

Design Thinking Capabilities in the STEAM Education: A bibliometric Analysis

Eliseo Zarate-Perez, PhD¹, Manuel Azpilcueta-Vasquez, Master², Cesar Santos-Mejia, PhD³, Cecilia Cornejo-Carbajal, PhD¹, Marllury Melgarejo-Alcántara, Master¹, Jessica Ramos-Moreno, Master¹, Mauricio Acevedo-Carrillo, PhD¹

¹Universidad Privada del Norte (UPN), Peru, eliseo.zarate@upn.edu.pe, cecilia.cornejo@upn.edu.pe, marllury.melgarejo@upn.edu.pe, jessica.ramos@upn.edu.pe, mauricio.acevedo@upn.edu.pe

²Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Peru, 2019318824@unfv.edu.pe

³Universidad Nacional del Callao (UNAC), Peru, casantasm@unac.edu.pe

Abstract– This paper aims to explore the scientific production and the thematic evolution of design thinking applied to education in STEAM. A bibliometric approach was used to quantify the impact, under the analysis of scientific mapping within a longitudinal framework with SciMAT. The results show a stability index of the research field of 58%, showing its gradual consolidation. This field emphasizes the topics of computational thinking, curriculum, educational innovation, human behavior in design, libraries, problem-solving, requirement engineering, system design thinking, systems engineering competencies, and user-centered design. Human behavior in design, and requirement engineering are the driving themes of the specialty for the period 2019-2022. In the same way, computational thinking and curriculum appears as a basic and transversal theme for this period and is very fundamental in the STEAM areas. Therefore, the identified themes simultaneously focus on conscious human behavior, interaction, and emotional involvement. Meanwhile, there is still limited discussion about human behavior related to STEAM areas.

Keywords– Design Thinking, Teaching, Design Education, Human-centered Design, Requirements Engineering.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Capacidades del pensamiento de diseño en la educación STEAM: un análisis bibliométrico

Eliseo Zarate-Perez, PhD ¹, Manuel Azpilcueta-Vasquez, Master², Cesar Santos-Mejia, PhD³, Cecilia Cornejo-Carbajal, PhD¹, Marllury Melgarejo-Alcántara, Master¹, Jessica Ramos-Moreno, Master¹, Mauricio Acevedo-Carrillo, PhD¹

¹Universidad Privada del Norte (UPN), Peru, eliseo.zarate@upn.edu.pe, cecilia.cornejo@upn.edu.pe, marllury.melgarejo@upn.edu.pe, jessica.ramos@upn.edu.pe, mauricio.acevedo@upn.edu.pe

²Universidad Nacional Federico Villareal (UNFV), Peru, 2019318824@unfv.edu.pe

³Universidad Nacional del Callao (UNAC), Peru, casantosm@unac.edu.pe

Resumen– El trabajo tuvo como objetivo explorar la producción científica y la evolución temática del Design Thinking aplicado a la educación en Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM). Para ello se utilizó el enfoque bibliométrico para cuantificar el impacto bajo el análisis de mapeo científico con un marco longitudinal, utilizando la herramienta SciMAT. Los resultados muestran un índice de estabilidad del campo de investigación del 58 %, mostrando su consolidación gradual. Este campo enfatiza los temas de pensamiento computacional, currículo, innovación educativa, comportamiento humano en el diseño, bibliotecas, resolución de problemas, ingeniería de requisitos, pensamiento de diseño de sistemas, competencias de ingeniería de sistemas y diseño centrado en el usuario. Los apartados de comportamiento humano en el diseño e Ingeniería de requisitos son los ejes impulsores de la especialidad para el periodo 2019-2022. De igual manera, el pensamiento computacional y curricular aparece como un tema básico y transversal para el periodo (2019-2022), muy fundamental en las áreas STEAM. Por lo tanto, los temas identificados se centran en el comportamiento humano consciente, la interacción y la implicación emocional al mismo tiempo. Mientras tanto, todavía hay una discusión limitada sobre el comportamiento humano relacionado con las áreas STEAM.

Keywords– Pensamiento de diseño, Enseñanza, Educación en diseño, Diseño centrado en el ser humano, Ingeniería de requisitos.

I. INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1970, la educación ha estado relacionado con la necesidad de lograr la sostenibilidad a un nivel global [1]. Por ello, el desarrollo de habilidades blandas se ha considerado de gran relevancia, por su importancia tanto en la escuela como en el mercado laboral [2]. En los últimos años, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró en estado de emergencia de salud pública generada por la propagación del coronavirus COVID-19 en marzo de 2020 [3]. Ese escenario, en la mayoría de los casos, se vio como una oportunidad para identificar nuevas formas de respuesta de enseñanza con base en soluciones prácticas a la crisis del aprendizaje. Es así como esta situación está obligando a las universidades a adaptar conceptos y metodologías en función de las necesidades.

Por ejemplo, el concepto de *Design Thinking* (DT) tiene sus raíces en la práctica de la arquitectura y el diseño industrial [1], pero su aplicación también se registra como un enfoque para resolver desafíos en múltiples dominios. Es así como, el

DT puede promover el aprendizaje transformador al centrarse en los valores. Este crea un espacio para el discurso reflexivo interdisciplinario, promoviendo la crítica social y la participación de las partes interesadas para fortalecer la relación entre las experiencias de aprendizaje [4]. Por lo tanto, el DT se considera como un enfoque de resolución de problemas centrado en el ser humano para hacer frente a desafíos complejos [5].

El DT se considera como una forma de instrucción efectiva para desarrollar la competencia y habilidad de los estudiantes. Por ejemplo, se planteó un marco de desarrollo integrador para el pensamiento de diseño con dos grupos de estudiantes [6]. Los resultados muestran que la colaboración interactiva y el aprendizaje integrador tuvo una experiencia positiva en ellos. De esa forma, los instructores han empleado cada vez más este enfoque para facilitar la efectividad del aprendizaje de los estudiantes en un entorno educativo.

De una forma particular, la educación en STEAM desempeña un papel importante debido a la necesidad de iniciativas globales para la sostenibilidad, como los tratados internacionales del Acuerdo de París y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ONU) [7]. La educación STEAM fusiona las artes con las Ciencias, Tecnología, Ingeniería, y Matemáticas con el objetivo de mejorar la participación de los estudiantes, la creatividad, la innovación y las habilidades para resolver problemas y otros beneficios cognitivos [8]. A pesar de la importancia del STEAM, no se reporta estudios de revisión consistentes que determinen la evolución científica e integración con el DT.

Por lo tanto, el propósito de la presente investigación es explorar la producción científica y la evolución temática sobre el DT aplicado a la educación en el STEAM. De esa forma, se muestre la estructura, evolución y tendencias de este tema a lo largo del tiempo. Para ello, se ha seleccionado una metodología de investigación bibliométrica que permite cuantificar y medir el desempeño, la calidad y el impacto de los mapas generados y sus componentes. En el siguiente apartado se explica el enfoque metodológico, la bibliometría y el mapeo científico. A continuación, se analiza y discute los resultados. Finalmente, se realiza las conclusiones con respecto a las limitaciones de la presente investigación.

II. METODOLOGÍA

A. Base de datos

La selección de una base de datos es fundamental en la realización de revisiones científicas debido a su efecto directo sobre la calidad de los resultados [9]. Varias fuentes bibliométricas están disponibles para la recuperación de datos. Sin embargo, en este trabajo se utiliza la base de datos Scopus porque se encuentra material relevante para el campo de investigación abordado. En tal sentido, se definió la estructura de búsqueda que enfoca al concepto de “Design Thinking”. En tal sentido, la sintaxis de búsqueda se definió como “Design Thinking” AND (“STEAM” OR “Science” OR “Technology” OR “Engineering” OR “Arts” OR “Maths”). De tal manera, el alcance de este estudio se limita a las áreas de acción del STEAM dentro del periodo de 2000-2022. Además, solo se tomaron en cuenta artículos de congreso y revistas científicas.

