PHÂN TÍCH THƯ MỤC VỀ GIÁO DỤC STEAM Ở BẬC ĐẠI HỌC: XU HƯỚNG HIỆN TẠI VÀ ĐỊNH HƯỚNG TƯƠNG LAI

Nguyễn Thị Hương Giang+, Đặng Thu Hương, Phạm Thị Thanh Hải

Đại học Bách Khoa Hà Nội
+Tác giả liên hệ • Email: giang.nguyenthihuong@hust.edu.vn

Article history
Received: 19/5/2025
Accepted: 31/7/2025
Published: 20/10/2025

Keywords
STEAM education, bibliometric analysis, interdisciplinary learning, higher education

ABSTRACT
In recent years, STEAM education has gained increasing attention across various educational levels, particularly in higher education. Many countries regard it as a forward-looking educational model that equips learners with essential skills to cope with social crises, adapt to digital transformation, and contribute to addressing global challenges such as climate change, energy security, and economic growth. This paper presents a bibliometric analysis to explore global trends in STEAM education and identify research gaps based on data retrieved from the Scopus database. A total of 168 relevant articles were selected using specific keywords "STEAM", "higher education", "university", "college"; and VOSviewer software was employed to visualize and analyze the relationships among key elements in this field. The findings offer an overview of the development, major themes, and potential directions of STEAM education, particularly at the tertiary levels. Additionally, the study highlights a lack of STEAM-related research on learners with artistic talents to enhance logical thinking skills, utilize advanced modern technologies in creating artwork in response to societal needs - an area that presents both challenges and opportunities for further development in Vietnam.

1. Mở đầu

Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0 với sự phát triển của AI, IoT và Big Data, giáo dục (GD) STEM được xem là chiến lược quan trọng thúc đẩy đổi mới sáng tạo, tăng trưởng KT-XH và nâng cao năng lực cạnh tranh (Hong Chuyen & Vinh, 2023). Nhiều quốc gia đã đẩy mạnh tiếp cận liên ngành trong GD STEM để hình thành lực lượng lao động chất lượng cao, có tư duy tích hợp và kĩ năng thế kỉ XXI (Mezinska et al., 2024). Tuy nhiên, xu hướng toàn cầu hiện nay đang chuyển dịch sang GD STEAM - mô hình STEM kết hợp nghệ thuật (Art) nhằm đáp ứng những yêu cầu mới của thời đại. GD STEAM với tính chất liên ngành và tích hợp nghệ thuật đã bổ sung những yếu tố còn thiếu của GD STEM, hướng tới phát triển toàn diện năng lực người học trong bối cảnh hiện đại (Badmus & Omosewo, 2020). Mô hình này đang được nhiều quốc gia như Hoa Kỳ, Trung Quốc và các nước EU đầu tư mạnh mẽ, coi là chiến lược chuẩn bị nguồn nhân lực đáp ứng chuyển đổi số và các thách thức toàn cầu (Anito Jr. & Morales, 2019). Trong đó, yếu tố nghệ thuật đóng vai trò chất xúc tác, khơi gợi sự sáng tạo và giúp người học tạo ra sản phẩm KH-CN có giá trị ứng dụng và lan tỏa xã hội (Colucci-Gray et al., 2017).

Bài báo này nhằm phân tích vai trò, thách thức và xu hướng của GD STEAM thông qua tổng hợp tài liệu và phân tích thư mục (bibliometric analysis) từ cơ sở dữ liệu Scopus. Nội dung nghiên cứu bao gồm: (1) Làm rõ vai trò của GD STEAM trong phát triển các kĩ năng thế kỉ XXI; (2) Xác định các nhóm tác giả có đóng góp nổi bật trong lĩnh vực này; (3) Phân tích sự hợp tác nghiên cứu giữa các quốc gia; (4) Thống kê các từ khóa nghiên cứu liên quan đến GD STEAM; (5) Đề xuất một số hướng nghiên cứu phù hợp trong bối cảnh chuyển đổi số toàn cầu.

