

# Laboratorios virtuales en economía y negocios: un análisis bibliométrico

## Economics And Business Labs': A Bibliometric Analysis

**Claudia Milena Pico Bonilla<sup>1</sup>, Frederick Andrés Mendoza Lozano<sup>2</sup>, Ángela Julieta Mora Ramírez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ciencias Económicas, Bogotá, Colombia, email: [claudia.pico@unimilitar.edu.co](mailto:claudia.pico@unimilitar.edu.co); <https://orcid.org/0000-0001-8839-5462>

<sup>2</sup>Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, Departamento de Ciencias Básicas, Bogotá, Colombia, email: [famendoza@poligran.edu.co](mailto:famendoza@poligran.edu.co); <https://orcid.org/0000-0001-5087-4476>

<sup>3</sup>Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, Escuela de Negocios y Desarrollo Internacional, Bogotá, Colombia, email: [amoram@poligran.edu.co](mailto:amoram@poligran.edu.co); <https://orcid.org/0000-0002-0879-5288>

Autor para correspondencia: Claudia Milena Pico Bonilla, email: [cpicob@gmail.com](mailto:cpicob@gmail.com)

**Recibido:** 27/2/2025; **Aprobado:** 10/5/2025

### Resumen

El creciente interés investigativo acerca del desarrollo de laboratorios virtuales y remotos parece haberse centrado en las áreas STEM. No obstante, el uso de la experimentación y de las nuevas tecnologías aplicadas a la educación no es exclusiva de estas disciplinas. Otras áreas del conocimiento se han interesado por el desarrollo de experiencias de aprendizaje inmersivas y de laboratorios virtuales. El propósito de este estudio fue sistematizar las experiencias de desarrollo de laboratorios virtuales en las áreas

### Abstract

The growing interest in virtual and remote laboratories has focused on STEM areas. However, the use of experiments and technologies applied to education can be broadened. Disciplines such as economic and administrative sciences have also been interested in immersive learning experiences and virtual laboratories. The purpose of this study was to systematize the experiences of developing virtual laboratories in the areas of economics and business. This study carried out a literature review and a biblio-

de economía y negocios. Este estudio se ejecutó a partir de una revisión de literatura y un análisis bibliométrico de las tendencias temáticas de 595 estudios sobre laboratorios virtuales en economía y administración, identificados en la base de datos de Scopus. El análisis incluyó la caracterización de tendencias generales, mapas temáticos y grafos para identificar centralidades y relación entre conceptos. Los resultados indican que el interés de los estudios se centra primordialmente en la herramienta tecnológica y que las reflexiones sobre los contenidos, que resultan de aprendizaje y desarrollo de competencias son menos frecuentes. Se concluye que para avanzar en la consolidación de una educación de calidad en entornos virtuales y a distancia, se debe poner un mayor énfasis en la reflexión pedagógica sin desconocer los avances que se identifican en la aplicación de la tecnología a la experimentación en ciencias económicas y administrativas.

**Palabras clave:** Ciencias administrativas; nuevas tecnologías; experimentación, Laboratorio Virtual.

metric analysis of the thematic trends of 591 studies on virtual laboratories in economics and business, identified in the Scopus database. The analysis included characterizing general trends, thematic maps, and graphs to identify centralities and relationships between concepts. The results indicate that the interest of the studies is more focused primarily on the technological tool than on reflections on the contents, learning results, and development of skills. It is concluded that to advance in the consolidation of quality education in virtual and distance environments, it is necessary to place greater emphasis on pedagogical issues without ignoring the advances in the application of technology to experimentation in economic and administrative sciences.

**Keywords:** Administrative sciences; new technologies; experimentation, Virtual lab.



Laboratorios virtuales en economía y negocios: un análisis bibliométrico  
© 2025 by Claudia Milena Pico Bonilla, Frederick Andrés Mendoza Lozano, Ángela Julieta Mora Ramírez is licensed under CC BY-NC-SA 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## 1. Introducción

Es bien sabido que la pandemia por COVID-19 creó un entorno propicio para la educación virtual y a distancia. Las cifras de Statista (2020) muestran que 45% de los estudiantes a nivel mundial se matricularon a programas virtuales durante la emergencia sanitaria. Esta creciente importancia de la educación virtual se refleja en la producción intelectual sobre la materia. En el caso de los laboratorios virtuales en educación superior, de 9523 estudios que se produjeron entre 1991 y 2021, el 72% fueron desarrollados en la última década (Raman et al., 2022).

Dada la creciente importancia de la educación virtual y a distancia, se hace necesario el desarrollo de estrategias virtuales de aprendizaje y la creación de entornos inmersivos que faciliten los procesos de formación. Esta necesidad es más apremiante en el caso colombiano, donde persisten brechas relativas a la calidad entre la educación superior presencial y virtual. En el área de administración y economía Rodríguez et al. (2014) demuestran que los puntajes globales obtenidos en las pruebas estandarizadas de calidad de la Educación Superior (Saber Pro 2010) son, en promedio, menores para quienes cursaron un programa a distancia o virtual comparado con los que estudiaron en modalidad presencial. En efecto, la preocupación por la calidad educativa en entornos virtuales ha motivado el desarrollo de estrategias inmersivas para facilitar el aprendizaje dentro de las que se cuentan entornos de realidad

virtual (Kavanagh et al., 2017), simuladores (Mendoza-Lozano et al., 2020), objetos virtuales de aprendizaje (Assis et al., 2022) y laboratorios virtuales (Elmoazen et al., 2023). En el caso de los laboratorios virtuales, los esfuerzos se han centrado en áreas del conocimiento como las ingenierías y las ciencias básicas. Son menos frecuentes los trabajos que se enfocan en la sistematización de experiencias para el área de ciencias económicas y administrativas. Esto a pesar de que en los últimos años han crecido las demandas estudiantiles por estrategias didácticas más cercanas a la realidad empresarial y económica (Pérez & Pico, 2020).

Además del énfasis en ingenierías y ciencias básicas, otro elemento que conviene destacar en las revisiones sobre desarrollo de laboratorios virtuales o remotos para el aprendizaje, es que los trabajos se centran mayoritariamente en la descripción de las herramientas tecnológicas y de los requerimientos técnicos. Existe un menor énfasis en la didáctica, resultados de aprendizaje y análisis de competencias que se desarrollan con la implementación de los laboratorios. El presente trabajo pretende llenar ese vacío y para ello se propone como objetivo central sistematizar las experiencias de desarrollo de laboratorios virtuales en las áreas de economía y negocios, a partir de tres estrategias metodológicas: un proceso de revisión sistemática de literatura, un ejercicio de bibliometría y la identificación de redes de conceptos y relaciones que se derivan del desarrollo de estos laborato-

rios. Se implementará la teoría de grafos. El artículo propone algunas reflexiones sobre las implicaciones del uso de estrategias como los laboratorios virtuales en el aprendizaje, y señala algunos vacíos de la aproximación mediante estudios bibliométricos pues no logran analizar a profundidad los debates sobre los constructos y sus grados de relación; y, aunque informan sobre los resultados de programas de investigación en el corto plazo, no logran predecir hacia dónde se dirigen (Wallin, 2005). El trabajo también documenta brevemente la existencia de proyectos de aprendizaje a distancia y virtual en el campo de la economía y los negocios, y propone rutas para fortalecer las estrategias de enseñanza-aprendizaje en el campo de conocimiento.

