

Ergonomía cognitiva, metaversos y economía: revisión documental

Jesús Ernesto Rocha-Ibarra (autor de contacto)

Profesor investigador de la Universidad de Guanajuato (Salamanca, México)

je.rochaibarra@ugto.mx | <https://orcid.org/0000-0002-0838-3902>

Clara Azucena Rodríguez-Sánchez

Estudiante de la Universidad de Guanajuato (Salamanca, México)

ca.rodriguez.sanchez@ugto.mx | <https://orcid.org/0000-0002-0330-382X>

María Guadalupe Guzmán-Álvarez

Estudiante de la Universidad de Guanajuato (Salamanca, México)

mg.guzmanalvarez@ugto.mx | <https://orcid.org/0000-0003-0604-5931>

Karla Lizbeth Robles-Hernández

Estudiante de la Universidad de Guanajuato (Salamanca, México)

kl.robleshernandez@ugto.mx | <https://orcid.org/0000-0002-3947-9413>

Yashiro Danahi Cisneros-Reyes

Profesora investigadora de la Universidad de Guanajuato (Salamanca, México)

ycisneros@ugto.mx | <https://orcid.org/0000-0002-1232-7647>

Extracto

El presente trabajo es una revisión documental que tiene por objetivo analizar la convergencia entre los conceptos de «ergonomía cognitiva», «metaversos» y «economía» para elaborar una definición que explique el concepto de «metaverso productivo», entendiendo que las necesidades industriales en la era de la economía digital requieren de nuevas formas de interacción inmersiva. A través del método de revisión sistemática, se plantea que los mundos virtuales 3D o metaversos se descomponen en diversos ámbitos (económico y productivo) y, a través de la síntesis, se integran estos con la comunidad educativa. Se concluye que los entornos productivos dentro de un metaverso son una realidad cercana y posible. La estimulación de los entornos de trabajo virtual puede resultar en una ventaja competitiva para las industrias que los pongan en práctica y revolucionen sus métodos de producción. Por esta razón se considera que un gran número de organizaciones de diversos sectores productivos apostarán por el incremento de las capacidades tecnológicas de su empresa, recurriendo a diferentes medios y, de manera concisa, tratarán de incursionar en el uso del metaverso.

Palabras clave: ergonomía cognitiva; metaversos; economía; innovación; tecnología; teletrabajo; digitalización.

Recibido: 24-02-2023 | Aceptado: 14-12-2023 | Publicado: 06-05-2024

Cómo citar: Rocha-Ibarra, J. E., Rodríguez-Sánchez, C. A., Guzmán-Álvarez, M.^aG., Robles-Hernández, K. L. y Cisneros-Reyes, Y. D. (2024). Ergonomía cognitiva, metaversos y economía: revisión documental. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 28, 141-162. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18671>

Cognitive ergonomics, metaverses and economics: a documentary review

Jesús Ernesto Rocha-Ibarra (corresponding author)

Profesor investigador de la Universidad de Guanajuato (Salamanca, México)
je.rochaibarra@ugto.mx | <https://orcid.org/0000-0002-0838-3902>

Clara Azucena Rodríguez-Sánchez

Estudiante de la Universidad de Guanajuato (Salamanca, México)
ca.rodriguez.sanchez@ugto.mx | <https://orcid.org/0000-0002-0330-382X>

María Guadalupe Guzmán-Álvarez

Estudiante de la Universidad de Guanajuato (Salamanca, México)
mg.guzmanalvarez@ugto.mx | <https://orcid.org/0000-0003-0604-5931>

Karla Lizbeth Robles-Hernández

Estudiante de la Universidad de Guanajuato (Salamanca, México)
kl.robleshernandez@ugto.mx | <https://orcid.org/0000-0002-3947-9413>

Yashiro Danahi Cisneros-Reyes

Profesora investigadora de la Universidad de Guanajuato (Salamanca, México)
ycisneros@ugto.mx | <https://orcid.org/0000-0002-1232-7647>

Abstract

This research is a documentary review that aims to analyze the convergence between the concepts of «cognitive ergonomics», «metaverses», and «economics» to explain the concept of «productive metaverses» that due to digitalization in the industry arises the need to opt for new forms of interaction. Through the systematic review method, it is proposed that 3D virtual worlds or metaverses break down into economic and productive areas; through synthesis, these are integrated with the educational community. It is concluded that the productive environments within a metaverse are a close and possible reality, the stimulation of virtual work environments can result in a competitive advantage for the industries that put them into practice and revolutionize their production methods. For this reason, it is considered that a large number of organizations from various productive sectors will bet on increasing the technological capabilities of their company, resorting to different media, and, concisely, will try to venture into the use of the metaverse.

Keywords: cognitive ergonomics; metaverses; economy; innovation; technology; telecommuting; digitalization.

Received: 24-02-2023 | Accepted: 14-12-2023 | Published: 06-05-2024

Citation: Rocha-Ibarra, J. E., Rodríguez-Sánchez, C. A., Guzmán-Álvarez, M.^ª G., Robles-Hernández, K. L. and Cisneros-Reyes, Y. D. (2024). Cognitive ergonomics, metaverses and economics: a documentary review. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 28, 141-162. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18671>

Sumario

1. Introducción
 2. Objetivos
 3. Método
 4. Resultados
 - 4.1. Ergonomía cognitiva
 - 4.2. Realidad virtual
 - 4.3. Metaversos
 - 4.4. Innovación en las organizaciones
 - 4.5. Economía e innovación
 5. Discusión
 - 5.1. Mundos virtuales 3D aplicados a las organizaciones
 - 5.2. Ciberarquitectura para entornos productivos
 - 5.3. Metaversos productivos
 - 5.4. Economía de los metaversos
 - 5.5. Convergencia entre ergonomía cognitiva, metaversos y economía
 - 5.6. Desafíos y oportunidades
 6. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Nota: los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes.



1. Introducción

El escenario de la contingencia sanitaria a nivel global trajo consigo muchos retos en el ámbito social, educativo y laboral. Ante ello, las medidas para dar continuidad a las actividades cotidianas no se hicieron esperar. En este sentido, Sánchez-Juárez y Aguilar Esparza (2020) explican que, en el caso de las empresas mexicanas, el 26 % minimizó las reuniones presenciales y optó por la comunicación a través de los medios virtuales, como videoconferencias y teletrabajo, entre otros.

La virtualización ocasionada por la pandemia de la COVID-19 y el aislamiento en entornos cotidianos durante la segunda década del siglo XXI ha revolucionado la forma de trabajo de miles de personas en todo el mundo.

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (2021), en su informe sobre perspectivas sociales y de empleo en el mundo, en el año 2020, el 50 % de la fuerza laboral estadounidense trabajó desde casa; sin embargo, a finales del 2021 esta cifra disminuyó hasta un 30 %. Durante ese mismo año, en el caso del Reino Unido, la cifra de personas que trabajaron en su hogar a tiempo completo fue solamente del 14 %.

Allen *et al.* (2015) entienden el trabajo a distancia como aquel que hace posible la sustitución de los entornos laborales, donde es necesario que las personas se encuentren presencialmente en una oficina cumpliendo con sus obligaciones, por aquel otro que permite a los empleados realizar sus tareas desde diversas ubicaciones, facilitado por el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

A su vez, López Pérez (2021) señala que los seres humanos hemos encontrado en las TIC un medio para la omnipresencia, gozando de una rapidez significativa, con la posibilidad de visualizar contenido, consumirlo y también trabajar, a pesar de encontrarnos en ubicaciones geográficas distintas.

Por tanto, se entiende por «teletrabajo» el hecho de cumplir con las obligaciones laborales por medio de las TIC sin estar dentro de las instalaciones de las empresas.