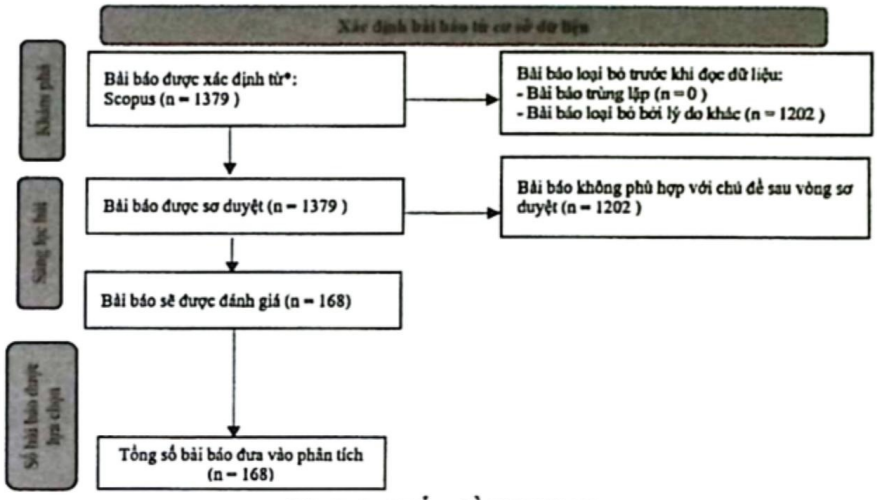
2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Scopus với khối lượng cơ sở dữ liệu uy tín được sử dụng để tổng hợp tài liệu cho nghiên cứu này. Từ khoá được sử dụng liên quan đến chủ đề nghiên cứu "STEAM", "higher education", ngoài ra tác giả cũng sử dụng các từ đồng nghĩa để tìm kiếm là "college", "university". Các thuật ngữ này đảm bảo phạm vi bao phủ toàn diện chủ đề và đảm bảo đầy đủ sự xuất hiện của các từ khoá trong tiêu đề, từ khoá trong tóm tắt của các nghiên cứu học thuật. Tìm kiếm thu về tổng cộng 1.379 dữ liệu, để tinh chỉnh thì phạm vi tìm kiếm được thu hẹp lại và tập trung vào các dữ liệu trong

danh mục GD, công nghệ, khoa học và theo năm công bố bài báo. Với dữ liệu 1.379 công trình nghiên cứu khoa học từ năm 1964- 2025 thì tác giả lựa chọn giai đoạn 2015-2024 nhằm phản ánh nhu cầu cập nhật công nghệ, chính sách, xu hướng mới trong ngành GD trên toàn thế giới. Theo báo cáo của Uỷ ban châu Âu, năm 2015 là thời điểm các quốc gia châu Âu đồng bộ xây dựng các khung chính sách và các chương trình GD STEAM nhằm thích ứng với sự biến động không ngừng của sự đổi mới sáng tạo, của công nghệ, của nhu cầu xã hội… và đây cũng là khoảng thời gian mà các trường đại học bắt đầu đổi mới phương pháp GD đồng thời tích hợp các công nghệ hiện đại vào GD như trí tuệ nhân tạo, học tập trực tuyến, lớp học đảo ngược… (European Commission, 2015; Roinioti et al., 2025). Trong các công trình trước năm 2015 GD STEAM được nhắc đến như là biến thể của GD STEM, việc tích hợp nghệ thuật vào các ngành khoa học, công nghệ, kĩ thuật còn nhiều hạn chế dẫn đến bỏ lỡ cơ hội thúc đẩy sáng tạo và chưa thể hiện rõ tính chất liên ngành trong GD STEAM. Ngoài ra, thời điểm hiện tại các nhà nghiên cứu vẫn đang tiếp tục công bố công trình khoa học trong năm 2025 nên tác giả chỉ sử dụng các bài báo đến năm 2024 để phân tích dữ liệu được khách quan.

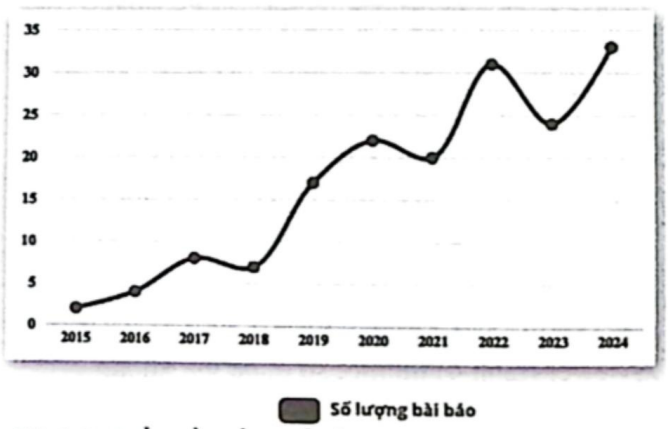
Vì vậy, phương pháp tổng quan hệ thống PRISMA (hình 1) được sử dụng để chọn và sàng lọc thông tin. Biểu đồ PRISMA được xây dựng 3 bước chính thể hiện qua hình 1 với bước đầu tiên khi bộ dữ liệu ban đầu (Indentification) được truy vấn thông qua câu lệnh: Search query: TITLE-ABS-KEY (“STEAM” AND “higher education” OR “University” OR “college”) AND (LANGUAGE , “English”)) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , “j”)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , “ar”)) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , “final”)) kết quả cho ra 1.379 dữ liệu.



