÍTULO VII

¿Es posible participar en una clase con telepresencia holográfica fuera de la institución educativa?

Y, a estas alturas del relato, seguramente se recuerda a Sofía. La joven con la que se comenzó a aprender de telepresencia holográfica y que, como está de viaje fuera de su país con sus padres, necesita una alternativa para continuar con sus clases en el instituto. Entonces, luego de haber llegado hasta aquí, ¿qué se le podría recomendar?

Lo primero que necesita es el soporte de *una tecnología de comunicación inalámbrica de quinta generación (5G)*, tanto en el lugar de emisión como de recepción de la señal.

Las redes 5G permiten proyectar hologramas desde los dispositivos celulares o computadoras porque su ancho de banda maneja grandes cantidades de información de manera veloz; además, los hologramas generados gracias a las redes 5G son visibles sin cascos y lentes especiales, aunque los complementos anteriores serán necesarios si se quiere disfrutar de una experiencia más inmersiva, mezclando hologramas y realidad virtual⁵⁹.

Otras características que hacen al 5G indispensable para concretar la telepresencia holográfica es que facilita la interacción en tiempo real en la web, eliminando el retraso (latencia) propio de las redes móviles anteriores; y, también, mucha gente puede conectarse de manera simultánea sin que disminuya la velocidad de transmisión de datos y la calidad de imagen y sonido, lo cual es importante para realizar reuniones entre varias personas en diferentes sitios, como las videoconferencias⁶⁰.

Dispositivos de captura de imagen y proyección holográfica. Se debe decir a Sofía que, para que puedan verla en su clase, debe usar alguna herramienta tecnológica que le permita grabarse en el lugar donde se encuentre y que transmita el video en tiempo real al aula donde se está llevando a cabo la sesión.

Una buena alternativa podría ser la propuesta de Telefónica para las llamadas holográficas, ya que emplearía menos aparatos, bastaría con la computadora o el teléfono. Claro, para hacerlo, es necesario que haya interoperabilidad entre las empresas de telecomunicaciones y los dispositivos que se empleen.

Todo lo anterior debe estar soportado por una *plataforma comunicacional (software y hardware) de telepresencia* que permita la comunicación y la interacción bidireccional entre los participantes en tiempo real.

⁵⁹ Ver en: Thomas, D. (21 de septiembre de 2018). *Cómo la tecnología 5G hará posible las llamadas holográficas.* <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45587375#:~:text=Las%20redes%205G%20de%20alta,proyectar%20hologramas%20desde%20nuestros%20dispositivos.>

⁶⁰ Ibidem



No olvidar la *pantalla en el aula*, donde sus compañeras podrán ver a Sofía; y el *casco con las gafas especiales*, que permitirán a esta última “ir” a clases.

Pero, para una experiencia de mayor realismo, incluir el *sistema de sonido envolvente*, con altavoces de calidad para reproducir el audio con precisión y crear una experiencia auditiva inmersiva. Combinado lo anterior con una *iluminación adecuada* para que los hologramas sean visibles y realistas.

Y, dado que esta tecnología puede ser compleja, es importante contar con *soporte técnico* para solucionar problemas y mantener el funcionamiento adecuado, en ambos extremos de la comunicación; además de una *capacitación previa del docente y los estudiantes*, para conocer de algunos aspectos técnicos y protocolos de actuación durante una actividad de este tipo.

Claro, lo descrito hasta aquí puede variar, puede hacerse de otras maneras, con otras tecnologías y metodologías; puede hacerse sin que Sofía “esté” en el otro lado, que sólo ella reciba la señal; puede disfrutar de una clase pregrabada en una pantalla holográfica; o, puede tener contacto directo con su docente a través del dispositivo Port M.

Lo cierto del caso es que, con la tecnología existente y con la que se anuncia a corto plazo, todos tendrán una amplia variedad de opciones de comunicación holográfica, que superen a las videoconferencias 2D. ¿Valdrá la pena tanto esfuerzo?

¿Qué opinan? ¿Podrá Sofía lograr su objetivo? Se cree que sí, de eso se está seguros, la cuestión en realidad es cuándo podrá hacerlo, ¿dentro de uno, cinco o diez años?