2. Objetivos

El presente trabajo es una revisión documental, cuyo objetivo principal es analizar la convergencia entre la «ergonomía cognitiva», los «metaversos» y la «economía», y así explicar el concepto de «metaverso productivo», ya que, como consecuencia de la digitalización en la industria, surgen necesidades de interconectividad e interoperabilidad que revolucionan los procesos del entorno.

3. Método

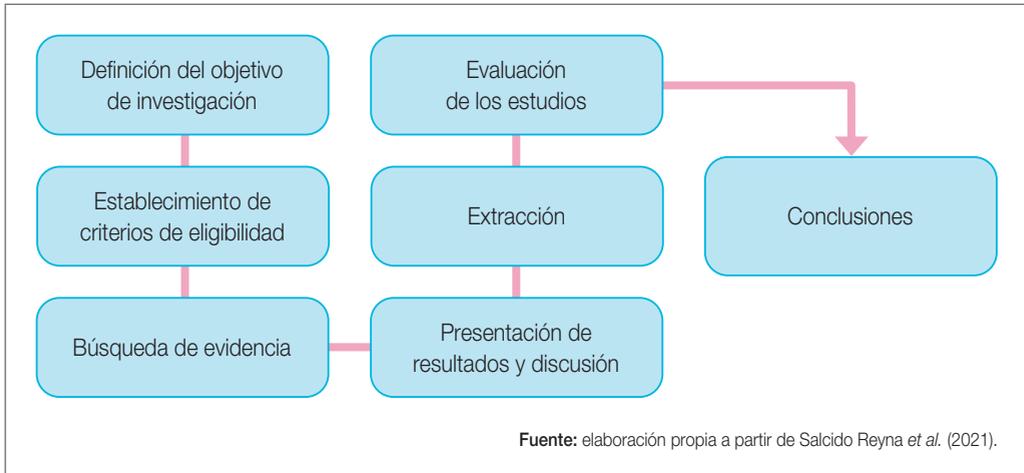
Este estudio de investigación tiene su base metodológica en la revisión sistemática, la cual, de acuerdo con Linares-Espinós *et al.* (2018), reúne información sobre un tema delimitado, respondiendo a los objetivos establecidos, que, de forma descriptiva, presentan las evidencias y que, por sus características, proporcionan una síntesis completa e imparcial de los estudios relevantes. En este orden de ideas, se recopiló evidencia en la literatura sobre los mundos virtuales o metaversos y su relación con el entorno económico, ergonómico y productivo.

Para llevar a cabo una revisión literaria hay que tener en cuenta la identificación de los conceptos principales, un plan de búsqueda, un análisis y una discusión, así como conclusiones, incluyendo la hermenéutica como parte del método para la interpretación del contexto, conceptos e información que se presenta (Méndez González, 2020). Sumado a ello, Ricoeur (2000) explica que una postura hermenéutica en las revisiones documentales facilita la comprensión de los sucesos, de los fenómenos y de los elementos.

Los criterios de elegibilidad (inclusión y exclusión) utilizados en este trabajo parten de las recomendaciones realizadas por Salcido Reyna *et al.* (2021), quienes señalan que tales elementos son requisitos fundamentales para una revisión sistemática y que contribuyen a garantizar resultados significativos en el análisis del conjunto de estudios observados. Por esta razón, la elección de los estudios incluidos se justifica en la naturaleza de los objetivos de trabajo. En esta línea de ideas, y basándose en Pardal-Refoyo y Pardal-Peláez (2020), se utilizaron los criterios de elegibilidad soportados por el tipo de resultados informados, cuya inclusión depende de los resultados de interés, de la coherencia, de la objetividad y de su relación con el entorno productivo. Asimismo, se excluyen aquellos estudios que, a pesar de que integren los conceptos de interés (metaversos, ergonomía cognitiva y economía), distan en el contexto de los resultados con las definiciones de «entornos productivos» y sus implicaciones.

En el caso de este estudio no se considera un marco temporal para la adquisición de la información, ya que se ha realizado la revisión de autores en distintos momentos para definir y aclarar conceptos que son útiles en el desarrollo del trabajo. En la figura 1 se muestra el flujograma que guía el proceso de investigación.

Figura 1. Flujoograma para revisión sistemática



4. Resultados

4.1. Ergonomía cognitiva

Desde antes del inicio de la crisis sanitaria, el trabajo remoto se incluía en una dinámica sostenible que brindaba un margen amplio de flexibilidad para trabajar en los hogares, pero que suponía un riesgo para el bienestar y el desarrollo de los individuos. A tenor de esto, la seguridad y salud en el trabajo necesitan nuevas formas de intervenir. De acuerdo con Rubio Tamayo y Gértrudix Barrio (2016), la «ergonomía cognitiva» se define como la disciplina científica que estudia la interacción entre el trabajo del ser humano y la tecnología, los procesos automatizados y los entornos virtuales en distintos ámbitos, como el educativo, el laboral o el económico, entre otros.

Ante esta situación, Almirall Hernández y Marroquín (2016) explican que el objetivo de la ergonomía cognitiva es mejorar de forma sustancial la relación entre un individuo y la computadora; y, de forma amplia, se considera la adecuación del trabajo en cada una de las potencialidades del ser humano, favoreciendo el incremento de la calidad de vida y, por supuesto, la disminución de los factores de riesgo que representan efectos negativos en el trabajo.

Los esfuerzos para hacer que las actividades laborales sean agradables para el individuo resultan complejos. Hernández-Sánchez y Ortega-Maldonado (2015) exponen que el análisis ergonómico cognitivo contribuye de forma significativa a corregir los errores entre la relación de una computadora y el ser humano, incluyendo todos los procesos automa-

tizados que esta interacción supone. Lo anterior muestra la necesidad de considerar los patrones conductuales. Rizzo (2020) señala que, en el diseño de las condiciones laborales adecuadas, la selección personalizada en el diseño ergonómico del puesto de trabajo que considera los patrones conductuales reporta menos efectos negativos en la salud de los trabajadores.

El diseño de las acciones motrices, la relación entre controles y mando y los elementos del sistema en el trabajo computarizado, hablando de la digitalización –*display*, escalas circulares con punto de movimiento, distancia del horóptero visual a la pantalla, interfaces, reactividad psicomotora y requerimientos cognitivos del operador–, son algunas de las características que se deben conocer de forma mínima para optimizar la relación de tiempo, espacio y movimientos a través de la ergonomía cognitiva en las actividades laborales y que, de acuerdo con Almirall Hernández y Marroquín (2016), estimulan la participación sana del ser humano con el entorno tecnológico.

De esta manera, Méndez González (2020) resaltan que el objetivo fundamental de la ergonomía cognitiva es analizar la forma en que interactúan las personas y los aparatos cognitivos, entendiendo estos últimos como dispositivos para los que se necesita principalmente habilidad mental en lugar de habilidad física para su uso. Esta interacción puede surgir entre una persona y un artefacto o entre varias personas a la vez, por medio de un dispositivo, para cumplir el propósito de facilitar la comunicación.

4.2. Realidad virtual

La popularización de la realidad virtual adquiere relevancia a principios de 1990, haciendo referencia a las tecnologías que, de acuerdo con Cuesta Cambra y Mañas Viniegra (2016), estimulan la interacción con la información artificial.

Con ello surge también la necesidad de analizar las interacciones entre el usuario, la tecnología y sus interfaces: el diseño de sus interacciones y la experiencia del usuario a través del conocimiento interdisciplinario.