Hình 1. Biểu đồ PRISMA

Các dữ liệu tiếp tục được xử lí theo phạm vi nghiên cứu (Screening), cụ thể tác giả lọc 1202 dữ liệu theo chủ đề, năm công bố (2015-2024). Cuối cùng, dữ liệu còn lại được đánh giá mức độ phù hợp (Eligibility) với chủ đề nghiên cứu thông qua tiêu đề, tóm tắt. Kết quả thu lại sau cùng với số lượng 168 để phân tích.

Bài báo này tiếp tục sử dụng phần mềm VOSviewer để trực quan hoá các hình ảnh khi đưa dữ liệu đã được chọn lọc vào từ đó có thể phân tích các mối liên hệ giữa các từ khoá, những tác giả nghiên cứu nhiều về STEAM. Kết quả thu được từ dữ liệu 168 dữ liệu về GD STEAM trong môi trường học tập đại học từ năm 2015 đến năm 2024, số lượng bài báo theo các năm được thống kê (hình 2) như sau: Trong giai đoạn từ 2015-2018: Số lượng bài báo khởi đầu chậm và tăng dần, phản ánh sự quan tâm ban đầu của các nước đến GD STEM/STEAM, chủ yếu ở các ngành khoa học, kĩ thuật và ứng dụng GD STEM vào trong GD phổ thông. Giai đoạn thứ 2 từ năm 2019-2022, số liệu tăng mạnh do ảnh hưởng của đại dịch COVID-19 từ đó thúc đẩy nghiên cứu về giảng dạy trực tuyến và công nghệ GD. Số lượng bài đạt đỉnh vào năm 2022 (31 bài), chiếm 18.5%. Giai đoạn gần nhất là từ năm 2023-2024, số liệu các bài báo và nghiên cứu giảm so với năm 2022 nhưng tăng trở lại vào năm 2024 với 33 bài báo. Nguyên nhân là do sự bão hòa khi các chủ đề liên quan đến GD STEAM như tích hợp GD STEAM vào giảng dạy, đổi mới phương pháp dạy học, đào tạo GV, đánh giá hiệu quả GD STEAM… đã được nghiên cứu nhiều dẫn đến tình trạng trùng lặp ý tưởng, bên cạnh đó việc chuyển ý tưởng lí thuyết sang vận dụng vào thực tiễn, ứng dụng vào thực hành là thách thức lớn khiến các



Hình 2. Biểu đồ thống kế số lượng bài báo theo năm

nhà khoa học phải tập trung nghiên cứu sâu hơn vào việc giải quyết các vấn đề thay vì chỉ đề xuất mô hình lí thuyết... Sau giai đoạn bão hoà và điều chỉnh hướng nghiên cứu thì các đề tài mới phù hợp với xu hướng kết hợp trong GD STEAM như AI, VR, AR, GD đa văn hóa, tích hợp liên ngành... đã phần nào giúp phát triển làn sóng nghiên cứu mới đồng nghĩa với gia tăng số lượng các bài báo, công trình nghiên cứu khoa học trong năm 2024.

2.2. Kết quả phân tích thư mục (Bibliometric analysis results)

(1) Nhóm tác giả nghiên cứu nhiều nhất về GD STEAM: Qua phân tích phần mềm VOSviewer và trích xuất từ cơ sở dữ liệu cho thấy mạng lưới đồng tác giả với 2 cụm ở hình 3. Cụm màu đỏ là cụm lớn hơn với 4 tác giả, tác giả trung tâm là Morales, marie paz e, người cũng có những kết nối với các tác giả ở cụm màu xanh lá. Các đường nối dài và dày từ các tác giả với nhau cho thấy sự hợp tác chặt chẽ và thường xuyên trong cụm đỏ. Cụm màu xanh lá cây cũng có liên kết nội bộ chặt chẽ khi các đường nối dày giữa các thành viên, cho thấy các thành viên thường xuyên nghiên cứu và công bố các công trình nghiên cứu khoa học cùng nhau.