B. Análisis de evolución temática con SciMAT

El análisis de la evolución temática se relaciona con los cambios y la progresión de temas de investigación en diferentes periodos para identificar una comprensión precisa de las tendencias de desarrollo en un campo, siguiendo la metodología propuesta en [10]–[12]. Este estudio ha seleccionado la herramienta de software SciMAT para determinar la evolución temática en el campo de la investigación del DT [13], utilizado en diferentes campos o temas de investigación [14], [15]. En tal sentido, el análisis genera el gráfico de superposición, el mapa de evolución, el diagrama estratégico y la red temática.

i) Gráfico de superposición. Aquí se analiza el nivel de estabilidad entre dos periodos consecutivos, por medio del volumen de los términos de un periodo a otro. De esa forma, el número indicado entre paréntesis es el índice de estabilidad. De la misma manera, la flecha entrante y saliente refleja el número de palabras claves nuevas y en desuso, respectivamente.

ii) Mapa de evolución. En este apartado se determina la evolución temática de un campo de investigación durante periodos definidos. En este trabajo, el análisis está dividido para los periodos de 2000-2018 y 2019-2022. De esa forma, el tamaño de los nodos se relaciona con la cantidad de documentos dentro de cada tema. Mientras que el grosor de las líneas de conexión establece la similitud de las palabras clave compartidas entre temas y en función del índice de inclusión. Las líneas continuas representan temas compartidos, mientras que las discontinuas representan conceptos relacionados. Igualmente, el grosor de las líneas indica una fuerte asociación entre los dos grupos.

iii) Diagrama estratégico. Se refiere a un gráfico bidimensional que muestra la evolución de los temas de investigación en un campo definido [16]. La fuerza de las interacciones entre diferentes temas en un campo se denomina centralidad. Ella se muestra a lo largo del eje horizontal. Por el contrario, la interconexión interna de un tema se mide a través de la densidad y figura en el eje vertical del diagrama estratégico. Dependiendo de la posición de un tema en el mapa estratégico, diferentes implicaciones pueden ser impulsadas según la Figura 1.

Los temas motores tienen alta densidad y centralidad y se encuentran en el cuadrante 1. Ellos están bien desarrollados y son importantes para estructurar un campo de investigación. Por lo contrario, los temas muy desarrollados y aislados se encuentran en el cuadrante 2 y representan temas con alta densidad y baja centralidad. Ello implica que están bien desarrollados por tener altas conexiones internas, pero son menos relevantes dentro del campo de investigación por las relaciones externas limitadas con otros temas.

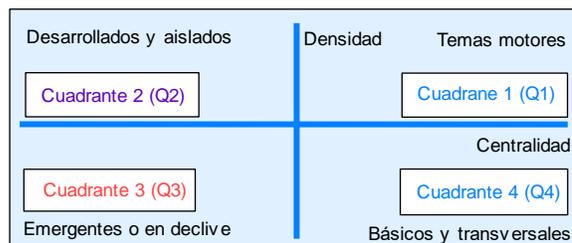


Fig. 1. Diagrama estratégico para el análisis bibliométrico.

Por otro lado, los temas emergentes o en declive se encuentran en el cuadrante 3. Ellos tienen una baja densidad y centralidad, lo que implica que están medianamente desarrollados. En algunos casos se consideran que están en proceso de extinción relacionado con campo de investigación evaluado. Finalmente, los temas básicos y transversales se encuentran en el cuadrante 4 y son fundamentales para el desarrollo de un campo de investigación por su alta centralidad. Aunque presentan baja densidad, estos temas son muy importantes para el campo de la investigación.

iv) Redes temáticas. Los mapas de redes temáticas son complementarios a los diagramas estratégicos y muestran cómo los temas del diagrama estratégico están conectados con otros temas en la red. Los tamaños de los nodos en una red temática corresponden al número de documentos relacionados con la palabra clave, mientras que el grosor de las líneas se atribuye a la fuerza de las relaciones entre los nodos, describiéndose como el índice de equivalencia.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. Base de datos seleccionada

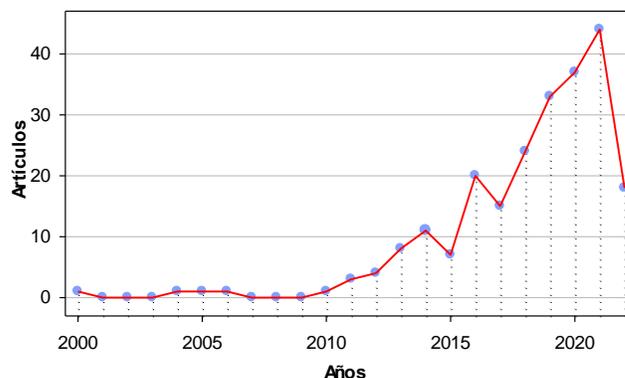


Fig. 2. Artículos seleccionados para análisis bibliométrico.