Hoy, en 2024, la tecnología de telepresencia holográfica puede ser muy costosa y requerir de una planificación cuidadosa y especializada para garantizar una experiencia de aula inmersiva óptima fuera de la institución educativa... Pero, también es una posibilidad cada vez más real y no sólo una cuestión de películas de ciencia ficción.



Epílogo

El futuro ya está aquí

El tiempo avanza inexorable. Tras dos años de intensos estudios y momentos de diversión con sus amigas, Sofía se encuentra hoy en la ceremonia de graduación de bachillerato, en persona. Ha superado grandes desafíos y acumulado gratos recuerdos de su paso por el instituto. Sin embargo, un pensamiento se le aparece de vez en cuando en su conciencia.

Aunque la telepresencia holográfica no pudo convertirse en la realidad que imaginó en sus días de viaje y aprendizaje virtual, Sofía no pierde la esperanza. Sabe que la innovación es indetenible y que, para las generaciones venideras, la comunicación holográfica será una experiencia de aprendizaje cotidiana.

Lamenta que, a pesar de haber experimentado la telepresencia holográfica de manera fugaz, la visión de un futuro educativo revolucionario aún no ha cristalizado en su país. Las aulas aún son tradicionales, la interacción cara a cara es la norma y los avances tecnológicos, aunque presentes, no han transformado por completo la educación.

El viaje de Sofía continúa, una historia de determinación y adaptación que refleja la naturaleza misma del progreso humano. A medida que se adentra en un nuevo capítulo de su vida, lleva consigo el recuerdo de su aventura holográfica y la certeza de que la innovación, tarde o temprano, dará sus frutos.

Sofía se despide de su etapa escolar con gratitud por haber vivido momentos de aprendizaje únicos y por haber conocido a personas que la inspiraron en su camino. Aunque el futuro de la educación y la sociedad aún es incierto, ella sabe que siempre habrá espacio para la imaginación, la creatividad y el deseo de mejorar el mundo a través del conocimiento.

Éxitos estimados lectores, como Sofía, ustedes buscan en el saber un medio para hacer del mundo un lugar mejor.



Bibliografía

- Abatte, J. (2008). Internet: su evolución y sus desafíos. En *Fronteras del conocimiento. Fundación BBVA*, pp. 143-152. <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/internet-su-evolucion-y-sus-desafios/>
- Aguilar, F. (2020). Del aprendizaje en escenarios presenciales al aprendizaje virtual en tiempos de pandemia. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 46(3), pp. 213-223. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052020000300213>
- Álamo, A. (31 de enero de 2019). *Andrew Carnegie, el hombre de las 3.000 bibliotecas*. <https://www.lecturalia.com/blog/2019/01/31/andrew-carnegie-el-hombre-de-las-3-000-bibliotecas/>
- Alcolea, M. (1 de abril de 2023), *La historia del pizarrón*. <https://udoe.es/la-historia-del-pizarron/?leer-mas=y#seguir-leyendo>
- Aldape, L., Ramírez, C. y Castaño, L. (2021). *Humanizando la experiencia a distancia con Profesores Holograma en el Tecnológico de Monterrey*. Universidad de Rosario. https://doi.org/10.48713/10336_32918
- Arealillo-Herráez, M., Montagud, M., García-Pineda, M., Cernigliaro, G.; Segura-García, J. y 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*. Comunicación Social Ediciones y Publicaciones. <http://espejodemonografias.comunicacionsocial.es/article/view/5792>
- Argüelles, R. V. (2013). Las redes sociales y su aplicación en la educación. En *Revista Digital Universitaria UNAM*, 14(4). <https://www.revista.unam.mx/vol.14/num4/art36/art36.pdf>
- Barragán, A., Ávila, C., Belmonte, A., Camarena, M. y Gómez, R. (2020). Modelo multimodal de enseñanza-aprendizaje. Consideraciones para mejorar la práctica docente post pandemia. En IXAYA. Revista Universitaria de Desarrollo Social, 11(20).
- Barral, M. (4 de julio de 2020). ¿Quién inventó el lápiz? *El Herald*. <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2020/07/04/quien-invento-el-lapiz-conte-faber-1383847.html>
- BBC News Mundo (20 de abril de 2017). *Los políticos que usan hologramas para estar en 7 lugares al mismo tiempo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39657691>
- BBC News Mundo (22 de diciembre de 2019). Biblia de Gutenberg: 4 datos sorprendentes sobre el libro que marcó un antes y un después en la historia. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39657691>