Existen diversas definiciones del término «realidad virtual». Sousa-Ferreira *et al.* (2021) explican que en el campo de la informática se concibe como la forma habitual en que se relaciona un individuo y un computador por un medio virtual, en el que dicha interacción es posible cuando el sujeto entra en una interfaz.

El potencial de la realidad virtual como herramienta de comunicación y transmisión de información representa la dificultad de la proyección idealizada en la experiencia de implementación. Arellano Pimentel *et al.* (2017) exponen que se confronta el realismo situacional, al vivir experiencias sensoriales ahorrando tiempo y dinero, adaptando las herramientas y el contexto al usuario y, en ocasiones, cayendo en el exceso de instrucciones.



Por su parte, Mystakidis y Christopoulos (2022) mencionan que, incluso en este entorno digital construido por medio de la tecnología, se producen interacciones humanas en las que los usuarios son capaces de sentir al igual que en el entorno físico, y lo hacen a través de sensores especializados, cascos de inmersión o auriculares, entre otros, que permiten ver, escuchar y sentir el movimiento y la interacción con objetos digitales.

Campo-Prieto *et al.* (2021) establecen que la perspectiva de la realidad virtual como potencial medio de comunicación y colaboración permite adquirir conciencia de la existencia de otros y estimula las dinámicas de negociación y fluidez de la comunicación.

El uso desmesurado de la aplicación de la tecnología se fundamenta en la necesidad de desarrollo de nuevos procesos y medios de comunicación. Miguélez-Juan *et al.* (2019) señalan que la realidad virtual supone un uso potencial para la transformación de la realidad social, construyendo comunidades colaborativas en el proceso de interacción con la tecnología.

4.3. Metaversos

Actualmente, los individuos interactúan con frecuencia en entornos virtuales propiciados por la Web 2.0, en los que intervenir y cooperar ayudan a obtener conocimiento colectivo. Por esta razón, Barneche Naya *et al.* (2011) plantean que una de las tecnologías emergentes que ha aparecido recientemente y que tiene gran relevancia son los metaversos, ya que estos entornos virtuales tridimensionales posibilitan la colaboración en tiempo real, la creación de objetos por el usuario y la telepresencia.

De acuerdo con Cárdenas Espinosa (2014), el mundo virtual o los metaversos se establecen como construcciones ficticias donde la interacción se lleva a cabo mediante «avatares», que es la representación digital de un usuario en un entorno virtual, y con ellos se estimula la participación o la vida real a través de entornos inmersivos. Los metaversos se conciben como entornos inmersivos en tercera dimensión que alojan contenidos audiovisuales en tiempo real. Aguilar Córdova (2018) explica que la tecnología permite la interoperabilidad entre mundos y realidades, amplificando las posibilidades de aplicación a muy corto plazo.

Anacona *et al.* (2019) señalan que la adopción y el uso de los metaversos o mundos tridimensionales para las actividades laborales favorece el desarrollo de la creatividad, la iniciativa y la socialización. Lo anterior facilita, a su vez, la eliminación de las barreras que el trabajo a distancia supone, pues la interacción entre los colaboradores y la cercanía a través de herramientas digitales facilitan el flujo de la comunicación organizacional. En este sentido, García Pérez y Robles Estrada (2014) resaltan que incluso se cree que los metaversos tienen grandes posibilidades en un futuro cercano a la hora de reemplazar a los buscadores tradicionales, siendo en ese espacio virtual donde las marcas deberán posicionarse para tener aceptación entre los consumidores, cambiando así la forma en que los individuos utilizan internet.

4.4. Innovación en las organizaciones

Sobre la innovación, Bruno *et al.* (2017) proponen que, dentro de la gestión de la innovación en las organizaciones, es necesaria la mediación y la apropiación del conocimiento, común denominador en los conceptos que los autores comparten.

Si bien García Acosta y Lange Morales (2010) definen la «innovación» como un proceso continuo, en el cual se ven involucrados elementos externos a la organización, de los cuales se pueden destacar la ciencia, la tecnología, el aprendizaje y los aspectos socioculturales, específicamente, se centran en la idea de que la innovación engloba la economía como principal factor para que se pueda llevar a cabo.

4.5. Economía e innovación

En el contexto propuesto por Pallaro (2022), es posible imaginar sistemas económicos y sociales convertidos en sistemas operativos, gracias al potencial y a la conexión que generan las tecnologías, destacando las nuevas economías de impacto, resumidas en innovación social, inclusión económica y adopción tecnológica. Además, en los metaversos, la economía está comenzando a girar en torno a mercados de *non-fungible tokens* (NFT), mundos virtuales como los juegos Roblox o las criptomonedas.

En este sentido, Varona-Castillo y Gonzales-Castillo (2021) destacan que la tecnología de la cual disponen los países es relevante, puesto que existen efectos dañinos causados por la disparidad de innovaciones en los que las diferencias de precio y tamaño de mercado perjudican la igualdad de la distribución del ingreso.

Por su parte, Sánchez y Ríos (2011) señalan que, si se desea estimular el crecimiento económico en los países, se requiere a nivel nacional de un incremento en la capacidad para generar conocimiento y obtener riqueza por medio del desarrollo de las innovaciones.

5. Discusión

5.1. Mundos virtuales 3D aplicados a las organizaciones

El World Economic Forum (2020) señala que cerca del 35 % de las organizaciones en la Unión Europea se concentran en la gestión de procesos de innovación, en los procesos de producción en ambientes multiusuarios y en el diseño de las plataformas, que se basa, en gran medida, en los juegos de realidad virtual, donde la interactividad resulta ser el común denominador en los entornos organizacionales interconectados en la virtualidad.



De acuerdo con Almirall Hernández y Marroquín (2016), en el contexto contemporáneo, los nativos digitales se integran al entorno productivo y los entornos virtuales de trabajo se asumen como un punto de encuentro eficiente para solventar las actividades productivas.

Según la perspectiva de Páez-Gabriunas *et al.* (2022), el uso de la tecnología digital aplicada en las organizaciones supone un amplio espectro de posibilidades para que el usuario adopte un mecanismo productivo desde la promoción por la interactividad y el reto que representa el deseo de participar.

En este sentido, los mundos virtuales en tercera dimensión suponen la exploración de nuevos métodos de entornos productivos. Delgado Fernández (2020) señala que se posicionan como una modalidad innovadora protagonista dentro de las TIC que permite experimentar en tiempo real los procesos organizacionales, aunque disten las ubicaciones geográficas.

De acuerdo con Aguilar Córdoba (2018), el trabajo virtual permite experimentar en tiempo real las actividades que retroalimentan el proceso de comunicación *online*. En este sentido, los metaversos expanden la posibilidad de ofertar contenidos distintos y lograr el desarrollo de nuevas habilidades en los operadores laborales para este nuevo modelo de producción.