Para el periodo evaluado (2000 -2022) se recolectaron 230 artículos de investigación en revistas indexadas en el Scopus. El registro muestra un aumento considerable del número de artículos publicados relacionado al DT durante la última década aplicados en el STEAM. Ello es un indicador que el tema en mención está en constante desarrollo, como se muestra en la Fig. 2

B. Gráfico superpuesto y mapa de evolución.

En la Figura 3 (a) se muestra el mapa superpuesto con un índice alto de estabilidad, equivalente al 58%. De la misma forma, se muestra que 22 términos del primer periodo (2000-2018) no continuaron en el siguiente periodo (2019-2022). Finalmente, se integraron 33 nuevos términos para este último periodo evaluado. De la misma forma, en la Figura 3 (b) se muestra la evolución temática para ambos periodos. El primer periodo comprende temas como currículo, comportamiento humano en el diseño, bibliotecas, resolución de problemas y diseño centrado en el usuario. Mientras que el segundo periodo está relacionado con los temas de pensamiento computacional, currículo, innovación educativa, comportamiento humano en el diseño, ingeniería de requisitos, pensamiento de diseño de sistemas y competencias de ingeniería de sistemas.

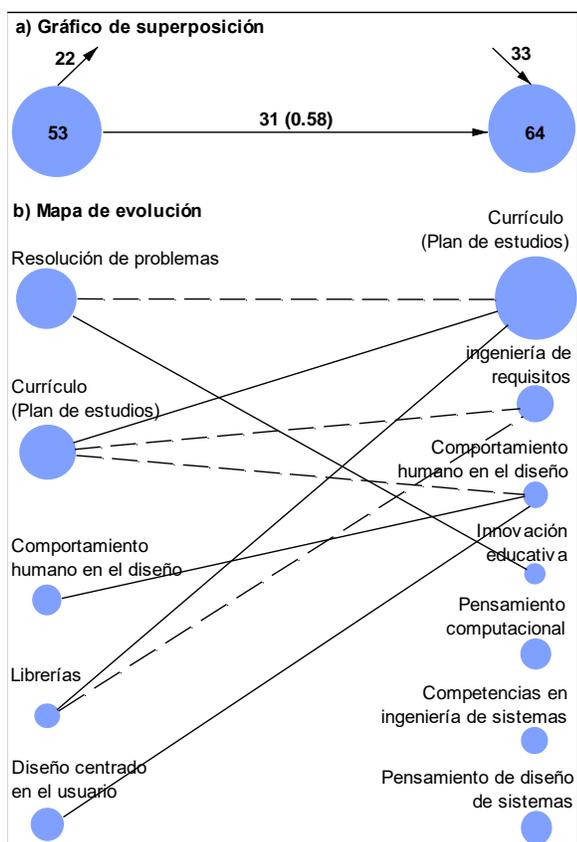


Fig. 3. Superposición gráfica y evolución temática a *Design Thinking* (DT).

C. Diagrama estratégico y red temática.

En la Figura 4 se muestra el mapa estratégico para los temas del primer periodo (2000-2018). Se observa que el tema

aislado corresponde a librerías, mientras que el tema en proceso de extinción es diseño centrado en el usuario. Por otro lado, los temas motores del DT están estrechamente relacionados con el comportamiento humano en diseño y la resolución de problemas. De igual forma, currículo se encuentra como un tema básico y transversal para el concepto de DT.

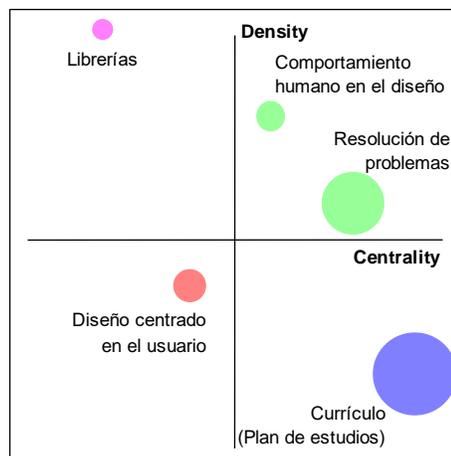


Fig. 4. Diagrama estratégico para el periodo 2000 – 2018.