En esa medida este trabajo es relevante, pues no se limita únicamente a hacer un conteo y a señalar centralidades en los discursos sobre laboratorios virtuales de aprendizaje en economía y negocios, sino que constituye un esfuerzo por reflexionar sobre las limitaciones de los estudios bibliométricos y por señalar la necesidad de trascender el discurso centrado en la dimensión tecnológica del aprendizaje inmersivo para poner énfasis en las necesidades en materia de enseñanza-aprendizaje en un entorno en el que la educación virtual se consolida.

## 2. Revisión de la literatura

### **El aprendizaje experiencial y los laboratorios virtuales**

El uso de laboratorios para los procesos de enseñanza-aprendizaje pueden inscribirse en el ámbito del aprendizaje experiencial, que siguiendo a Kolb (1984) se caracteriza por un rol más activo del estudiante. En este modelo el ciclo de aprendizaje está inspirado en la propuesta de Lewin, que se inicia con la vivencia de una experiencia, seguida de observaciones y reflexiones, la formación de conceptos abstractos, la prueba de las implicaciones de los conceptos diseñados en nuevas situaciones para finalmente modificar esa experiencia concreta que motivó la realización de las observaciones.

Siguiendo a González et al. (2011), los laboratorios virtuales o remotos pueden contribuir al aprendizaje experiencial, en tanto suelen conectar la teoría con la práctica y pueden contribuir al desarrollo de estilos de aprendizaje, que desde la teoría de Kolb (1981) se clasifican en cuatro categorías: Convergente, en el que el estudiante es capaz de someter a prueba sus ideas mediante la experimentación. Divergente, en el que el estudiante tiene una orientación más creativa y pueden analizar el problema desde múltiples perspectivas. Analítico, en el que el rol de la teoría es mucho más importante y aprenden por observación con poca participación de la práctica. Por último, el estilo Acomodador usa la experimenta-

ción y su experiencia concreta y aprende usando el ensayo-error como estrategia.

En el caso del área de la economía y los negocios se observa la tendencia a privilegiar el estilo analítico con una carga de teoría importante y en el que los aspectos prácticos suelen reducirse a observaciones que intentan conciliarse con la teoría. Sin embargo, el contraste con la realidad no deja de ser importante toda vez que las disciplinas de esta área de conocimiento se inscriben en las ciencias sociales, cuyo carácter dinámico impide pensar en postulados teóricos que se mantengan inmodificables a lo largo del tiempo. El comportamiento individual y el de los grupos sociales cambia y, en consecuencia, la economía y los negocios podrían beneficiarse de la promoción de otros estilos de aprendizaje fundamentados en mayor medida en la experiencia. De ahí la importancia de sistematizar el conocimiento sobre laboratorios virtuales y remotos para aproximarse al potencial de incorporación del aprendizaje experiencial en estas áreas del conocimiento y una primera aproximación es conocer a profundidad el estado de la cuestión, los conceptos y las principales tendencias de investigación en el campo. Al Krad (2021) define los laboratorios remotos como aquellos que permiten a los estudiantes realizar experimentos que normalmente realizan en laboratorios físicos, a través de Internet. Esto es, se trata de laboratorios reales operados de forma remota. Por su parte, los laboratorios virtuales simulan un equipo científico que utiliza el estudiante a través de Internet.

El autor argumenta que los laboratorios virtuales pueden dar soporte a la experimentación sobre fenómenos que no son observables y pueden hacer adaptaciones que facilitan la interpretación de algunos fenómenos.

Por su parte Auer (2001) resalta los beneficios que se derivan del desarrollo de laboratorios remotos dentro de los que se cuenta que los experimentos se pueden desarrollar desde cualquier parte del mundo, brindan mayor acceso a dispositivos costosos y permiten el desarrollo de una experiencia de laboratorio real. En su caso, Váraljai (2016) anota que dentro de las ventajas del uso de laboratorios virtuales se cuenta la existencia de condiciones de trabajo más confortables, la posibilidad de repetir los experimentos para fortalecer el aprendizaje y la posibilidad de poder examinar con mayor detalle los instrumentos disponibles en el laboratorio.

Las observaciones de Váraljai coinciden con la afirmación de Bezhovski y Poorani (2016) quienes destacan que las experiencias de aprendizaje con el uso de medios virtuales tienen más flexibilidad y favorecen el aprendizaje interactivo y los procesos de retroalimentación automáticos. Al mismo tiempo, anotan que la educación virtual representa un punto de convergencia entre la modernización tecnológica y la transformación educativa.

Pero pese a la flexibilidad en el uso de estos tipos de herramientas, ciertos entornos pueden resultar particularmen-

te retos para su implementación. Shambare y Simuja (2022) advierten que en entornos rurales, a pesar de la conveniencia y accesibilidad que suponen los laboratorios virtuales y de ventajas como la posibilidad de contar con entornos seguros, costos bajos y eliminación de limitaciones físicas de un laboratorio real, persisten problemáticas para su implementación. Una de ellas es la relativa a costos; aunque bajos, comparados con un laboratorio físico, siguen siendo altos para un entorno rural. También argumenta que pueden encontrarse barreras en este tipo de laboratorios por la falta de un enfoque práctico y la falta de interés de los docentes por este tipo de avance.

### **Estudios bibliométricos sobre laboratorios virtuales**

Los estudios bibliométricos sobre laboratorios virtuales se agrupan de dos formas: Aquellos que abordan las tendencias generales en la creación de laboratorios virtuales y remotos y los que se ocupan de recursos concretos para el desarrollo de los entornos inmersivos, sean estos de realidad virtual, realidad aumentada, entre otros. Estos estudios tienen en común que buscan patrones generales de producción intelectual, autores, países e instituciones relevantes y principales temas de interés. Por lo general, convergen en señalar la creciente importancia del uso de laboratorios virtuales y la importancia de Estados Unidos en términos de citación y producción académica.

Dentro de los estudios pioneros sobre análisis bibliométricos de trabajos sobre laboratorios virtuales y remotos se cuenta el de Heradio et al. (2016) quienes usan como fuente de información la base GRL2014 creada por Zappatore et al. (2015). Esta información se complementó con documentos disponibles en los repositorios de Scopus y Web of Science. Este trabajo reporta los documentos más citados en el campo de laboratorios remotos y virtuales y los agrupa en categorías de estudios generales, estudios relacionados con aprendizaje colaborativo, entre otros. Al mismo tiempo se reconoce que los autores más prolíficos en el campo son Castro et al. (2011) y Dormido (2004).