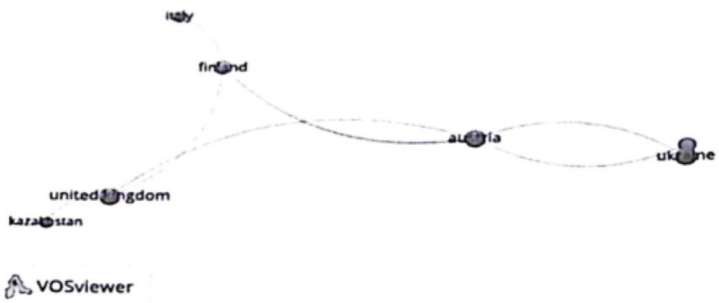
Hình 3. Mạng lưới hợp tác giữa các đồng tác giả dựa trên công trình khoa học

(2) Sự hợp tác giữa các quốc gia cùng nghiên cứu nhiều nhất về GD STEAM

Bảng 1. Bảng thống kê đồng tác giả ở các quốc gia từ phần mềm VOSviewer

Country/Quốc gia	Số lượng bài báo đã công bố	Số lượng được trích dẫn
United States (Mỹ)	40	521
Taiwan (Đài Loan)	17	304
Spain (Tây Ban Nha)	22	276
China (Trung Quốc)	21	140
United Kingdom (Anh)	6	109
Finland (Phần Lan)	5	103
South Korea (Hàn Quốc)	5	86
Russian Federation (Liên bang Nga)	5	75
Austria (Áo)	6	70
Philippines (Philippines)	5	40
Italy (Ý)	4	34
Ukaine (Ukaraina)	6	24
Kazakhstan (Kazakhstan)	4	5
Indonesia (Indonesia)	4	2

Ngoài ra, sử dụng phương pháp phân tích đồng tác giả để biểu diễn sự hợp tác nghiên cứu giữa các quốc gia trong lĩnh vực STEAM tại bậc học cao, số lượng công bố ít nhất là 4 bài báo ở mỗi quốc gia thì danh sách kết quả hiển thị ở bảng 1. VOSviewer tạo bản đồ mạng lưới đồng tác giả ở các quốc gia dựa trên số lượng hợp tác, kết nối đồng tác giả hoặc mức độ liên kết giữa các node quốc gia, tác giả trong mạng lưới. Vì vậy, khi xuất dữ liệu vào để phân tích trong VOSviewer (hình 4) thì một số quốc gia không hiển thị như "china, taiwan, philippines, indonesia" vì công trình nghiên cứu khoa học đến từ các quốc gia này chủ yếu nghiên cứu, đồng tác giả trong nước, ít bài báo hợp tác quốc tế và có liên kết với tác giả nước ngoài nên không hình thành mạng lưới đủ lớn và đã được lọc đi để bản đồ nhìn trực quan hơn. Hình ảnh hiển thị 3 cụm, cụm đỏ gồm nước Áo, Ukraina và Liên bang Nga cho thấy sự hợp tác chặt chẽ



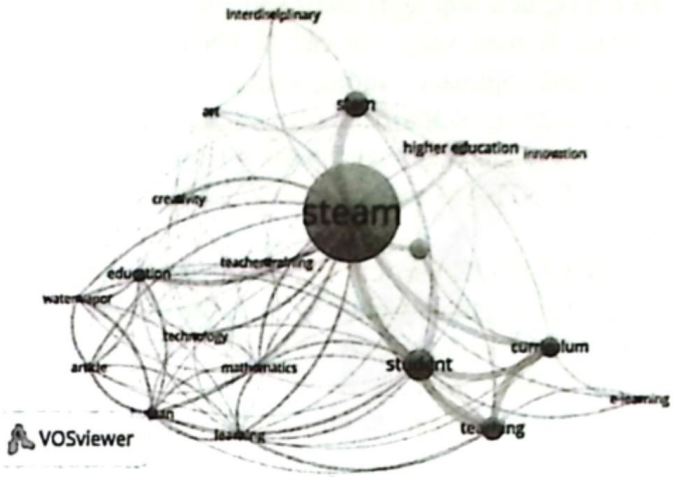
Hình 4. Hình ảnh thống kê đồng tác giả ở các quốc gia từ phần mềm VOSviewer

trong nghiên cứu. Cụm màu xanh dương với quốc gia Anh và Kazakhstan với nước Anh là trung tâm của cụm và là cầu nối của cụm màu xanh dương với các nước khác. Cụm 3 màu xanh lá cây gồm Phần Lan và Ý với Phần Lan là trung tâm. Phần Lan có đường nối chuyển dần màu sang Áo, Áo có các đường nối với màu sắc chuyển dần sang Anh và Phần Lan, việc đường nối chuyển màu sang các cụm màu khác thể hiện vai trò trung gian, thúc đẩy hợp tác kết nối nhóm nghiên cứu của các nước Áo và Phần Lan.