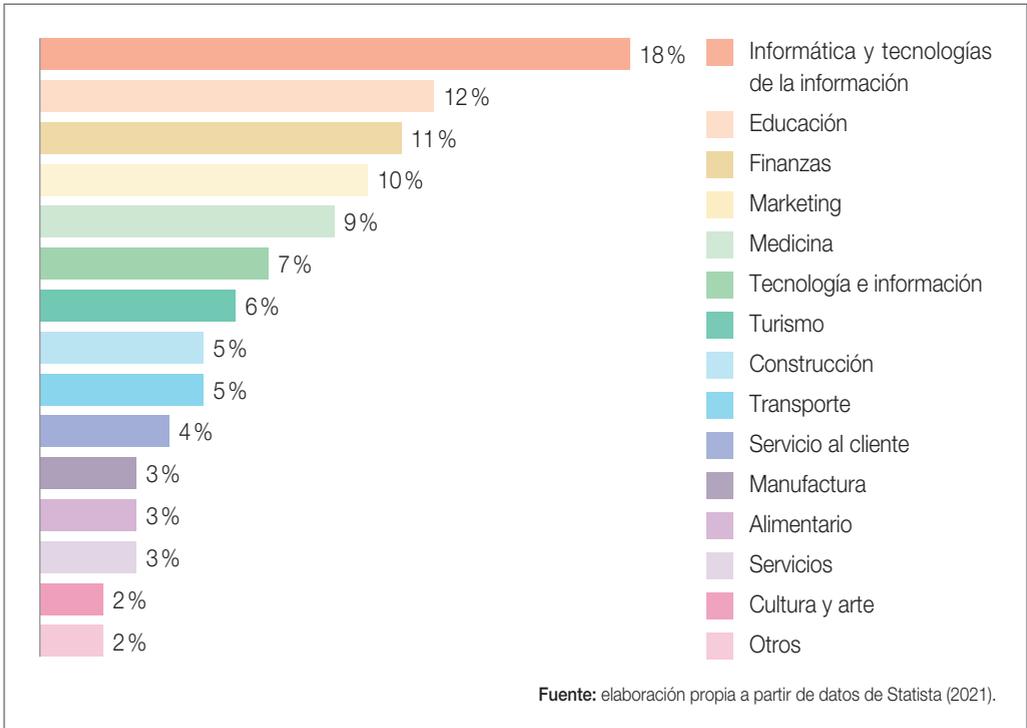
Algunos ejemplos de metaversos cuya aplicación y uso se relacionan con los negocios son los desarrollados por Mark Zuckerberg, el CEO (*chief executive officer*) de Facebook, quien en octubre de 2021 explotó la popularidad de un metaverso cercano que se consolidó en una de las redes sociales más populares con la finalidad de revolucionar su modelo de negocio (Crespo-Pereira *et al.*, 2023; Murphy Kelly, 2021).

De acuerdo con Lorente Sanjuán y Torreblanca (2022), en su mayoría, las empresas multinacionales desarrolladoras de tecnología, como Samsung y Sony, direccionan sus esfuerzos e inversiones hacia la evolución de los metaversos.

En la figura 2 se aprecia la distribución de los sectores empresariales que invierten mayoritariamente en el desarrollo de un metaverso, persiguiendo distintos fines.

Se observa que, en primer lugar, el sector de la informática y de las tecnologías de la información lideran en términos de inversión, con empresas como Amazon, NVIDIA Omniverse, Taobao Metaverses o Samsung Global Metaverses Fund. En segundo lugar, se encuentra el sector educativo, con instituciones y empresas como el Tecnológico de Monterrey, la Universidad de Texas y la Universidad Estatal de Carolina del Norte. Y, en tercer lugar, el sector financiero, cuyos negocios representativos son JP Morgan y Decentraland.

Figura 2. Porcentaje de inversión en los negocios para el desarrollo de los metaversos



En este tenor, de acuerdo con Rosales Soto (2023), las principales razones que motivan a los negociadores y empresarios a invertir en el desarrollo de los metaversos son lograr más posibilidades del alcance de trabajo, generar actividades artísticas y culturales que sumen al entretenimiento, invertir y obtener rendimientos y generar educación de calidad, entre otras.

5.2. Ciberarquitectura para entornos productivos

Tras la evolución de los recursos informáticos y la necesidad de interactuar en espacios virtuales de forma confortable en el ciberespacio, los esfuerzos para combinar las distintas interfaces, a través de dispositivos para generar un entorno dinámico tridimensional, se convierten no solo en un reto, sino también en una necesidad emergente. En este sentido, Segovia y Pérez (2009) explican que distintas instituciones educativas de nivel superior, como la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Zulia y la Facultad de Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, así como el programa de maestría en Informática de la Universidad del Salvador, han redireccionado sus actividades aprovechando las ventajas de la plataforma Virtual Reality Modeling Lenguaje (VRML) para representar la interacción entre los usuarios y las interfaces en un ambiente inmersivo.



De acuerdo con Kaminsky (2005), la implementación de VRML permite la hipervinculación de los individuos en la manipulación de las condiciones de su entorno y la simulación ciberarquitectónica tridimensional permite la navegación en un ambiente artificial por medio de la variación del contenido gráfico, acústico y visual en los entornos digitales. Lo anterior hace evidente la utilidad de la mediación de las condiciones y del medioambiente de trabajo en los entornos virtuales productivos en los que, de la misma forma que en los espacios físicos, los académicos se ocupan de dictar las directrices para su uso e implementación en los metaversos.

5.3. Metaversos productivos

La transformación de la industria tradicional y la economía en su conjunto representan un impacto significativo a través de innovaciones empresariales, la creación de alianzas y la disrupción de los emprendimientos. En este orden de ideas, Chajín Flórez (2021) señala que los mundos virtuales contribuyen a comprender nuevos usos de los espacios físicos a través del diseño de experiencias.

Los metaversos productivos, de acuerdo con Taboada (2022), son diseñados a través de tecnología convertida en un sistema operativo que conecta, potencia y disrumpe la tendencia a través de una dimensión en la digitalización e internet, y se muestran como un apoyo significativo para transformar el mundo dentro de un ambiente interconectado. Entonces, se puede definir al «metaverso productivo» como el entorno industrial con base puramente digital que tiene sus raíces en la tecnología y en internet, innovando la producción y democratizando el acceso a sus consumidores, impulsando, a su vez, el progreso individual y colectivo a través de la economía digital.

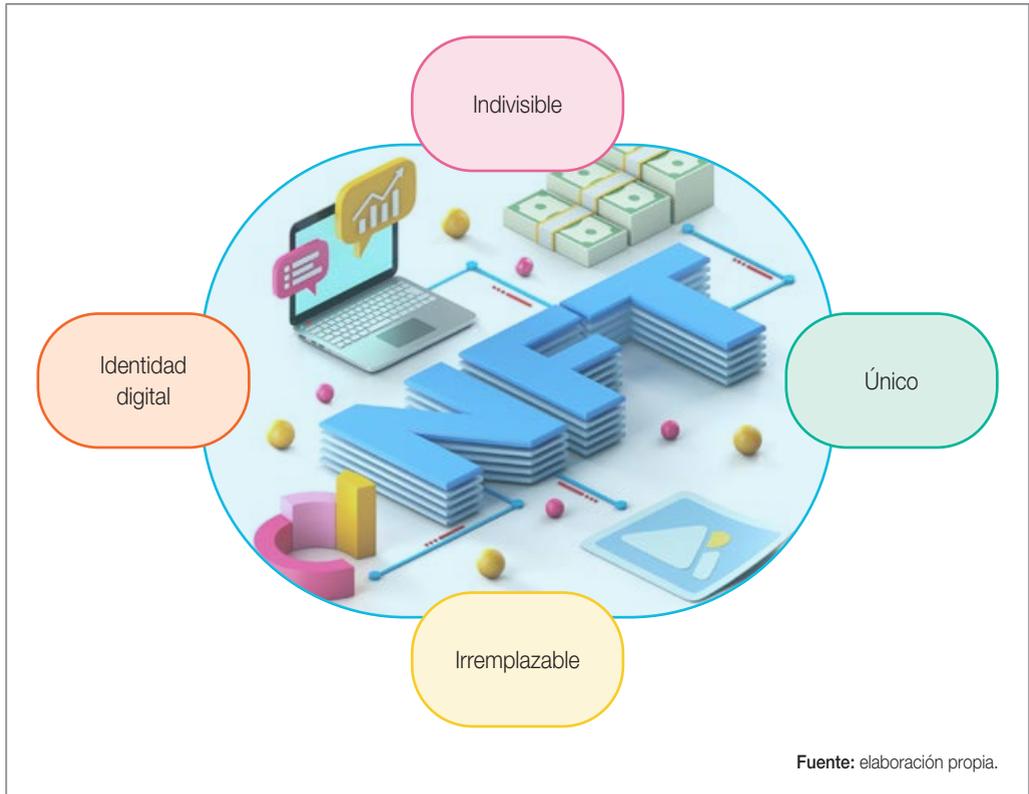
5.4. Economía de los metaversos

El proceso de digitalización y su aplicación es amplia, pues, a través de herramientas como los metaversos, se puede acceder a entornos virtuales. El cambio de paradigma en el comercio y en los emprendimientos no es la excepción. Dentro del esquema de su propia economía, la oportunidad de digitalizar los pagos dentro del metaverso productivo a través de los NFT permite intercambiar valor y activos en las transacciones de la realidad virtual.