Por su parte, Zhang et al. (2022) se centran en el examen de la respuesta de la academia ante la crisis por COVID-19. Así mismo, indagan sobre las temáticas recurrentes que se observaron en relación con la emergencia sanitaria. Su estudio se basó en 1061 referencias obtenidas en Web of Science. Los autores identificaron temáticas relacionadas con la emergencia, dentro de las que se cuenta la educación médica y el impacto psicológico, los desarrollos curriculares y las instrucciones para la realización de tareas en el laboratorio. También identificaron un clúster relacionado con los niveles de satisfacción de los estudiantes. Este estudio confirma observaciones previas sobre un interés por el desarrollo de herramientas para el aprendizaje en línea que se derivan de las necesidades que impulsó la pandemia y la existencia de un

amplio rango de temáticas de discusión en la academia durante la emergencia sanitaria.

Artículos como el de Hincapié et al. (2021) se centran en la realización de análisis de métricas para recursos educativos desarrollados con realidad aumentada, cuyas posibilidades de aplicación han sido exploradas previamente por González et. al. (2021). Los términos clave identificados en este caso son educación en ingeniería, simulación y realidad virtual. Los autores identificaron 215 resultados y efectuaron una revisión de 29 trabajos, tras la aplicación de tres filtros y criterios de exclusión e inclusión. En la revisión realizada se reconoce la tendencia al desarrollo de estudios experimentales y cuasi-experimentales enfocados en variables de carácter afectivo y cognitivo. En el estudio se registra que aún existe falta de diálogo entre los investigadores para efectuar contrastes con resultados experimentales previos.

En esta misma línea se cuenta el estudio desarrollado por Liu et al. (2017) quienes realizaron una evaluación bibliométrica a 975 documentos obtenidos en Web of Science. La búsqueda de los autores se centró en los conceptos de realidad virtual, realidad aumentada y ambientes inmersivos. En general, las redes conceptuales obtenidas dan cuenta de la importancia de las herramientas usadas para la incorporación de la tecnología en los procesos de aprendizaje. Así mismo, los autores llaman la atención sobre la necesidad de enfocarse más en la experiencia

de los aprendices, la comprensión y las aplicaciones para la enseñanza.

En términos generales, las aproximaciones bibliométricas al estudio de los laboratorios virtuales y remotos se han concentrado en la identificación de autores más citados, países más relevantes y en la identificación de tendencias generales. En términos temáticos se identifica una tendencia a la centralidad de conceptos relacionados con las herramientas usadas como realidad aumentada o realidad virtual. Dentro de los estudios referenciados no se encontraron trabajos que se centraran en áreas disciplinares específicas, salvo aquellos relacionados con la ingeniería. Hay una tendencia a identificar trabajos que desarrollan laboratorios para áreas STEM y, dentro de la literatura analizada, son relativamente marginales los esfuerzos por promover este tipo de herramientas en ciencias humanas y sociales, esto se debe a que el uso de la experimentación en estos campos de conocimiento es relativamente reciente y aún se encuentra en debate (Priest, 2014).

### 3. Métodos

Este artículo se desarrolló a partir del uso de métodos cuantitativos y combinó una estrategia de revisión de literatura que incluyó la preselección de 891 resultados en Scopus. La revisión se realizó mediante el gestor de referencias Mendeley.

Los términos de búsqueda fueron “virtual lab” OR “remote lab” OR “virtual laboratories” AND “learning” y se limitaron a las áreas de ciencias sociales, negocios, ciencias de la decisión, economía y contaduría. Tras la depuración por área de conocimiento preseleccionaron 418 documentos. Como criterios de inclusión se tuvieron en cuenta la aparición de las palabras clave seleccionadas y la inscripción en los campos de conocimiento específicos que se enunciaron previamente. Además, se consideraron 177 estudios sobre laboratorios virtuales en otros campos de conocimiento pues se referían a las condiciones técnicas de implementación de este tipo de ejercicios.

Se excluyeron estudios de otras áreas de conocimiento o aquellos que no se referían explícitamente a laboratorios virtuales o remotos. La base de datos final estuvo confirmada por 595 artículos.

El resultado de búsqueda, se exportó un documento con los metadatos de todos los trabajos. Para el análisis bibliométrico se tomaron principalmente, las palabras clave estandarizadas o restringidas a un listado de SCOPUS, de cada publicación.

En relación con las técnicas de análisis se usó R studio. En primer lugar, se partió de un conteo general de artículos publicados, para evaluar la relevancia de la temática a lo largo del tiempo y de un conteo de los artículos citados por año, para evaluar el impacto, en el período comprendido entre 1997 y 2022.

El análisis bibliométrico se acompañó de la estimación de métricas de centralidad y densidad en las que las palabras clave se agrupan en clústeres por medio del algoritmo k-means. Las distancias entre términos también están calculadas con base en la coocurrencia de términos; los clústeres adquieren densidad, cuando dentro de ellos se presenta hay una alta co-ocurrencia de palabras clave; esta agrupación constituye una temática. Por ende, de acuerdo con esta métrica se interpreta como el nivel de desarrollo dentro de una temática. Y de otro lado, la centralidad mide el grado de interrelación de una temática con las demás.

El índice de equivalencia (Cobo et al., 2011) se define como  $e_{(ij)} = c_{ij}^2 / c_i c_j$  donde  $c_{ij}$  es el número de documentos en los cuales dos palabras clave  $i$  y  $j$  co-ocurren y  $c_i, c_j$  representan el número de documentos en los que cada uno aparece.

A partir de un índice de equivalencia (Callon et al., 1991) se interpretan las coocurrencias de palabras claves como una red. Por consiguiente, definen dos métricas clásicas: 1) centralidad puede ser definida así:

$$c = 10 * \sum e_{kh}$$

Donde  $k$  es una palabra clave que pertenece a un tema y  $h$  una palabra clave que pertenece a otros temas. De otro lado, los mismos autores definen la densidad así:

$$d=100(\sum e_{ij}/w)$$

Donde  $i$  y  $j$  son palabras clave que pertenecen a un mismo tema y  $w$  el número total de palabras clave dentro del tema. Gráficamente, las medidas de centralidad y densidad se pueden representar en un mapa cartesiano. Los cuadrantes se pueden representar así (en sentido horario, empezando por el cuadrante superior de la izquierda):

*Cuadrante I:* representa los temas de mayor desarrollo (alta densidad), que a su vez están aislados; es decir, son muy especializados (baja centralidad).

*Cuadrante II:* representa temas altamente desarrollados y transversales: estos son los “motores” la investigación.

*Cuadrante III:* representa temáticas de baja centralidad y densidad: es decir, o son muy nuevos o están decayendo en relevancia, teniendo en cuenta que este análisis se hizo con los trabajos más relevantes según el criterio de selección de SCOPUS.

*Cuadrante IV:* presenta los temas básicos (de baja densidad) y transversales.

Este trabajo aplica el análisis de coocurrencia de palabras clave para la definición de conexiones entre vértices de una red (Callon et al., 1983). Con este criterio, se define una matriz cuadrada que caracteriza el relacionamiento de los términos (palabras clave). Aquí, la relación de dos términos se hace más fuerte a

medida que se incrementa el número de coocurrencias en documentos.

De la matriz se obtiene un grafo y dos métricas que dan cuenta de la importancia o “centralidad” de las palabras claves. La primera métrica es el grado de entrada y salida que le otorga a cada vértice (palabra clave) una medida de importancia asociada con la cantidad de relaciones, por encima de un umbral mínimo, con otras palabras clave. En segundo lugar, se utiliza el grado que se obtiene por medio del vector propio de la matriz de relacionamiento de términos. Esta segunda medida es una variación de la primera; la diferencia radica en que, en este caso, la métrica aumenta cuando se establecen relaciones fuertes con otras palabras clave (vértices de la red) que son fuertes o centrales (Van Steen, 2010).