- com/mundo/noticias-50832104
- BBC News Mundo (3 de diciembre de 2017). *La alucinante tecnología que nos permitirá tocar lo que no existe*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-42200480>
- BBC News Mundo (29 de marzo de 2023a). La carta en la que más de 1.000 expertos piden frenar la inteligencia artificial por ser una “amenaza para la humanidad”. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-65117146>
- BBC News Mundo (1 de mayo de 2023b). Geoffrey Hinton, el “padrino de la inteligencia artificial”, abandona Google y alerta de los peligros de la nueva tecnología. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-65451633>
- BBC News Mundo (29 de mayo de 2023c). La inteligencia artificial puede llevar a la extinción de la humanidad: la advertencia de los grandes expertos en IA. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-65759254>
- BBVA (2 de noviembre de 2018). *Historia de la Holografía*. <https://www.bbva.com/es/historia-de-la-holografia/>
- Beléndez, A. (20 de mayo de 2015). Holografía: arte con luz. *En Física para Todos* [Blog]. <https://blogs.ua.es/fisicateleco/2015/05/20/holografia-arte-con-la-luz/>
- Blom, P. (2004). *Encyclopédie. El triunfo de la razón en tiempos irracionales* (J. Calzada, Trad.). Editorial Anagrama. <https://estaticos.elmundo.es/documentos/2007/05/25/Encyclopedie.pdf>
- Bravo, J.L. (2002). *Los medios de enseñanza*. ICE Universidad Politécnica de Madrid. <http://www.ice.upm.es/wps/jlbr/Documentacion/Libros/Tradicimed.pdf>
- Chavez, P. (12 de abril de 2019). El aspirante demócrata Andrew Yang planea usar un holograma 3D para hacer campaña en “dos o tres lugares” a la vez. <https://cnnespanol.cnn.com/2019/04/12/holograma-3d-democrata-andrew-yang-para-hacer-campana-en-dos-o-tres-lugares-a-la-vez/>
- Claus, E. (4 de junio de 2021). *Historia del teléfono. Del teléfono fijo al móvil*. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20190228/46730308072/historia-telefono.html>
- Cortés, E. (s.f.). Telepresencia holográfica: el futuro de la telepresencia. En *Telefónica ThinkBig*. <https://blogthinkbig.com/peoplefirst/telepresencia-holografica/>
- Cordero de Jiménez, Y.N. (2022). Telepresencia holográfica: propuesta de uso de dispositivos de realidad virtual para el desarrollo de clases, presencial y sincrónico. *VIII Congreso Internacional de Investigación REDU*. doi: 10.5867/Medwave.2022.S1.CI66
- Davis, J. (16 de agosto de 2021). La nueva tecnología de telepresencia holográfica cambia las reglas del juego para la Facultad de Ciencias de la Salud de la University of Central Florida. <https://www.avixa.org/es>