La Figura 5 muestra el mapa estratégico para el periodo 2019-2022. Los temas de Competencias en ingeniería de sistemas e innovación educativa son temas aislados dentro del campo estudiado, por ende, están generando nuevos campos de investigación. De igual forma, Pensamiento de diseño de sistemas se presenta como un tema con baja centralidad y densidad, representando a los temas poco importantes para el campo estudiado. Sin embargo, el comportamiento humano en el diseño sigue siendo uno de los temas motores del campo, además de ingeniería de requerimiento.

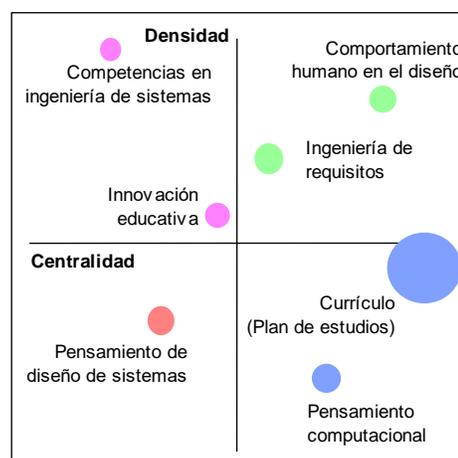


Fig. 5. Diagrama estratégico para el periodo 2019 – 2022.

Finalmente, pensamiento computacional aparece como un tema nuevo, básico y transversal para el campo estudiado. Se muestra que este tema aparece a partir del 2019, donde los investigadores plantean soluciones en función a las necesidades por el aislamiento causado por el COVID-19. Es importante

mencionar, qué currículo continúa dentro de los temas básicos y transversales, pero que se está convirtiendo en un tema motor, por el aumento de su densidad en el segundo periodo evaluado.

La red temática de los tópicos más relevantes y representativos para el DT relacionado con el STEAM se muestran a continuación. En la Figura 6 se muestra la red temática para el clúster del comportamiento humano en el diseño del segundo periodo (2019-2022). Este se relaciona con ciencias del comportamiento, diseños centrados en el ser humano, videojuegos, diseño de sistemas y diseño centrado en el usuario. El énfasis en la innovación del diseño de productos estará en encontrar un ajuste entre la tecnología y los valores humanos [17]. Es así como para el concepto del DT es fundamental comprender el comportamiento humano para acondicionar el aprendizaje según las necesidades.

La evolución de la innovación en el DT ha respaldado un creciente interés y afán por diseñar la experiencia del usuario [17]. Es así como los diseñadores son responsables de crear un nuevo paradigma de productos para alinear a un concepto de diseño innovador de alto valor. Para ello, se ha estudiado ampliamente el comportamiento humano consciente y logrando que el usuario se familiarice con la interacción y la participación emocional al mismo tiempo. Sin embargo, todavía hay una discusión limitada disponible sobre el comportamiento humano relacionado con las áreas del STEAM.

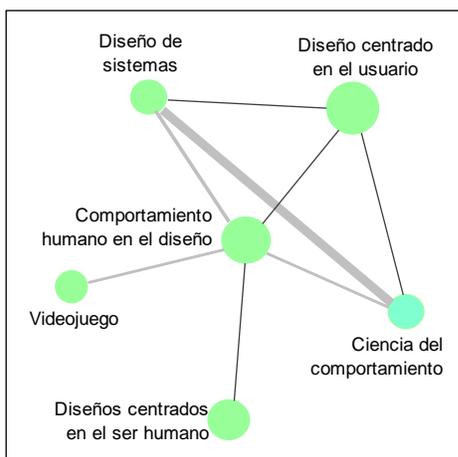


Fig. 6. Red temática al Comportamiento Humano en el diseño (período 2019 – 2022).

La Figura 7 muestra el clúster de ingeniería de requisitos. Este a su vez se relaciona estrechamente con desafíos, investigación científica del diseño, producto amigable para personas mayores, estudios empíricos, prototipos, método cualitativo y obtención de requisitos. Como es de notar, este grupo temático integra desde la investigación científica del diseño, hasta los estudios empíricos y diseños de ingeniería. Por ello, la integración de las tecnologías de la industria dentro de la sociedad es fundamental para resolver los problemas de actualidad. Sin embargo, aún no se comprende completamente los resultados fuera del dominio de la fabricación, desentrañando así su potencial para la sociedad en general [18]. En ese escenario, se requiere un nuevo paradigma para

considerar al ser humano en el centro de la innovación. Ello permite fomentar la integración efectiva de la tecnología en la sociedad y comprender mejor cómo diseñar configuraciones y soluciones. En tal sentido, el DT se pueden extender en aplicaciones del STEAM de una forma adecuada.