## 4. Resultados

### Análisis bibliométrico

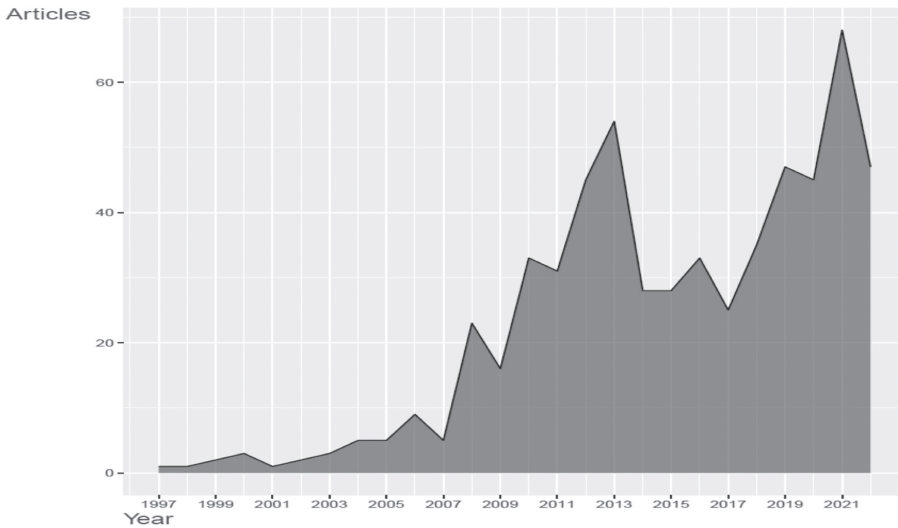
Los resultados del análisis bibliométrico permiten corroborar la existencia de un creciente interés por el desarrollo de laboratorios virtuales para el aprendizaje de las ciencias económicas y administrativas que coincide con el avance de la educación virtual y con los cambios tecnológicos que han permitido la proliferación de herramientas para el desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje.

La Figura 1 permite observar que el mayor número de publicaciones se re-

gistraron en los años correspondientes a la emergencia sanitaria por COVID-19 (2020-2021), en 2020 y que hubo un

rápido avance de las publicaciones en la última década.

Figura 1. Número de publicaciones sobre laboratorios virtuales en economía y negocios 1997-2022

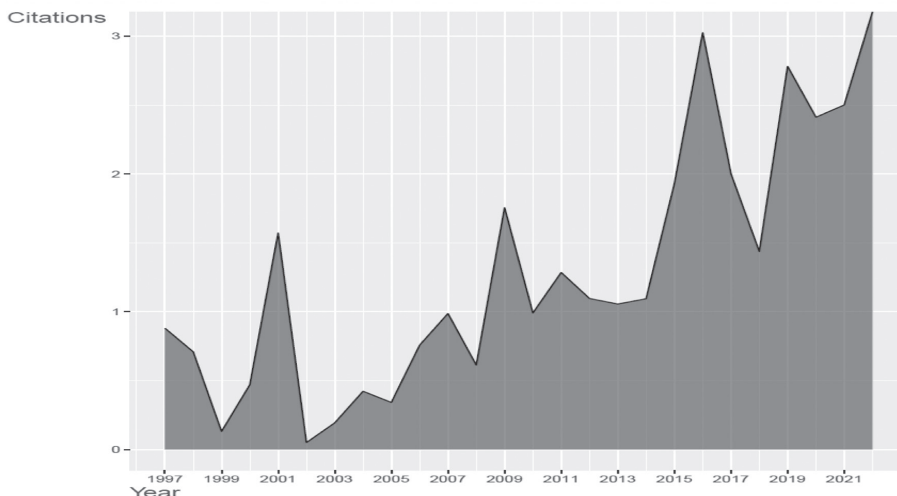


Nota: Elaboración propia usando R Studio

La Figura 2 presenta el número de citaciones de los trabajos producidos en el área de conocimiento, en este caso se observa que, aunque la tendencia es creciente, los niveles de citación aún son bajos por lo que podría inferirse que el desarrollo de laboratorios virtuales en economía y administración es un campo

emergente cuyo impacto en términos de citación es limitado. También es posible afirmar que se requiere un mayor diálogo entre los autores de este tipo de desarrollos pues se observa una diferencia importante entre el número de trabajos publicados y el número de citas.

Figura 2. Citaciones de artículos sobre laboratorios virtuales en economía y negocios 1997-2022



Nota: Elaboración propia usando R Studio

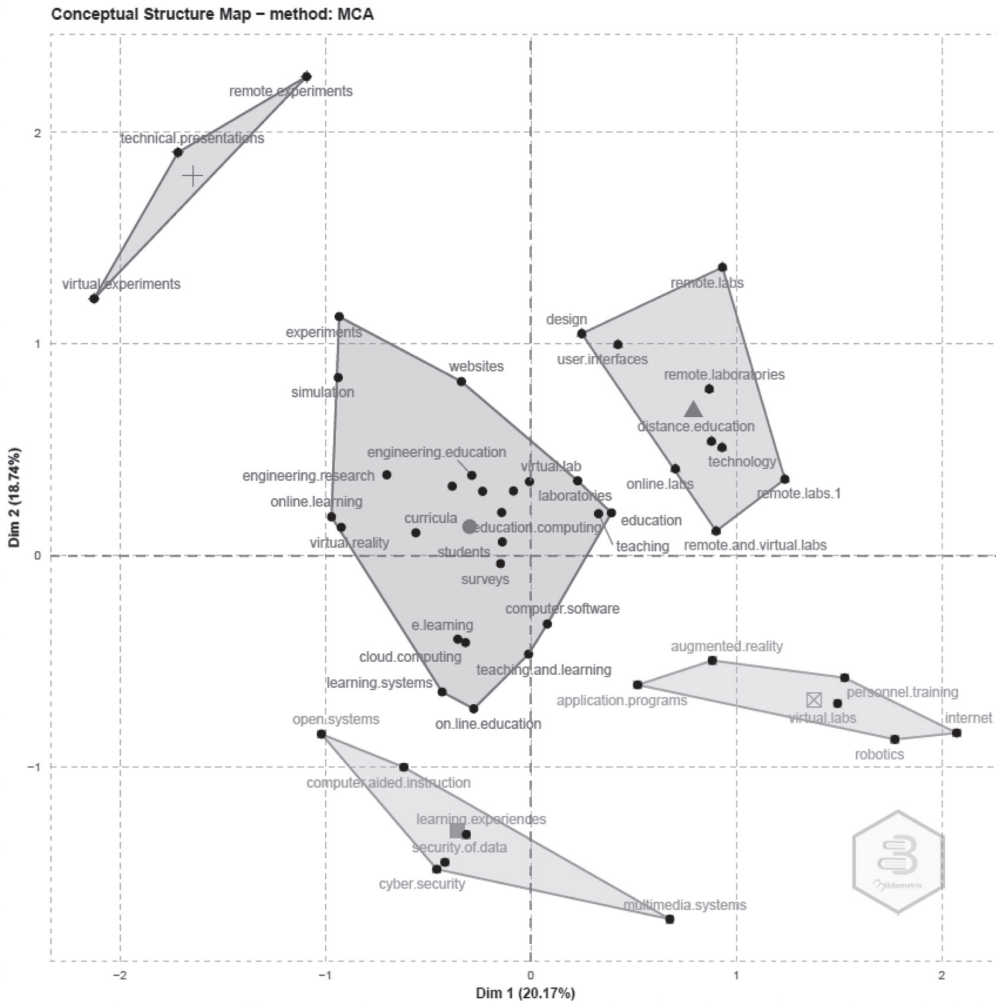
La Figura 3 muestra los resultados de la medición de densidad y centralidad. En el primer cuadrante, están los temas de mayor desarrollo y nivel de especialización, en él se identifican las temáticas relacionadas con laboratorios remotos, educación a distancia, diseño e interfaces de usuario. El segundo cuadrante muestra los temas de mayor desarrollo y los motores de la investigación en el área, se destacan en este grupo los términos asociados con experimentación, simulaciones, currículo y sitios Web.