- Dellepiane, P. y Ruiz, F. (2022). Presencialidad plena, educación remota de emergencia, hibridación, y ahora ¿qué está sucediendo en las aulas del Nivel Superior? *Boletín SIED*, 7, 93-109. <https://revista.sied.mdp.edu.ar/index.php/boletin/article/view/90>
- Europa Press Economía y Finanzas (17 de febrero de 2015). ¿Cuál es el origen y la Evolución de la Calculadora? <https://www.europapress.es/economia/noticia-cual-origen-evolucion-calculadora-20150217173510.html>
- Fernández, M. y Caballero, P. (2017). El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: fortalezas y debilidades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(1), 201-217. <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.20.1.229641>
- Fernández, S., Montagud, M., Cernigliaro, G., Martos, M. y Rincón, D. (2021). Hologramas 3D multi-usuario: hacia una nueva generación de reuniones virtuales. *Actas de las XV Jornadas de Ingeniería Telemática (JITEL 2021), A Coruña (España), 27-29 de octubre de 2021*. <https://www.recercat.cat/handle/2072/531532>
- Ferrer, S. (12 de mayo de 2014). *Un viaje en el tiempo en busca de la primera calculadora de la humanidad*. Servicios de Información y Noticias Científicas (SINC). <https://www.agenciasinc.es/Reportajes/Un-viaje-en-el-tiempo-en-busca-de-la-primera-calculadora-de-la-humanidad>
- Flores, J. (15 de diciembre de 2022). Qué es el 5G y cómo nos cambiará la vida. *National Geographic España*. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida_14449
- France 24 (3 de agosto de 2023). *Holograma del capitán Kirk: William Shatner se teletransporta a otro país*. <https://www.france24.com/es/minuto-a-minuto/20230803-holograma-del-capit%C3%A1n-kirk-william-shatner-se-teletransporta-a-otro-pa%C3%ADs>
- Gifreu, A. (15 de diciembre de 2014). *La realidad virtual. Cómo afectará a los webdocs. Parte 2*. <https://blog.rtve.es/webdocs/2014/12/la-realidad-virtual-como-afectar%C3%A1-a-los-webdocs-parte-5.html>
- González-Mendivil, E. et al (2013). *Telepresencia holográfica en el Tecnológico de Monterrey*. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/621325>
- Hartman, E.A. (4 de mayo de 2022). *LIS Professionals: Essential to Our Information-Driven World*. <https://www.libraryjournal.com/story/lis-professionals-essential-to-our-information-driven-world-lj220504>
- Holgado, R. (11 de enero de 2022). *Portl M: así es el monitor holográfico que permite acercarte a tus seres queridos con videollamadas en 3D*. <https://www.20minutos.es/tecnologia/moviles-dispositivos/portl-m-asi-es-el-monitor-holografico-que-permite-acercarte-a-tus-seres-queridos-con-videollamadas-en-3d-4939090/>



- Human Rights Watch [HRW] (17 de mayo de 2021). *El grave impacto de la pandemia en la educación mundial*. <https://www.hrw.org/es/news/2021/05/16/el-grave-impacto-de-la-pandemia-en-la-educacion-mundial>
- Davis, J. (16 de agosto de 2021). La nueva tecnología de telepresencia holográfica cambia las reglas del juego para la Facultad de Ciencias de la Salud de la University of Central Florida. *AVIXA*. https://www.avixa.org/es/contenidos/noticias-y-tendencias/la-nueva-tecnolog%C3%ADa-de-telepresencia-hologr%C3%A1fica-cambia-las-reglas-del-juego-para-la-facultad-de-ciencias-de-la-salud-de-la-university-of-central-florida?utm_source=inbound&utm_medium=email&utm_campaign=2021-INT-EML-LatAm%20Regional%20Update-October
- La Razón (8 de enero de 2017). Hologramas, los nuevos asistentes del día a día. *La Razón*. <https://www.larazon.es/sociedad/hologramas-los-nuevos-asistentes-del-dia-a-dia-KB14260648/>
- La Vanguardia (14 de febrero de 2019). ¿Quién fue el inventor de la radio? *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20190214/46405726853/inventor-radio.html>
- Lechuga, A. y Rojas, A. (2016). Moodle como herramienta de comunicación y enseñanza aprendizaje, desde un enfoque constructivista. *Revista Digital Universitaria*, 17(11). https://www.ru.tic.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2687/art79_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lewis, N. (20 de octubre de 2021). Esta aplicación te permite tomar videos en 3D y hacer hologramas desde tu iPhone. *CNN Español*. <https://cnnespanol.cnn.com/2021/10/20/aplicacion-videos-3d-hologramas-iphone-trax/>
- Lorenzo, A. (15 de julio de 2023). Telefónica acelera sus 'llamadas holográficas' para comercializarlas a partir de primavera. *El Economista.es*. <https://www.eleconomista.es/telecomunicaciones/noticias/12369383/07/23/telefonica-acelera-sus-llamadas-holograficas-para-comercializarlas-a-partir-de-primavera-.html>
- Lorenzo, A. (26 de noviembre de 2022). Google comienza a ofrecer sus hologramas a las empresas amigas. *El Economista.es*. <https://www.eleconomista.es/tecnologia/noticias/12044442/11/22/Google-comienza-a-ofrecer-sus-hologramas-a-las-empresas-amigas.html>
- Luzón, L. (26 de marzo de 2021). Gutenberg: El inventor que cambió el mundo. *Historia National Geographic*. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/gutenberg-inventor-que-cambio-mundo_11140
- Manzoni, C. (27 de enero de 2020). El triste final del creador de la televisión que no pudo explotar su invento. *La Nación*. <https://www.lanacion.com.ar/economia/el-triste-final-del-creador-television-no-nid2326353/>