De acuerdo con Grandury González (2022), esta radical innovación permite dar soporte a la identidad y a propiedad digital, lo que se traduce en estructuras modernas. Sin embargo, la economía del entorno virtual no puede analizarse por separado de la del entorno físico, pues ambas se encuentran entrelazadas de forma inevitable. A este respecto, en el metaverso, la economía podrá tener su propia gobernanza, pero, en algún punto, deberá converger con una interfaz que la comunique con el entorno físico.

Pacheco Jiménez (2022) señala que la principal característica de los NFT se encuentra en los contratos inteligentes que se contienen en el *blockchain* donde se almacenan información y propiedades. En la figura 3 se muestran las características principales asociadas a las funciones de los NFT

Figura 3. Características de los NFT



5.5. Convergencia entre ergonomía cognitiva, metaversos y economía

Para abordar la convergencia entre los conceptos de «ergonomía cognitiva», «metaversos» y «economía» es preciso hablar de sus atributos relacionados. En la figura 4 se muestra un diagrama con la convergencia entre cada elemento de análisis, entendiendo que cada uno posee características distintivas propias e individuales que, al integrarse en una relación de recursividad, dan partida a atributos que crean esta interacción en un concepto más robusto.

En el caso de la aplicación y vinculación entre la ergonomía cognitiva y el ámbito económico, su relación se emulsiona generando eficiencia productiva, entendiendo que uno de los objetivos de la ergonomía cognitiva es favorecer a través de sus directrices la experiencia y relación entre una interfaz y el operario.

En este sentido, Fournier Guimbao (2021) señala que, en la era digital contemporánea, tras la explosión del uso y apropiación de las redes sociales, y tras el contexto de confinamiento a causa de la COVID-19, las actividades productivas, recreativas y escolares tornaron en su mayoría al uso de dispositivos electrónicos y digitales.

Con ello se ha hecho evidente que las experiencias entre el usuario y los instrumentos de conectividad digital son un factor preponderante para su manipulación y que, de ello, depende el incremento o la desaceleración de la productividad en cualquier ámbito de consumo de experiencias digitales.

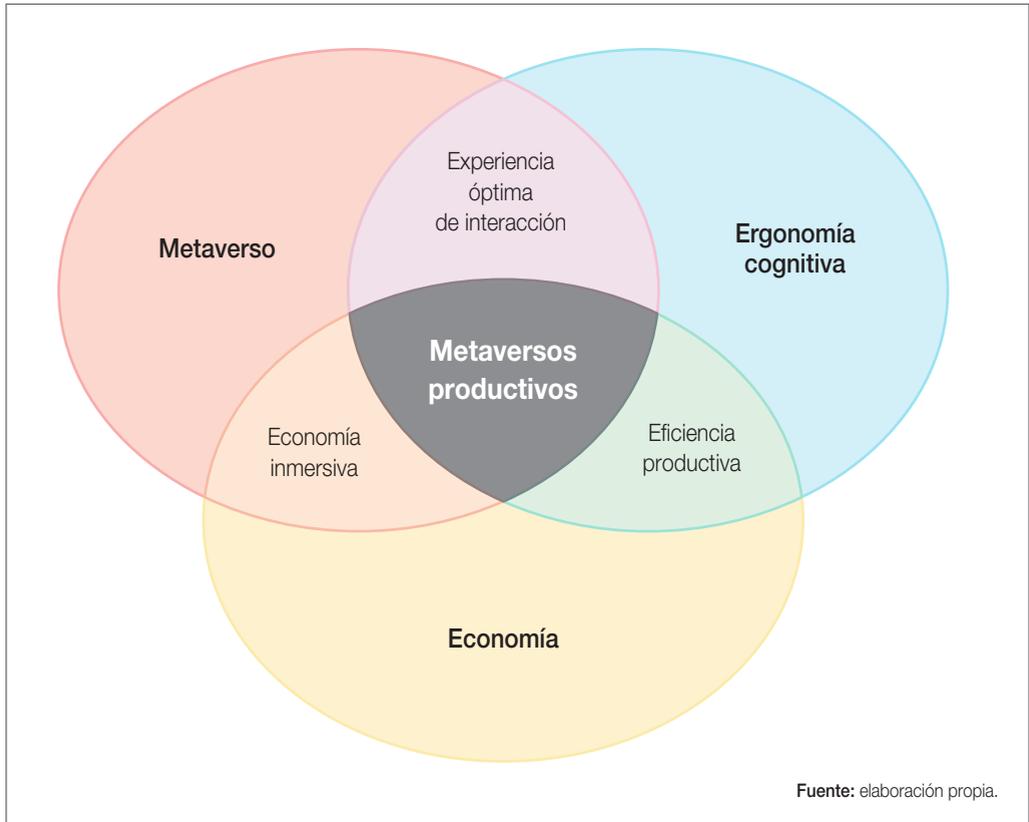
En este orden de ideas, cuando se trata de la convergencia entre la economía y los metaversos, se logra la consolidación de una economía inmersiva que, de acuerdo con Zamora (2016), integra elementos propios de la economía digital y la experiencia de realizar acciones y transacciones en un entorno virtual a través de contratos inteligentes de *blockchain* y NFT, entre otros, movilizandando la participación del usuario en una realidad alterna en tercera dimensión y obteniendo beneficios económicos tangibles.

Ahora bien, en la figura 4, cuando se observa la intersección entre los «metaversos» y la «ergonomía cognitiva», se crea una «experiencia óptima de interacción», ya que, si al diseñar un metaverso se integran los elementos fundamentales que propone la ciencia ergonómica en materia cognitiva, el entorno virtual será sano para el usuario.

Asimismo, Almirall Hernández y Marroquín (2016) explican que las pautas ergonómicas para los contextos virtuales y la relación entre el ser humano y los dispositivos facilitan el aprovechamiento del entorno, los procesos de percepción y apreciación en el entorno inmersivo o virtual se robustecen, se estimula la interacción entre usuarios, se favorece el aprendizaje, se mejora el rendimiento del operador en la ejecución de las tareas y se asegura el confort del individuo.

Ahora bien, en su conjunto, la convergencia entre estos tres grandes elementos (ergonomía cognitiva, economía y metaversos) genera un nuevo concepto, como es el de «metaverso productivo», resultado de la recursividad y de la interacción, del apoyo y de la aplicación de un sistema complejo que engloba naturalezas distintas, como la ciencia económica, la ergonomía (en su variante cognitiva) y el diseño ingenieril de un entorno inmersivo virtual (Camacho y Martínez-Brocal, 2022; Chajín Flórez, 2021; Cuesta Cambra y Mañas Viniegra, 2016; Vacas Aguilar, 2018).