El cuadrante III presenta las temáticas que tienen baja centralidad y baja densidad, esto es, lo que han perdido relevancia. En este cuadrante se identifican temáticas como la ciberseguridad, seguridad en los datos, instrucciones asistidas por computador y el uso de encuestas como recurso de investigación. Este cua-

drante también muestra una relevancia baja para temáticas como enseñanza y aprendizaje, hecho que confirma que el interés por el desarrollo de los laboratorios se ha centrado en mayor medida en los desarrollos de software y en los arreglos experimentales y menos en las dimensiones pedagógicas y didácticas del ejercicio. Estos resultados sugieren que los trabajos previos no han considerado relevantes las discusiones de ciberseguridad, tema que sin duda debe ponerse en la agenda de investigación a futuro para garantizar la protección contra amenazas externas.

Por último, el cuadrante 4 presenta temas básicos y de carácter transversal. En este cuadrante se agrupan expresiones como Internet, realidad aumentada, robótica, entre otros.

Figura 3. Mapa de estructura conceptual: densidad y centralidad de conceptos



Nota: Elaboración propia usando R Studio

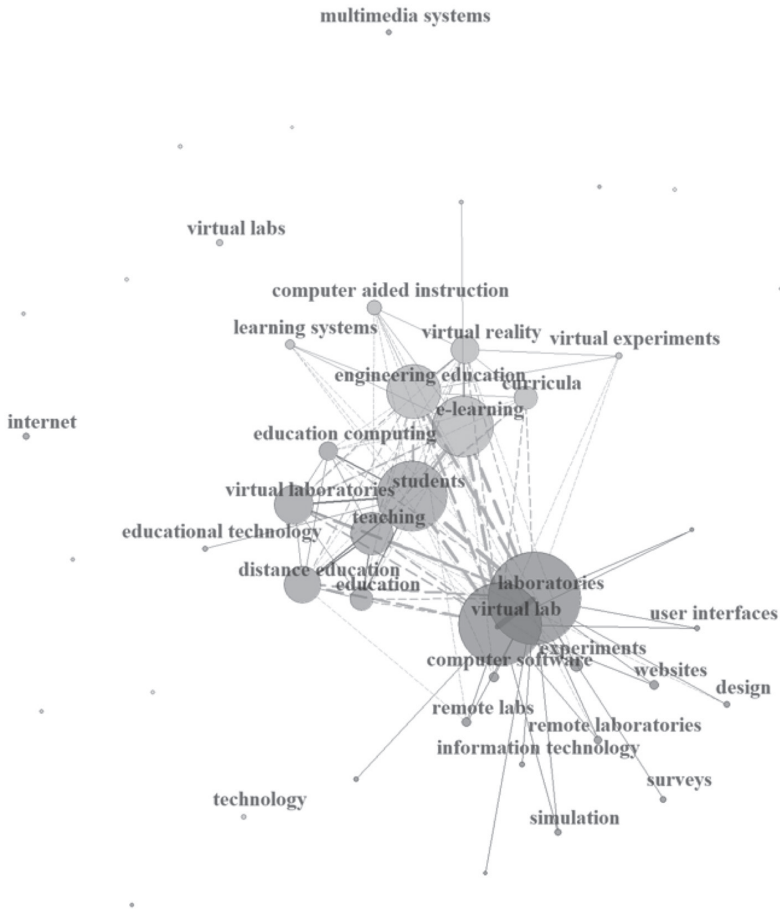
La Figura 4 presenta el grafo que describe la centralidad de las palabras clave. El tamaño de los nodos da cuenta de la importancia de la de la temática. En los resultados se observa que el nodo más importante es el de laboratorios virtuales, que a su vez se relaciona con los con-

ceptos de simulaciones, experimentos, diseño, interfaces de usuario entre otros. Este nodo y el conjunto de relaciones que lo definen sintetiza los aspectos técnicos relativos al desarrollo de laboratorios virtuales y las herramientas requeridas para su diseño.

A pesar del interés por los aspectos operativos de los laboratorios el grafo permite observar el vínculo con conceptos relativos al proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, aunque los nodos son de me-

nor tamaño (azul y verde en la Figura 4) hay un vínculo del desarrollo de laboratorios con conceptos como el e-learning, la enseñanza, el uso de la tecnología para facilitar el aprendizaje y el currículo.

Figura 4. Grafo de co-ocurrencias por palabra clave

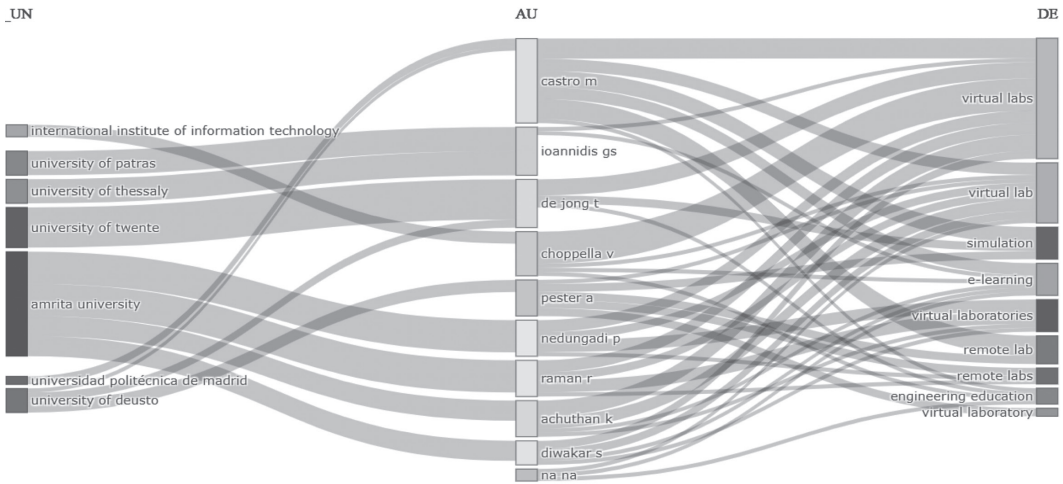


Nota: Elaboración propia usando R Studio

La Figura 5 muestra los autores, palabras clave e instituciones más relevantes en la producción intelectual sobre laboratorios virtuales y remotos. En el mapa se destaca la importancia del trabajo de Manuel Castro de la Universidad Politécnica de Madrid en el desarrollo de laboratorios

virtuales. También se debe destacar el trabajo de la Universidad India de Amrita y de la Universidad de Twente en Países Bajos. En cuanto a palabras clave y al trabajo de estos autores se ve una menor densidad relacionada con simulaciones y laboratorios remotos.