- Mark, J. (17 de noviembre de 2022). Cuneiforme (R. Baranda, Trad.). *World History Encyclopedia* (en español). <https://www.worldhistory.org/trans/es/1-105/cuneiforme/>
- Minsky, M. (1980). Telepresence. *OMNI Magazine*, 44-52. <https://web.media.mit.edu/~minsky/papers/Telepresence.html>
- Morin, E. (1977). El método I: La naturaleza de la naturaleza. Editorial Cátedra. <https://ciroespinoza.files.wordpress.com/2011/11/el-metodo-1-la-naturaleza-de-la-naturaleza.pdf>
- Museo Pedagógico Colombiano (18 de octubre de 2019). *Pieza del mes de octubre de 2019: Cuaderno Escolar*. <http://museopedagogico.pedagogica.edu.co/2019/10/18/pieza-del-mes-de-octubre-de-2019-cuaderno-escolar/>
- Negro, M. y Gómez, J. (2021). Lo que la pandemia se llevó: 5 mitos sobre la educación universitaria argentina. *Educación, Lenguaje y Sociedad*, 21(21), pp. 1-24. <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/els/article/view/7534>
- Osuna, M. C., Onrubia, M. y Martín, C. (2021). Una linterna mágica en el Museo. *Naturalmente*, 32, 51-57. https://digital.csic.es/bitstream/10261/257944/1/15_linterna-magica.pdf
- Panyella, I. (9 de enero de 2023). La Importancia del Papiro en el Antiguo Egipto. *Historia National Geographic*. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/la-importancia-del-papiro-en-el-antiguo-egipto_18924
- Poyer, J. (8 de agosto de 2015). *Los inicios del Cine al galope de un caballo*. <https://prensa-cultural.com/los-inicios-del-cine-al-galope-de-un-caballo/>
- Ramírez, C., Castaño, L., Aldape, P. y Zepeda, L. (9 de diciembre de 2022). *Cinco pasos para convertirte en "Profesor con efecto holograma"*. Observatorio Tec. <https://observatorio.tec.mx/edubits-blog/cinco-pasos-para-convertirte-enprofesor-con-efecto-holograma/>
- Reyero, M. (2019). La educación constructivista en la era digital. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (12), 111-127. DOI: <https://doi.org/10.51302/tce.2019.244>
- Ricoy Casas, R. M. (2022). Hologramas y avatares para la persuasión política. *Revista Internacional de Cultura Visual*, 9(4), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.37467/revvisual.v9.3547>
- Ríos, L., Guamán J. y 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*, (E54), 405-418. <https://search.proquest.com/openview/e8c8009ba294c34598827347ce9f14d3/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Sadurní, J. M. (28 de septiembre de 2021). Ladislao José Biro, el inventor del "boli". *Historia National Geographic*. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/ladislao-jose-biro-inventor-boli_15616