Figura 4. Convergencia entre ergonomía cognitiva, metaversos y economía



En este orden de ideas, es importante analizar la convergencia de los elementos que dan dinamismo y orientación a los metaversos productivos, que resultan ser un aliado en distintos sectores, estimulando la innovación, el desarrollo de tecnología, la facilitación de procesos y la continuidad y permanencia de las actividades tradicionales, ahora en entornos virtuales inmersivos.

5.6. Desafíos y oportunidades

Ante la innovación y la apropiación de la tecnología, los retos y las oportunidades son inminentes; sin embargo, la identificación de estos permite gestionarlos para solventar las carencias y promover su uso con la evidencia de su utilidad. En el cuadro 1 se describen algunos desafíos y oportunidades que se observan al buscar la óptima relación entre los elementos de convergencia: la ergonomía cognitiva, los metaversos productivos y la economía.



Cuadro 1. Desafíos y oportunidades de los elementos de convergencia

Desafíos	Oportunidades
Ergonomía cognitiva	
<p>La implementación correcta de los elementos en el diseño de las interfaces derivado de los costos de rediseño (Sanabria y Méndez Romero, 2022).</p> <p>Difusión escasa de los beneficios de mejorar la relación entre un individuo operador y los dispositivos digitales (Méndez González, 2020).</p> <p>Existen limitaciones en la capacidad de procesamiento, pues el sistema cognitivo de un individuo es dependiente de la eficacia del diseño de la interfaz y la sobrecarga mental que la tarea le genere (Otávio <i>et al.</i> 2022).</p>	<p>Diseños de interfaces a través de la ergonomía cognitiva que estimulen la retención de información mediante estrategias que favorezcan el aprendizaje y la concentración y que no generen sobrecarga mental (López Daza, 2022).</p> <p>Aplicación de los modelos mentales en el diseño de productos tecnológicos, digitales e interfaces de usuario: diseñador, usuario y sistema (Correa Torres, 2021).</p>
Metaversos productivos	
<p>El posicionamiento de productos y servicios a través de un metaverso supone riesgos costosos (Taboada, 2022).</p> <p>Evolución constante de las necesidades del consumidor, por lo que la industria de los metaversos debe invertir y generar cada vez más rápido una nueva tecnología para satisfacerlas (Sanromán Aranda, 2023).</p>	<p>Herramienta prometedora para la actualización del aprendizaje y para la generación de conocimientos (Avilés Vilchez <i>et al.</i>, 2023).</p> <p>Surgimiento de nuevos modelos de negocios que hagan uso de la realidad inmersiva en 3D (Camacho y Martínez-Brocal, 2022).</p> <p>Diversas industrias, como los servicios, finanzas, marketing, etc., optan por la adopción de nuevas tecnologías (Crespo-Pereira <i>et al.</i>, 2023).</p>
Economía	
<p>Un desafío en el ámbito económico es la incorporación de las nuevas tecnologías en la prestación de servicios financieros (FinTech). Otro desafío destacable es la rigidez de los marcos regulatorios tradicionales, que no consideran la importancia de los GAFAN (Google, Facebook, Apple y Amazon) como entes importantes en la economía y competitividad de los entornos productivos (Miguel de Bustos e Izquierdo-Castillo, 2019).</p>	<p>Crecimiento de industrias tradicionales a partir de la integración de la economía digital e inmersiva (Godoy, 2020).</p> <p>Cada vez son más las empresas que se suman a realizar actividades en el metaverso para competir y generar beneficios (Acosta <i>et al.</i>, 2018).</p>

Fuente: elaboración propia.

6. Conclusiones

Como resultado de la presente revisión documental, se concluye que los entornos productivos, dentro de un metaverso, son una realidad cercana y posible. Si bien se requiere de una mayor inversión en innovación y tecnología a nivel nacional, la estimulación de los entornos de trabajo virtual puede resultar en una ventaja competitiva para las industrias que los pongan en práctica y revolucionen sus métodos de producción.

Asimismo, surgen nuevas necesidades a partir del entorno virtual. El incremento en el uso de las tecnologías en los procesos cotidianos de las personas y la interconectividad en las relaciones sociales y laborales son solo algunos factores que destacan la importancia y premura de visualizar un mundo tridimensional digitalizado.

En este sentido, y de acuerdo con algunos autores, como Sánchez y Ríos (2011), si se desea incrementar el crecimiento económico, se deben conjugar elementos que generen conocimiento y el desarrollo de innovaciones aplicadas que respondan a los retos del mundo contemporáneo.

Lo anterior apoya la propuesta de otros investigadores, como Miguélez-Juan *et al.* (2019), para quienes las transformaciones en materia tecnológica dan lugar a nuevos procesos que contribuyen a beneficios económicos que una sociedad puede aprovechar.

Asimismo, en este estudio de investigación se documenta que los metaversos proporcionan muchas ventajas a los usuarios, como medios de interoperabilidad entre los mundos virtuales y la realidad.

Algunos autores, como Almirall Hernández y Marroquín (2016), exponen que un aspecto notable para optimizar los beneficios que estas interacciones suponen es la relación en el entorno de trabajo entre una interfaz y un operario, y cuyos riesgos latentes en las interacciones pueden minimizar las experiencias positivas.

Otro punto que hay que destacar es que la ergonomía cognitiva puede aportar mejoras a la relación entre dispositivos, realidades virtuales y humanos, como explican Almirall Hernández y Marroquín (2016), pues la intervención fundamentada en las directrices de la ergonomía cognitiva con enfoque integrador mejora la participación de un individuo y los procesos y las actividades laborales en un mundo virtual.

Por todo lo anterior, el estudio y análisis de las investigaciones de diversos autores en el campo de la ergonomía cognitiva, de los metaversos y de la economía son necesarios para comprender la evolución de estos fenómenos actuales que afectan a las personas, a la tecnología y a la mejora de los entornos laborales.



Como propuesta para futuras investigaciones se plantea profundizar en contextos específicos de industrias de interés que implementen y hagan uso de los metaversos productivos, pues, en cada sector, el diseño y el objeto de uso es distinto; por lo tanto, los beneficios que se generan, los desafíos y las oportunidades también los son.

Por otro lado, es interesante indagar sobre la adaptación de las distintas segmentaciones y microsegmentaciones poblacionales a los entornos virtuales inmersivos, así como sobre la caracterización de estos grupos.

Referencias bibliográficas

- Acosta, M., Velastegui, A. Y. y Coronel Pérez, V. (2018). Perspectivas de la economía digital en Latinoamérica: caso Ecuador. *3C Empresa: Investigación y Pensamiento Crítico*, 7(3), 28-43.
- Aguilar Córdova, E. R. (2018). *Metodología didáctica basada en metaversos con relación a los estilos de aprendizaje en la educación secundaria* (Trabajo fin de grado). Universidad Técnica de Ambato.
- Allen, T. D., Golden, T. D. y Shockley, K. M. (2015). How effective is telecommuting? Assessing the status of our scientific findings. *Psychological Science in the Public Interest*, 16(2), 40-68. <https://doi.org/10.1177/1529100615593273>
- Almirall Hernández, P. J. y Marroquín, E. (2016). Ergonomía cognitiva. Resultados de un taller de capacitación. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 17(3), 49-56.
- Anacona, J. D., Millán, E. E. y Gómez, C. A. (2019). Aplicación de los metaversos y la realidad virtual en la enseñanza. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 13(25), 59-67. <https://doi.org/10.31908/19098367.4015>
- Arellano Pimentel, J. J., Cantón Enríquez, D., Hernández López, M. Á. y Nieva García, O. S. (2017). Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores. *Apertura*, 9(2), 8-23. <https://doi.org/10.32870/ap.v9n2.1049>
- Avilés Vílchez, J. B., Galán García, A., Macedo Luna, K. I. y Soria Armas, J. A. (2023). *Plan de negocio para la creación de una empresa que brinde un servicio basado en una plataforma de interacción humana dentro de un metaverso enfocado en el sector corporativo* (Trabajo fin de grado). Universidad ESAN.
- Barneche Naya, V., Miura López, R. y Hernández Ibáñez, L. A. (2011). Metaversos formativos. Tecnologías y estudios de caso. *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, 117(núm. extra), 368-386. <https://doi.org/10.15178/va.2011.117E.368-386>
- Bruno, D. P., Coelho, R. y Palumbo, M.ª M. (2017). Innovación organizacional e institucionalización conflictiva de las organizaciones de la economía popular. *Argumentos*, 19, 90-119.