Figura 5: Relación de autores, instituciones y palabras clave



Nota: Elaboración propia usando R Studio

Otros hallazgos en el campo disciplinar Los resultados del análisis bibliométrico permiten verificar que, aunque hay un creciente interés por el desarrollo de laboratorios virtuales para el uso de la experimentación en economía y negocios, los trabajos se preocupan en mayor medida por el desarrollo de los experimentos, los instrumentos requeridos, el diseño y los requerimientos técnicos para su ejecución y que el interés por los resultados de aprendizaje, el currículo y el desarrollo de competencias de los estudiantes, aunque relevante, no es central en el debate. En consecuencia, el debate sobre modos de aprendizaje debe ampliarse ya que como advierte Shui y Chow:

La diversidad de modos de aprendizaje de los alumnos hace necesario desarrollar diversos materiales didácticos para un aprendizaje eficaz. La literatura existente ha mostrado el creciente uso de vídeos

animados para complementar la enseñanza en el aula. Para justificar el uso de vídeos para la enseñanza, el impacto del aprendizaje debe ser comparativamente tan eficaz como el de los materiales de aprendizaje tradicionales (Shiu & Chow, 2020, p. 1999).

En el ámbito disciplinar y más allá de los resultados bibliométricos que se limitan a la identificación de relaciones a nivel global, la revisión realizada mostró que las discusiones sobre laboratorios virtuales en el área de economía y negocios se ocupan de tres temas centrales: la necesidad de generación de conocimiento aplicado que permita al estudiante conocer de cerca la realidad económica y empresarial, el desarrollo de competencias para la resolución de problemas y la toma de decisiones y, por último, el desarrollo de innovaciones y aprovechamiento de las TIC para reforzar las estrategias de en-

señanza aprendizaje en el campo de conocimiento. Esta última es la que cuenta con mayor producción intelectual y fue discutida en el ejercicio bibliométrico.

En el grupo que se centra en la preocupación por la generación de conocimiento aplicado se cuenta el trabajo de Crissien Rueda (2021) que establece el diseño de un producto para la identificación de la madurez digital de las pequeñas y medianas empresas en Colombia. El trabajo da cuenta de una serie de herramientas para el desarrollo e implementación de la transformación digital en las empresas para el aumento de la competitividad. Este tipo de laboratorios digitales permite la interacción con las pymes y las micro pymes de las ciudades al tiempo que aportan soluciones y decisiones de cambio.

El trabajo de Carrillo (2021) también hace parte del grupo de documentos que se interesan por la generación de conocimiento aplicado. En este documento se desarrollaron pruebas con un laboratorio financiero para predecir y realizar operaciones financieras con un bajo riesgo. El énfasis de estos proyectos se basa en la generación de competencias basadas en la resolución de problemas fomentando competencias como el trabajo en equipo, capacidad de investigación, entre otras. En cuanto al desarrollo de competencias para la resolución de problemas es frecuente el uso de experiencias inmersivas como los simuladores para el aprendizaje de juegos gerenciales (Martínez-Contreras, 2019), Finanzas corporativas (Mar-

tínez, 2019), planeación y programación de la producción de una empresa (Martínez J., 2019). En estos casos se simulan procesos de decisión que permiten agregar valor a una empresa, hacer proyecciones y planear la producción teniendo en cuenta las condiciones de demanda.

Este mismo énfasis en la resolución de problemas se puede encontrar en los proyectos que desarrollan laboratorios virtuales para la experimentación en economía. Innocenti (2017) hace una revisión de los experimentos que usan realidad virtual con bajos y altos niveles de inmersión, el autor reconoce las ventajas de este tipo de recursos en términos de costos y especificación y control del contexto. Sin embargo, advierte que las representaciones en torno a las identidades digitales pueden ser problemáticas pues pueden producir alteraciones en el comportamiento. En esta misma línea puede llamarse la atención sobre el proyecto empírica (Almaatouq et al., 2021) un laboratorio de carácter modular que permite al estudiante diseñar experimentos, evaluar casos, procesos de interacción estratégica y de decisión. Herramientas de esta naturaleza cuentan con la flexibilidad suficiente para desarrollar competencias de investigación experimental en el área de conocimiento.

#### 4.1. Discusión de los resultados

La revisión que se presentó en este documento permitió corroborar el creciente interés por el desarrollo de experiencias inmersivas, realidad y laboratorios vir-

tuales en el cambio de las ciencias económicas y administrativas. A pesar de los avances, se puede decir que el ámbito de aplicación disciplinar es aún limitado. La producción intelectual se centra mayoritariamente en áreas STEM y se requiere de la realización de esfuerzos adicionales para favorecer el tránsito y aplicación de estos saberes hacia otras disciplinas.

En general, los estudios bibliométricos han demostrado que la pandemia fue el origen de un mayor desarrollo de recursos para la educación virtual y permitió la creación de diversas estrategias para los entornos virtuales. Análisis como el que se presentó en este artículo permite reconocer la priorización que se ha dado al desarrollo de las herramientas y la menor importancia que tiene el desarrollo de habilidades y los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Un elemento para destacar es que no hay evidencia de un diálogo constante entre quienes desarrollan los laboratorios virtuales, en general los niveles de producción son muy superiores a los niveles de citación, en estudios bibliométricos posteriores se pueden evaluar redes de cooperación que permitan la identificación de autores e instituciones que contribuyen al avance del debate sobre entornos virtuales de aprendizaje.

Los resultados en materia de instituciones y autores muestran una alta concentración de proyectos en tres instituciones: Amrita University, Universidad de Twente y en habla hispana la Universidad

Politécnica de Madrid. La experiencia de desarrollo en estos centros académicos se puede tomar como referente para la generación de proyectos a nivel institucional. En el caso colombiano también se destacan las acciones adelantadas en el Politécnico Grancolombiano con el desarrollo de simuladores, sin embargo, estos proyectos deben ser replicables para que su ámbito de influencia se extienda más allá de los límites institucionales.

No obstante, los estudios bibliométricos tienen limitaciones pues no permiten identificar tendencias de investigación a futuro y no incluyen todas las referencias que podrían resultar relevantes para alentar un debate sobre el uso de tecnologías en el campo de las ciencias económicas y administrativas. Experiencias como empírica (Almaatouq, y otros, 2021) o los simuladores de juegos gerenciales (Martínez-Contreras, 2019) quedan por fuera del ejercicio de selección de literatura y, sin embargo, constituyen fuentes relevantes para entender la aplicación de las herramientas tecnológicas en el campo de conocimiento. De esta forma, ejercicios de revisión posteriores se pueden concentrar en la realización de revisiones sistemáticas que profundicen en la descripción y organización de este tipo de experiencias para facilitar su replicabilidad y difusión.