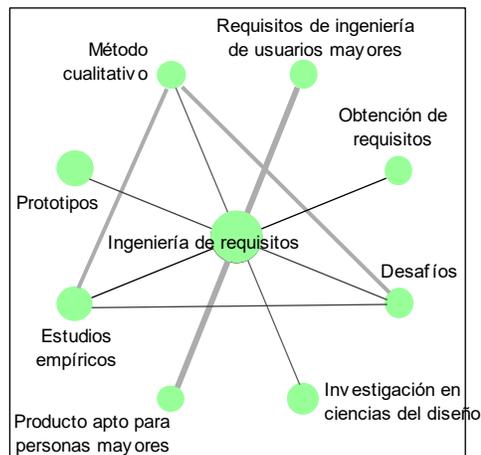


Fig. 7. Red Temática de ingeniería de requerimientos (período 2019 – 2022).

La Figura 8 muestra la red temática de currículo, como un tema básico y transversal en el DT en aplicaciones del STEAM. Estas propuestas se relacionan directamente con la evaluación de diseño, nivel educativo, artes liberales, bibliotecas, estudiantes, encuestas, aprendizaje electrónico y plan de estudios de ingeniería. Ello indica que el pensamiento de diseño se explore como una forma de pedagogía transformadora digital en los contextos del STEAM, con aprendizajes colaborativos y con relevancia en el mundo real.

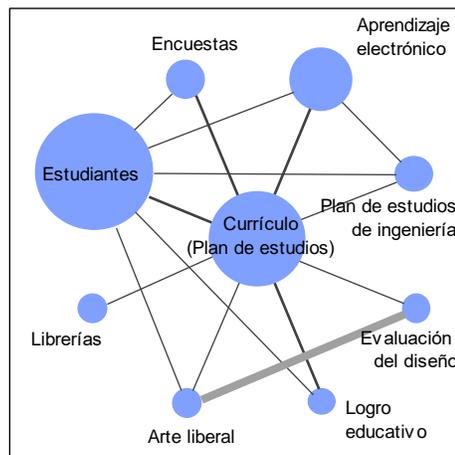


Fig. 8. Red temática a curriculum (período 2019 – 2022).

Tras la suspensión de clases en los centros educativos provocada por el confinamiento del COVID-19, las instituciones educativas han adaptado los espacios y recursos a las exigencias y medidas de las instituciones públicas en materia de educación y sanidad. Los centros educativos han convivido con la tecnología, aunque este hecho ha presentado un problema en los proyectos educativos en general y en las

metodologías de aula en particular [19]. En las escuelas que incluyen la metodología STEAM y cuentan con espacios de creaciones en su proceso de enseñanza-aprendizaje ha significado un antes y un después de la pandemia. En tal sentido, el impacto de la pandemia ha generado una forma de transformación tecnológica radical acelerada en la digitalización de la educación a nivel mundial [1].

Por ello, los centros de educación necesitan identificar y rediseñar su enfoque educativo alineándose a la transformación tecnológica. Esto indica, que es un periodo fundamental para aplicar el DT como pedagogía digital transformadora y efectiva. Es así como se transmite a la necesidad de que los estudiantes participen en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, colaboración y resolución de problemas. Por lo tanto, se alienta a los estudiantes a abordar la resolución de problemas generales y se sientan involucrados con éxito en su aprendizaje. Además, la construcción colaborativa del aprendizaje de forma personalizada utiliza herramientas digitales muy atractivas.

La Figura 9 se muestra la red temática para pensamiento computacional. Este clúster se define también como un tema básico y transversal relacionado con el DT aplicado al STEAM. El pensamiento computacional ha sido reconocido como una habilidad clave para los estudiantes de hoy [20] por lo que se relaciona directamente con el pensamiento sistémico, educación y escuela. El pensamiento computacional es fundamental para definir y resolver problemas del mundo real utilizando métodos algorítmicos para llegar a soluciones transferibles [21]. Esta se establece una habilidad prioritaria en múltiples disciplinas, que es en el caso del STEAM.