- Camacho, J. M.^a y Martínez-Brocal, J. (2022). El metaverso y las nuevas realidades digitales como oportunidad de negocio. *Harvard Deusto Business Review*, 328, 60-69.
- Campo-Prieto, P., Cancela Carral, J. M.^a, Machado de Oliveira, I. y Rodríguez-Fuentes, G. (2021). Realidad virtual inmersiva en personas mayores: estudio de casos. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 39, 1.001-1.005.
- Cárdenas Espinosa, R. D. (2014). Metaversos y su relación en el aprendizaje significativo a través de los avatares. *Memorias*, 84, 1-9. <https://doi.org/20.500.11907/2157>
- Chajín Flórez, M. (2021). La economía del metaverso. *Dictamen Libre*, 29, 1-3. <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.29.8530>
- Correa Torres, Á. (2021). *Factores humanos y ergonomía cognitiva*. Editorial Universidad de Granada.
- Crespo-Pereira, V., Sánchez-Amboage, E. y Membiela-Pollán, M. (2023). Retos del metaverso: una revisión sistemática de la bibliografía desde las ciencias sociales, el marketing y la comunicación. *Profesional de la Información*, 32(1), 1-21.
- Cuesta Cambra, U. y Mañas Viniegra, L. (2016). Integración de la realidad virtual inmersiva en los grados de Comunicación. *Revista Icono14. Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, 14(2), 1-21. <https://doi.org/10.7195/ri14.v14i2.953>
- Delgado Fernández, T. (2020). Taxonomía de transformación digital. *Revista Cubana de Transformación Digital*, 1(1), 4-23.
- Fournier Guimbao, J. (2021). La transformación digital: un aliado estratégico en la era COVID. *bie3: Boletín IEEE*, 21, 668-683.
- García Acosta, G. y Lange Morales, K. (2010). La ergonomía como estructura para la innovación en la ingeniería de proyectos de organizaciones productivas [Presentación]. *XIV Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos*. Madrid, España. <http://dspace.aeipro.com/xmlui/handle/123456789/2126>
- García Pérez, L. L. y Robles Estrada, C. (2014). Los metaversos y el marketing: Second Life como herramienta para la extensión de la experiencia de marca. En C. Robles Estrada, J. Pelayo Maciel y A. A. Suastegui Ochoa (Eds.), *La mercadotecnia digital y en redes sociales* (pp. 78-96). Ediciones de la Noche.
- Godoy, J. R. (2020). Bancarización, digitalización y banca móvil. Evolución de los modelos de negocios bancarios en la economía digital de Panamá. *Revista FAECO Sapiens*, 3(2), 13-37.
- Grandury González, M. L. (2022). Implementación y análisis de la tecnología Blockchain y su implicación fundamental en el desarrollo de un metaverso descentralizado (Tesis de licenciatura). Universidad Politécnica de Madrid.
- Hernández-Sánchez, A. M.^a y Ortega-Maldonado, A. (2015). Hacia la personalización del e-learning: la afectividad y su repercusión en el bienestar subjetivo. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(2), 194-203.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2020*. ENDUTIH. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463901235>
- Kaminsky, W. (2005). WinXMorph: un programa informático para dibujar la morfología de los cristales, sectores de crecimiento y secciones transversales con archivos de exportación en VRML V2.0 utf8-formato de realidad virtual. *Revista de Cristalografía Aplicada*, 38(3), 566-567.



- Linares-Espinós, E., Hernández, V., Domínguez-Escrig, J. L., Fernández-Pello, S., Hevia, V., Mayor, J., Padilla-Fernández, B. y Ribal, M. J. (2018). Metodología de una revisión sistemática. *Actas Urológicas Españolas*, 42(8), 499-506.
- López Daza, E. (2022). *Caracterización de la carga mental del área de cosecha de una empresa floricultora usando los principios de la ergonomía cognitiva*. REDICES.
- López Pérez, C. (2021). *Organización del trabajo: teletrabajo* (Trabajo fin de grado). Universidad de Valladolid.
- Lorente Sanjuán, F. J. y Torreblanca, F. (2022). Ética empresarial de las marcas en los nuevos escenarios: negocios en el metaverso. En A. Monfort, S. Fernández Lores (Coords.), *Marketing y Comunicación en Ética Empresarial. XXIX edición del Congreso EBEN España*. Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing, ESIC.
- Méndez González, Á. (2020). *Ergonomía cognitiva-cronoergonomía-ergonomía temporal. Turnos rotativos. Análisis y soluciones de gestión* (Trabajo fin de máster). Universidad Miguel Hernández.
- Miguel de Bustos, J. C. e Izquierdo-Castillo, J. (2019). ¿Quién controlará la comunicación? El impacto de los GAFAM sobre las industrias mediáticas en el entorno de la economía digital. *Revista Latina de Comunicación Social*, 74, 803-821.
- Miguélez-Juan, B., Núñez Gómez, P. y Mañas-Viniestra, L. (2019). La realidad virtual inmersiva como herramienta educativa para la transformación social: un estudio exploratorio sobre la percepción de los estudiantes en educación secundaria postobligatoria. *Aula Abierta*, 48(2), 157-166. <http://doi.org/11162/185718>
- Murphy Kelly, S. (2021). *Facebook Changes Its Company Name to Meta*. CNN Biseness. <https://edition.cnn.com/2021/10/28/tech/facebook-mark-zuckerberg-keynote-announcements/index.html>
- Mystakidis, S. y Christopoulos, A. (2022). Teacher perceptions on virtual reality escape rooms for stem education. *Information*, 13(3), 1-13.
- Organización Internacional del Trabajo. (2021). *Informe sobre perspectivas sociales y de empleo en el mundo*. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dco/mm/---publ/documents/publication/wcms_823119.pdf
- Otávio, Melo, M., Almeida Cohen, T. de, Silva Bueno, L. da y Torro-Alves, N. (2022). Aspectos de la ergonomía cognitiva en los operadores de centros de control de energía eléctrica. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 4(1), 102-115.
- Pacheco Jiménez, M.ª N. (2022). De la digitalización de los pagos a los tokens del metaverso. *La Ley Mercantil*, 91.
- Páez-Gabriunas, I., Sanabria, M., Gauthier-Umaña, V., Méndez-Romero, R. A. y Rivera Virgüez, L. (Eds.). (2022). *Transformación digital en las organizaciones*. Editorial Universidad del Rosario.
- Pallaro, A. (2022). Blockchain, criptomonedas, DAOs y metaversos: ¿arquitectura del futuro? *Observatorio del Futuro Universidad Siglo 21*, 14(2), 115-134.
- Pardal-Refoyo, J. L. y Pardal-Peláez, B. (2020). Anotaciones para estructurar una revisión sistemática. *Revista ORL*, 11(2), 155-160.
- Ramírez Vélez, R., Meneses-Echavez, J. F. y Flórez-López, M.ª E. (2016). Una propuesta metodológica para la conducción de revisiones sistemáticas de la literatura en la investigación biomédica. *CES Movimiento y Salud*, 1(1), 61-73.