Los trabajos usados en la revisión bibliométrica no pudieron limitarse exclusivamente a los campos de administración y economía, un número muy limitado de trabajos (18) se vinculan al

campo de conocimiento en la revisión preliminar de Scopus. Por tanto, el análisis bibliométrico presenta tendencias generales que tuvieron que ser completadas con ejercicios de revisión paralelos haciendo que las tendencias identificadas no correspondan únicamente al campo disciplinar de interés de este trabajo. En la medida en que avancen las discusiones sobre la materia se pueden ejecutar ejercicios más específicos que aporten evidencia sobre estructuras temáticas del área disciplinar.

Los hallazgos confirman la necesidad de incorporar discursos relacionados con la formulación de resultados de aprendizaje (Norman-Acevedo, 2021), debates sobre el desarrollo de competencias (Gisbert-Cervera et al., 2019) y propuestas flexibles que permitan la implementación de entornos de aprendizaje que se ajusten a múltiples campos disciplinares.

Es preciso que se realicen evaluaciones de los resultados de aprendizaje de los estudiantes como los efectuados por Shiu y Chow (2020) y por Innocenti (2017) de manera que los avances que se han evidenciado en el desarrollo de la técnica redunden en las mejoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje y estos a su vez impacten positivamente la calidad educativa en programas virtuales y a distancia.

Un elemento adicional que se debe tener en cuenta para garantizar el éxito en la implementación de estrategias inmersivas se relaciona con los entornos locales. Como lo señalaron Shambare y Simuja

(2022) el reto en entornos adversos no consiste únicamente en el logro de un desarrollo de aplicaciones o laboratorios a bajo costo, condiciones como la resistencia a este tipo de proyectos o situaciones de conectividad limitada pueden comprometer su implementación. En países en desarrollo la reflexión debe trascender el ámbito de lo pedagógico y lo técnico y se debe acompañar de indagaciones sobre la existencia de brechas digitales y barreras de acceso a la educación virtual (Mendoza et al., 2021).

En el ámbito de las ciencias administrativas y económicas las tendencias sugieren que los laboratorios orientados a la toma de decisiones en entornos realistas son un recurso valioso para reforzar los conocimientos. La creación de laboratorios con posibilidades de configuración dinámicas y con problemáticas cambiantes pueden contribuir al desarrollo de competencias gerenciales y analíticas requeridas en las disciplinas.

Teniendo en cuenta los vacíos identificados en este estudio, a futuro la agenda de investigación en el campo de los laboratorios virtuales o remotos puede centrarse en mayor medida en la evaluación de resultados de las experiencias de implementación sobre los estilos de aprendizaje. Asimismo, se requieren esfuerzos adicionales para documentar las experiencias de este tipo de implementaciones en países en desarrollo que enfrentan limitaciones en términos de conectividad, pero que muestran potencial para el desarrollo de este tipo de recursos debido al

costo comparativo más bajo en relación con los laboratorios físicos.

Por último, conviene señalar las limitaciones de este trabajo que, por su orientación cuantitativa, no logra presentar en detalle las experiencias de implementación de laboratorios, sus propósitos y resultados, futuras investigaciones se pueden centrar en una propuesta cualitativa que logre una caracterización a profundidad de los esfuerzos por avanzar en el aprendizaje experiencial en las áreas de economía y negocios.

## 5. Conclusiones

La literatura que se revisó a través de la bibliometría evidencia que la recurrencia de los laboratorios ha sido alta luego de pandemia en todas las áreas y disciplinas en educación superior, pasando por laboratorios híbridos (presenciales y virtuales), especificando didácticas pedagógicas diferenciadas por la mediación y la intervención de las actividades propias para la toma de decisiones y para resolver situaciones y escenarios diferenciados.

Las herramientas cada vez van a ser más diversas debido a los altos volúmenes de información y la inteligencia artificial. En esa medida las opciones y recursos tecnológicos se amplían en la educación superior, por lo que se considera que el tiempo es propicio para proponer y pilotear, con laboratorios híbridos en múltiples áreas de conocimiento. Los resultados bibliométricos dan cuenta de la

necesidad de que otros campos del conocimiento como la economía y los negocios se involucren más activamente en estas tendencias.

Desde lo pedagógico los hallazgos muestran que es necesario reformular las estrategias de enseñanza y apoyarse en la tecnología, revisar el entorno local e internacional y aplicar las variables endógenas y exógenas de manera completa para que el estudiante intervenga y gestione datos que le permitan establecer modelos y procesos de toma de decisiones en lo público y lo privado.

## 6. Referencias bibliográficas

- Al Krad, K. (2021). *How Effective and Efficient Is a Virtual Lab Compared to a Remote Lab in Inquiry Learning Environment?* (U. o. Twente, Ed.). [http://essay.utwente.nl/86226/1/Al%20Krad\\_MA\\_BMS.pdf](http://essay.utwente.nl/86226/1/Al%20Krad_MA_BMS.pdf)
- Almaatouq, A., Becker, J., Houghton, J., Paton, N., Watts, D., & Whiting, M. (2021). Empirica: a virtual lab for high-throughput macro-level experiments. *Behavior Research Methods*, 53(5), 2158-2171. <https://doi.org/10.3758/s13428-020-01535-9>
- Assis, L., Rodrigues, A., Vivas, A., Grijó, C., Maciel, C., & Azevedo, F. (2022). Relationship between learning styles and learning objects: a systematic literature review. *International Journal of Distance Education*

- Technologies*, 20(1), 1-18. <https://doi.org/10.4018/ijdet.296698>
- Auer, M. (2001). *Virtual Lab versus Remote Lab*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=84bd5e45387ea1a0e-7824c3837b8c2e81c196bb4>
- Bezhovski, Z., & Poorani, S. (2016). The Evolution of E-Learning and New Trends. *Information and knowledge management*, 6(3), 50-57.
- Callon, M; Courtial, J. P; Laville, F. (1991). *Scientometrics*, 22(1), 155–205. <https://doi.org/10.1007/bf02019280>
- Carrillo, S. (2021). *Creación de un laboratorio de innovación para mejorar el diseño de productos y servicios en COAC OSCUS Ltda. Universidad Internacional del Ecuador*. Tesis de Maestría. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4916/1/T-UIDE-1477.pdf>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146–166. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
- Crissien Rueda, V. (2021). *Diseño de un aplicativo web para el análisis de la madurez digital de las pymes*. Pontificia Universidad Javeriana. <https://repositorio.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/54114/Trabajo%20de%20grado%20Valeria%20Crissien.pdf?sequence=1>
- Dormido, S. (2004). Control learning: present and future. *Annual Reviews in Control*, 28(1), 115-136. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2003.12.002>
- Elmoazen, R., Saqr, M., Khalil, M., & Wasson, B. (2023). Learning analytics in virtual laboratories: a systematic literature review of empirical research. *Smart Learning Environments*, 10(23), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00244-y>
- Gisbert-Cervera, M., Esteve-González, V., & Esteve-Mon, F. (2019). Laboratorios virtuales en entornos 3D para la formación en competencias. In M. Gisbert, V. Esteve, & J. Lazaro, ¿Cómo abordar la educación del futuro? *Conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente* (pp. 29-42). Octaedro. <https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/190113/65268.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, I., Cebreriro, B., & Casal, L. (2021). Nuevas competencias digitales en estudiantes potenciadas con el uso de Realidad Aumentada. Estudio Piloto. IED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 137-157. <http://dx.doi.org/10.5944/>