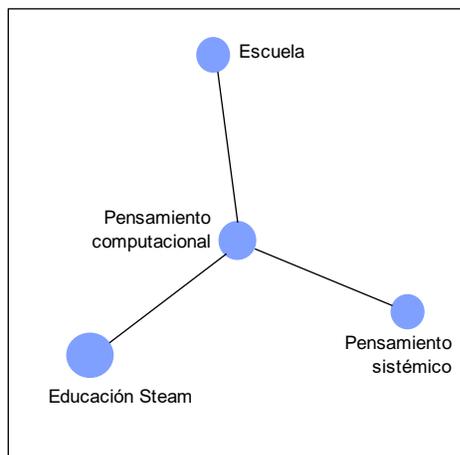


Fig. 9. Red Temática al Pensamiento Computacional (período 2019 – 2022).

IV. CONCLUSIONES

El objetivo de la presente investigación fue explorar la producción científica y la evolución temática sobre el DT aplicado a la educación en el STEAM. Para ello, se aplicó una metodología de investigación bibliométrica que permite cuantificar el impacto y las capacidades de los mapas generados y sus componentes.

Los resultados muestran un índice de estabilidad del campo de investigación del 58 %, lo que indica que el campo de estudio

se está consolidando paulatinamente. Los temas fundamentales que se aborda en este campo son pensamiento computacional, currículo, innovación educativa, comportamiento humano en el diseño, bibliotecas, resolución de problemas, ingeniería de requisitos, pensamiento de diseño de sistemas, competencias de ingeniería de sistemas y diseño centrado en el usuario.

Los temas del comportamiento humano en el diseño y la ingeniería de requisitos son los tópicos motores de la especialidad para el periodo 2019-2022. Por lo tanto, este tema va enfocando al comportamiento humano consciente, la interacción y la participación emocional al mismo tiempo. Sin embargo, todavía hay una discusión limitada sobre el comportamiento humano relacionado con las áreas del STEAM.

De la misma forma, el tema pensamiento computacional aparece como un tópico nuevo, básico y transversal para el campo estudiado en el periodo 2019-2022. Ese tema coincide con el periodo y necesidades del aislamiento causado por el COVID-19. Por lo tanto, el pensamiento computacional se considera fundamental para definir y resolver problemas del mundo real utilizando métodos algorítmicos. De la misma forma, la temática de currículo aparece como un tema básico y transversal para el mismo periodo, lo cual se considera muy importante en las áreas del STEAM.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte (Pe) por el apoyo en parte de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- [1] S. Taimur and M. Onuki, "Design thinking as digital transformative pedagogy in higher sustainability education: Cases from Japan and Germany," *Int. J. Educ. Res.*, vol. 114, p. 101994, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.IJER.2022.101994.
- [2] S. A. Hurrell, D. Scholarios, and P. Thompson, "More than a 'humpty dumpty' term: Strengthening the conceptualization of soft skills," *Econ. Ind. Democr.*, vol. 34, no. 1, pp. 161–182, Jun. 2012, doi: 10.1177/0143831X12444934.
- [3] E. Arce, A. Suárez-García, J. A. López-Vázquez, and M. I. Fernández-Ibáñez, "Design Sprint: Enhancing STEAM and engineering education through agile prototyping and testing ideas," *Think. Ski. Creat.*, vol. 44, p. 101039, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.TSC.2022.101039.
- [4] S. Avsec and V. Ferk Savec, "Pre-Service Teachers' Perceptions of, and Experiences with, Technology-Enhanced Transformative Learning towards Education for Sustainable Development," *Sustain. 2021, Vol. 13, Page 10443*, vol. 13, no. 18, p. 10443, Sep. 2021, doi: 10.3390/SU131810443.
- [5] S. K. Dam and V. John, "A capacitively level shifted fast cell-to-cell battery voltage equalizer," *2017 IEEE Transp. Electr. Conf. ITEC-India 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 1–6, Apr. 2018, doi: 10.1109/ITEC-INDIA.2017.8333873.
- [6] M. F. Tsai, "Exploration of students' integrative skills developed in the design thinking of a Psychology course," *Think. Ski. Creat.*, vol. 41, p. 100893, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.TSC.2021.100893.
- [7] M. Skowronek, R. M. Gilberti, M. Petro, C. Sancomb, S. Maddern, and J. Jankovic, "Inclusive STEAM education in diverse disciplines of sustainable energy and AI," *Energy AI*, vol. 7, p. 100124, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.EGYAI.2021.100124.
- [8] C. Liao, "From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education," *Art Educ.*, vol. 69, no. 6, pp. 44–49, 2016, doi: 10.1080/00043125.2016.1224873.
- [9] H. Omrany, R. Chang, V. Soebarto, Y. Zhang, A. Ghaffarianhoseini, and J. Zuo, "A bibliometric review of net zero energy building research 1995–2022," *Energy Build.*, vol. 262, p. 111996, May 2022, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2022.111996.