- Ricoeur, P. (2000). Narratividad, fenomenología y hermenéutica. *Anàlisi: Quaderns de Comunicació i Cultura*, 25, 189-207.
- Rizzo, A. (2020). *Ergonomía cognitiva*. Il Mulino. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75867-7_2
- Rosales Soto, A. (2023). La era del metaverso para la transformación digital de los negocios. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 16(16), 999-1011. <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/2141>
- Rubio Tamayo, J. L. y Gértrudix Barrio, M. (2016). Realidad virtual (HMD) e interacción desde la perspectiva de la construcción narrativa y la comunicación: propuesta taxonómica. *Icono14. Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, 14(2), 1-24.
- Salcido Reyna, M. V., Vargas del Toro, A., Medina Vincent, N. A., Ramírez Amado, F., García Salazar, M. O., Briseño González, A. M. y Jiménez Ávila, J. M. (2021). Revisión sistemática: el más alto nivel de evidencia. *Orthotips AMOT*, 17(4), 217-221.
- Sanabria., M. y Méndez Romero., R. A. (2022). Tecnologías claves para la transformación digital en las organizaciones. En I. Páez-Gabriunas, M. Sanabria, V. Gauthier-Umaña, R. A. Méndez-Romero, L. Rivera Virgüez (Eds.), *Transformación digital en las organizaciones* (pp. 31-76). Editorial Universidad del Rosario. <https://doi.org/10.12804/urosario9789587848366>
- Sánchez, C. y Ríos, H. (2011). La economía del conocimiento como base del crecimiento económico en México. *Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 8(2), 43-60.
- Sánchez-Juárez, I. L. y Aguilar Esparza, E. (2020). *Empresas mexicanas ante el COVID-19*. Instituto de Ciencias Sociales y Administración. <http://cathi.uacj.mx/20.500.11961/15212>
- Sanromán Aranda, R. S. (2023). Los actos jurídicos en el mundo metaverso. *Quaestio Iuris*, 16(1), 58-74.
- Segovia, R. y Pérez, L. (2009). El taller de diseño arquitectónico virtual. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 10(2), 100-117.
- Sousa-Ferreira, R., Campanari-Xavier, R. A. y Rodrigues-Ancioto, A. S. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223-241. <https://doi.org/10.21830/19006586.728>
- Statista. (2021). *Empowering People with Data*. <https://es.statista.com/>
- Taboada, G. (2022). Tecnologías inmersivas, metaverso, web3 y negocios. *Capital Humano: Revista para la Integración y Desarrollo de los Recursos Humanos*, 378, 13.
- Vacas Aguilar, F. (2018). Transformación digital: del lifting a la reconversión. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 10, 135-143. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.199>
- Varona-Castillo, L. y Gonzales-Castillo, J. R. (2021). Crecimiento económico y distribución del ingreso en Perú. *Problemas del Desarrollo*, 52(205), 79-107. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.205.69636>
- World Economic Forum. (2020). *Global Technology Governance Report 2021: Harnessing Fourth Industrial Revolution Technologies in a COVID-19 World Insight Report December 2020*. In Collaboration with Deloitte.
- Zamora, A. (2016). *Disrupción digital: el efecto multiplicador de la economía digital*. Accenture Strategy.

id Jesús Ernesto Rocha-Ibarra. Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma de Baja California (México). Actualmente, es profesor-investigador del Departamento de Arte y Empresa de la Universidad de Guanajuato (México). Cuenta con perfil deseable (PRODEP) y pertenece al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (candidato). Dentro de sus intereses académicos están los temas de CyMAT, ergonomía y productividad e industria 4.0.

id Clara Azucena Rodríguez-Sánchez. Estudiante de segundo semestre de la maestría en Estudios Empresariales de la Universidad de Guanajuato (México). Becaria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en la modalidad de estudiante inscrita en el Posgrado Nacional de Calidad (PNC). Licenciada en Gestión Empresarial por la Universidad de Guanajuato. Becaria del Estímulo de Investigación de la Universidad de Guanajuato en proyectos como «La capacidad exportadora de las pymes dedicadas a la producción de calzado en el estado de Guanajuato», «La producción de berries en el desarrollo agrícola mexicano: un estudio de ventaja competitiva», «Ergonomía en actividades académicas desde casa», «Evaluación de un ciclo de trabajo mediante un análisis correlacional y métodos de evaluación ergonómica NIOSH y OCRA: bajo la norma oficial mexicana NOM-036-1 de riesgos ergonómicos» y «Ergonomía cognitiva, metaversos y economía».

id María Guadalupe Guzmán-Álvarez. Estudiante del octavo semestre de la licenciatura en Gestión Empresarial de la Universidad de Guanajuato (México). Participó en Estímulos de Investigación de la Universidad de Guanajuato en proyectos como «Infografías para la adecuada realización de actividades académicas desde casa» y «Ergonomía cognitiva, metaversos y economía». Acreedora del Estímulo de Investigación de la Universidad de Guanajuato en el proyecto «Ergonomía cognitiva, metaversos y economía». Participante en el Verano de la Ciencia 2021 dentro del proyecto «Evaluación de un ciclo de trabajo, bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-036-1 de riesgos ergonómicos». Participante del curso Tübingen Virtual Intercultural Pre-Package (Tü-VIPP) de Eberhard Karls Universität Tübingen en Alemania (2020).

id Karla Lizbeth Robles-Hernández. Estudiante de la licenciatura en Gestión Empresarial de la Universidad de Guanajuato (México). Su interés por la investigación y la coordinación de eventos la llevó a participar en 2019 en el proyecto «Análisis de diferentes tratamientos de fertilización para la eficiencia económica del maíz». Ha participado en proyectos de investigación como «El impacto de la industrialización y el cambio climático sobre la distribución de la producción apícola en Guanajuato», «Finanzas personales» y «Ergonomía cognitiva, metaversos y economía». En 2021, obtuvo el reconocimiento al desempeño académico.

id Yashiro Danahi Cisneros-Reyes. Doctora en Administración por la Universidad Autónoma de Durango (México). Maestra en Fiscal (especialidad de Impuestos al Comercio Exterior) y licenciada en Comercio Internacional, ambos por la Universidad de Guanajuato (México). Realizó una estancia posdoctoral en la Universidad de Guanajuato y estancias de investigación en Japón (Hiroshima University y Nagaoka University of Technology). Actualmente, es miembro (nivel I) del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Forma parte de diversas redes de investigación internacionales, como la Red para la Competitividad de las Pequeñas y Medianas Empresas y el Desarrollo Sostenible (RADAR) y el Parque Tecnológico GIGAKU (palabra de origen japones que significa «ciencia de la tecnología»). Ha participado como ponente y conferenciante en eventos nacionales e internacionales. Profesora del Departamento de Arte y Empresa de la Universidad de Guanajuato. Sus líneas de investigación son la internacionalización, la competitividad y la gestión empresarial.

Contribución de autores. Idea: J. E. R.-I. e Y. D. C.-R.; Revisión de literatura (estado del arte): C. A. R.-S., M. G. G.-Á., K. L. R.-H.; Metodología: C. A. R.-S.; Análisis de datos: C. A. R.-S., M. G. G.-Á., K. L. R.-H.; Resultados: C. A. R.-S.; Discusión y conclusiones: Y. D. C.-R.; Redacción (borrador original): J. E. R.-I., C. A. R.-S., M. G. G.-Á., K. L. R.-H; Revisiones finales: Y. D. C.-R.; Diseño del proyecto y patrocinios: J. E. R.-I.