- Sadurní, J. (13 de febrero de 2023). Marconi y la primera transmisión por radio de la historia. *Historia National Geographic*. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/marconi-y-primera-transmision-por-radio-historia_14204
- Secco, L. (2021). Panorama de la televisión educativa en América Latina en la década del 60 y 70 y su influencia en Uruguay. *Historia de la educación-anuario*, 228(2), 81-90. <http://www.scielo.org.ar/pdf/histed/v22n2/2313-9277-histed-22-02-81.pdf>
- Sánchez, T., Serrano, J.L. y 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. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2020.v6i2.6779>
- Serra, R., Vega, G., Ferrat, A., Lunazzi, J. y Magalhães, D. (2009). El holograma y su utilización como un medio de enseñanza de la física en ingeniería. *Revista brasileira de ensino de física*, 31(1). <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000100007>
- Smalley, D. E. et al. (2018). A photophoretic-trap volumetric display. *Nature*, 553(7689), 486-490. <https://www.nature.com/articles/nature25176>
- Tecnológico de Monterrey [Instituto para el Futuro de la Educación]. (2020). *Glosario de Innovación Educativa 2020*. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/glosario-de-innovacion-educativa>
- Tecnológico de Monterrey [TEC] (2023). *Reporte 2022*. https://issuu.com/innovacion-educativa/docs/reporte_ie_ed_2022
- Telefónica (14 de diciembre de 2022a). *5 aplicaciones Web 3.0 que debes conocer*. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/5-aplicaciones-web-3-0-y-ejemplos-que-debes-conocer/>
- Telefónica (28 de febrero de 2022b). *La telepresencia holográfica de Telefónica, protagonista con Carolina Marín en el MWC*. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/la-telepresencia-holografica-de-telefonica-protagonista-con-carolina-marin-en-el-mwc/#downloads-49362>
- Terán, O. (2017). Acciones para cerrar la brecha digital: Uso de Pizarra Digital Interactiva - PDI. *Educación Superior*, 2(1). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-82832017000100002&lng=es&tlng=es.
- Thomas, D. (21 de septiembre de 2018). Cómo la tecnología 5G hará posible las llamadas holográficas. *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45587375#:~:text=Las%20redes%205G%20de%20alta,proyectar%20hologramas%20desde%20nuestros%20dispositivos.>
- Treviño, R. (23 de diciembre de 2020). *El Tec gana "Oscar" de la educación por proyecto de Profesor Holograma*. <https://conectadev.tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/>



- el-tec-gana-oscar-de-la-educacion-por-proyecto-de-profesor-holograma
Universidad Técnica Particular de Loja [UTPL]. (20 de febrero de 2023). *Telepresencia, una innovadora forma de aprendizaje*. <https://noticias.utpl.edu.ec/telepresencia-una-innovadora-forma-de-aprendizaje>
- Villanueva, A. (22 de agosto de 2018). *Mi profesor es un holograma; da Tec primera clase al estilo Star Wars*. <https://conecta.tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/mi-profesor-es-un-holograma-da-tec-primer-clase-al-estilo-star-wars>
- Villanueva, A. (27 de septiembre de 2022). *Tec realiza primera clase intercontinental con Profesor Holograma*. <https://conectadev.tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/tec-realiza-primera-clase-intercontinental-con-profesor-holograma>
- Wilson, B. (9 de noviembre de 2015). *John Blankerbaker, el hombre que creó la primera computadora personal de la historia*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/11/151109_tecnologia_john_blankenbaker_hombre_creo_primera_computadora_personal_lv



Los autores



Yoskira Naylett Cordero de Jiménez

Doctora en Educación, Economista, Máster en Administración de Empresas y Universidad de Carabobo, Venezuela. Especialista en Productos y Servicios Bancarios en España. Docente de grado y posgrado desde 2003; Directora de Carrera Economía - Universidad de Carabobo; Directora de Investigación Universidad Politécnica Estatal del Carchi - Ecuador; Directora Académica de Posgrado Educación de la Universidad Tecnológica Empresarial del Guayaquil.

Investigadora de trayectoria con publicaciones de artículos científicos y libros, por ejemplo: *Nociones de Economía Monetaria - Una mirada minimalista a Venezuela y Ecuador*; *¿Cómo hacer un trabajo de investigación? Camino seguro a la titulación*; *Evaluación de Competencia Digital Docente*.

Correo: ycordero@uteg.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0292-6897>



Héctor José Jiménez Camargo

Economista, graduado en 1996 en la Universidad de Carabobo, Venezuela. Especialista en Microfinanzas, desempeñando 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*.

Correo: hjimenez.student@mbtu.us

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6026-0215>





Ulearn
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

2024

ISBN: 978-9942-827-97-5



9789942827975