- [10] H. Xie, Y. Zhang, and K. Duan, "Evolutionary overview of urban expansion based on bibliometric analysis in Web of Science from 1990 to 2019," *Habitat Int.*, vol. 95, p. 102100, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.HABITATINT.2019.102100.
- [11] M. J. Cobo, A. G. López-Herrera, E. Herrera-Viedma, and F. Herrera, "Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools," *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.*, vol. 62, no. 7, pp. 1382–1402, Jul. 2011, doi: 10.1002/asi.21525.
- [12] M. J. Cobo, A. G. López-Herrera, E. Herrera-Viedma, and F. Herrera, "SciMAT: Version 1.0 User guide," Spain, 2016.
- [13] M. J. Cobo, A. G. López-Herrera, E. Herrera-Viedma, and F. Herrera, "SciMAT: A new science mapping analysis software tool," *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.*, vol. 63, no. 8, pp. 1609–1630, Aug. 2012, doi: 10.1002/ASI.22688.
- [14] E. Zarate-Perez, R. Sebastián, and J. Grados, "Online Labs: A Perspective Based on Bibliometric Analysis," in *19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education Caribbean Conference for Engineering and Technology: "Prospective and Trends in Technology and Skills for Sustainable Social Development"* and "Leveraging Emerging Technologies to Con, 2021", vol. 2021-July, doi: 10.18687/LACCEI2021.1.1.267.
- [15] E. Zarate-Perez, E. Rosales-Asensio, A. González-Martínez, M. de Simón-Martín, and A. Colmenar-Santos, "Battery energy storage performance in microgrids: A scientific mapping perspective," *Energy Reports*, vol. 8, pp. 259–268, Nov. 2022, doi: 10.1016/J.EGYR.2022.06.116.
- [16] M. Santana and M. J. Cobo, "What is the future of work? A science mapping analysis," *Eur. Manag. J.*, vol. 38, no. 6, pp. 846–862, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.EMJ.2020.04.010.
- [17] M. J. M. Kamil and S. Z. Abidin, "Unconscious Human Behavior at Visceral Level of Emotional Design," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 105, pp. 149–161, Dec. 2013, doi: 10.1016/J.SBSPRO.2013.11.016.
- [18] S. Bartoloni *et al.*, "Towards designing society 5.0 solutions: The new Quintuple Helix - Design Thinking approach to technology," *Technovation*, vol. 113, p. 102413, May 2022, doi: 10.1016/J.TECHNOVATION.2021.102413.
- [19] P. Dúo-Terrón, F. J. Hinojo-Lucena, A. J. Moreno-Guerrero, and J. López-Belmonte, "Impact of the Pandemic on STEAM Disciplines in the Sixth Grade of Primary Education," *Eur. J. Investig. Heal. Psychol. Educ.* 2022, Vol. 12, Pages 989-1005, vol. 12, no. 8, pp. 989–1005, Aug. 2022, doi: 10.3390/EJIHPE12080071.
- [20] R. Israel-Fishelson and A. Hershkovitz, "Studying interrelations of computational thinking and creativity: A scoping review (2011–2020)," *Comput. Educ.*, vol. 176, p. 104353, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.COMPEDU.2021.104353.
- [21] V. J. Shute, C. Sun, and J. Asbell-Clarke, "Demystifying computational thinking," *Educ. Res. Rev.*, vol. 22, pp. 142–158, Nov. 2017, doi: 10.1016/J.EDUREV.2017.09.003.