ried.24.1.27501

- González, M., Marchueta, L., Vilche, J., & Adrián, E. (2011). *Modelo de aprendizaje experiencial de Kolb aplicado a laboratorios virtuales en Ingeniería en Electrónica*. Repositorio Institucional de la UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26533>
- Heradio, R., de la Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F., Herrera-Viedma, E., & Dormido, S. (2016). *Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis*. *Computers & Education*, 98, 14-38. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.010>
- Hincapie, M., C, D., Valencia, A., Contero, M., & Güemes-Castorena, D. (2021). Educational applications of augmented reality: A bibliometric study. *Computers and Electrical Engineering*, 93, 107289. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107289>
- Innocenti, A. (2017). Virtual reality experiments in economics. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 71-77.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85-119. <https://www.learntechlib.org/p/182115/>
- Kolb, D. (1981). *Learning styles and disciplinary differences*. Jossey Bass Inc Publishers.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the Source of learning and development*. Prentice Hall.
- Liu, D., Bhagat, K., Gao, Y., Chang, T., & Huang, R. (2017). The Potentials and Trends of Virtual Reality in Education. In D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. John Richards, *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (pp. 105-130). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7_7)
- Martínez, J. (2019). Desarrollo de un simulador para el aprendizaje de la planeación y programación de la producción en una empresa. In M. Trujillo, *Experiencias de Innovación Educativa* (pp. 155-170). Editorial Politécnico Grancolombiano. <https://journal.poligran.edu.co/index.php/libros/article/view/2025/1937>
- Martínez, R. (2019). Simulador de finanzas corporativas. In M. Trujillo, *Experiencias de Innovación Educativa. Tomo 3* (pp. 39-56). Editorial Politécnico Grancolombiano. <https://journal.poligran.edu.co/index.php/libros/article/view/2025/1937>
- Martínez-Contreras, R. (2019). Simulador de Juego Gerencial. In M. Trujillo, *Experiencias de Innovación Educativa. Tomo 3* (pp. 7-22). Edito-

- rial Politécnico Grancolombiano. <https://journal.poligran.edu.co/index.php/libros/article/view/2025/1937>
- Mendoza-Lozano, F., Quintero-Peña, J., & García-Rodríguez, J. (2021). The digital divide between high school students in Colombia. *Telecommunications Policy*, 45(10), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.tel-pol.2021.102226>
- Mendoza-Lozano, F., Martínez-Contreras, R., Trujillo-Flórez, M., Arías-Velandia, N., & Ríos-Gallardo, A. (2020). Simuladores para el mejoramiento de las competencias de pensamiento estratégico en la Administración. *Educación y humanismo*, 22(38), 1-16. <https://doi.org/10.17081/eduhum.22.38.3635>
- Norman-Acevedo, E. (2021). Hoja de ruta para la elaboración de resultados de aprendizaje para la formación investigativa. *Panorama*, 15(28), 1-12. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v15i28.1813>
- Pérez, Ó., & Pico, C. (2020). *Formación de pensamiento crítico: reflexiones y métodos de enseñanza en economía*. Editorial Politécnico Grancolombiano. <https://doi.org/1015765/poli.v1i152>
- Priest, S. (2014). ¿Qué tienen de científico las ciencias sociales? La complejidad de medir el comportamiento humano. *MÉTODO Science Studies Journal*(84), 57-63. <https://doi.org/10.7203/metode.0.3923>
- Raman, R., Achuthan, K., Kumar, V., & Nedungadi, P. (2022). Virtual Laboratories A historical review and bibliometric analysis of the past three decades. *Education and Information Technologies*, 27, 11055–11087. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11058-9>
- Rodríguez-Albor, G., Gómez-Lorduy, V., & Ariza-Dau, M. (2014). Calidad de la educación superior a distancia y virtual: un análisis de desempeño académico en Colombia. *Investigación y desarrollo*, 22(1), 80-121. <https://doi.org/10.14482/index.22.1.6079>
- Sancristobal, E., Castro, M., Martin, S., Tawkif, M., Pesquera, A., Gil, R., . . . Peire, J. (2011). *Remote labs as learning services in the educational arena*. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). <https://doi.org/10.1109/educon.2011.5773298>
- Shambare, B., & Simuja, C. (2022). A Critical Review of Teaching With Virtual Lab: A Panacea to Challenges of Conducting Practical Experiments in Science Subjects Beyond the COVID-19 Pandemic in Rural Schools in South Africa. *Journal of Educational Technology Systems*, 50(3), 393-408. <https://doi.org/10.1177/00472395211058051>

Shiu, A., & Chow, J. (2020). The effectiveness of animated video and written text resources for learning microeconomics: A laboratory experiment. *Education and Information Technologies*, 25(3), 1999–2022. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10025-1>

Statista. (2020). *E-learning and digital education - Statistics & Facts*. <https://www.statista.com/topics/3115/e-learning-and-digital-education/#dossierKeyfigures>

Van Steen, M. (2010). *Graph theory and complex networks: An introduction*. <https://pages.di.unipi.it/ricci/book-watermarked.pdf>

Váraljai, M. (2016). *Establish innovative learning environment by virtual lab concept*. *7th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications*, 373-377. <https://doi.org/10.1109/coginfo-com.2016.7804578>

Wallin, J. (2005). Bibliometric Methods: Pitfalls and Possibilities. *Basic & clinical Pharmacology & toxicology*, 97, 261-275. [https://doi.org/10.1111/j.1742-7843.2005.pto\\_139.x](https://doi.org/10.1111/j.1742-7843.2005.pto_139.x)

Zappatore, M., Longo, A., & Bochicchio, M. (2015). The bibliographic reference collection GRC2014 for the Online Laboratory Research community. *Proceedings of 2015 12th International Conference on Remote Engineering and Virtual*. <https://doi.org/10.1109/rev.2015.7087258>

Zhang, L., Carter, R., Qian, X., Yang, S., Rujimora, J., & Wen, S. (2022). Academia's responses to crisis: A bibliometric analysis of literature on online learning in higher education during COVID19. *British Journal of Educational Technology*, 53(3), 620-645. <https://doi.org/10.1111/bjet.13191>

## Contribución de autores

Conceptualización: C.P., A.M.; metodología: F.M.; validación: C.P.; análisis formal: C.P., F.M.; investigación: C.P., F.M., A.M.; escritura (borrador original): C.P., F.M.; escritura (revisión y edición): C.P., F.M., A.M.; administración del proyecto: C.P., A.M.; adquisición de fondos: C.P., A.M.