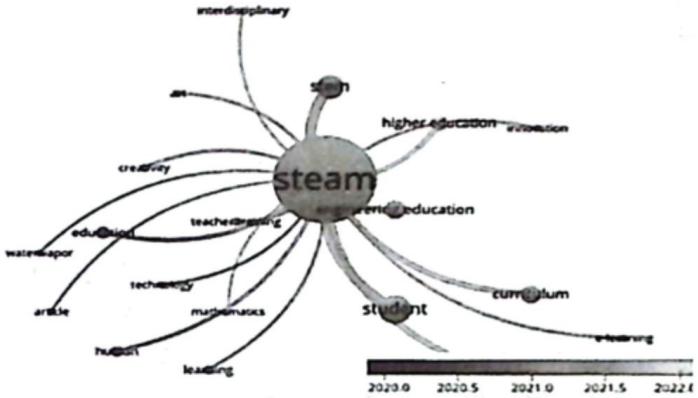
(3) Các từ khoá liên quan đến GD STEAM xuất hiện trong cơ sở dữ liệu

Trong nghiên cứu phân tích thư mục, phân tích từ khóa đóng vai trò quan trọng trong việc xác định xu hướng nghiên cứu, đánh giá mức độ ảnh hưởng của nghiên cứu, đề xuất hướng nghiên cứu mới. Với 168 nghiên cứu thì có 918 từ khoá xuất hiện sau khi đã được chuẩn hoá. Trong đó có 20 từ khoá xuất hiện nhiều nhất với 5 cụm chính trong chủ đề STEAM như hình 5, các từ khoá và cụm có liên kết với nhau thông qua các đường nối. Những đường nối có độ dày lớn thì mối liên hệ giữa 2 từ khoá càng mạnh, tần suất xuất hiện giữa 2 từ khoá cùng nhau càng nhiều.

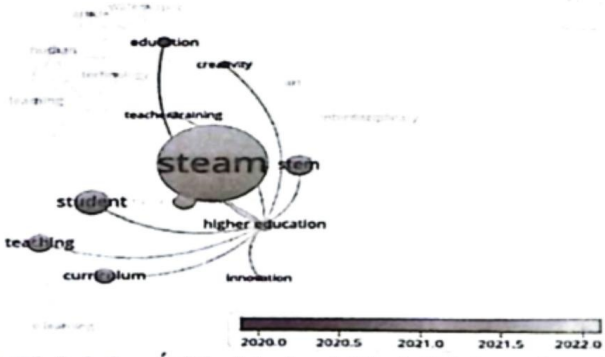
Theo xu hướng phát triển của từng từ khoá tại các bài báo nghiên cứu trong thời gian xuất bản, tác giả thấy các cụm màu xuất hiện như ở hình 5. Cụm 1 màu xanh lá cây với các từ khoá chính là "STEAM, stem, art, interdisciplinary", thể hiện sự nhấn mạnh tính liên ngành, tích hợp nghệ thuật vào GD STEM là nền tảng của GD STEAM. Cụm 2 màu đỏ với nhiều từ khoá có mối liên hệ khăng khít với nhau "creativity, education, article, human, technology…" thể hiện quá trình học tập và kiến thức nền tảng của GD STEAM. Cụm 3 màu vàng có 3 từ khoá là "higher education, innovation, engineering education", đây là cụm thông tin nhấn mạnh vào sự phát triển của GD STEAM tại bậc học cao trong bối cảnh xã hội hiện đại, sáng tạo, đổi mới. Cụm 4 màu xanh dương "student, curiculum, e-learning, teaching" có độ dầy các đường nối với từ khoá STEAM và với nhau dày nhất, chứng minh mật độ xuất hiện cùng nhau, sự liên kết chặt chẽ, vai trò quan trọng của từng từ khoá đối với GD STEAM.



Hình 5. Hình ảnh mối liên hệ giữa các từ khoá xuất hiện trong cơ sở dữ liệu



Hình 6. Hình ảnh mối liên hệ của từ khoá STEAM với các từ khoá khác



Hình 7. Hình ảnh mối liên hệ của từ khoá "higher education" với các từ khoá khác

Bên cạnh đó, khi phân tích kĩ hơn về năm xuất hiện các từ khoá ở hình 6 thì cụm 1, màu xanh dương với các từ khoá chính là "Technology, Article, Education, human, water vapor" trong khoảng thời gian đầu năm 2020 thì GD STEAM đang chủ yếu được nghiên cứu nền tảng, các yếu tố cơ bản của khoa học, công nghệ. Cụm 2, màu xanh lá cây chuyển màu từ năm 2021 sang đầu năm 2022 với từ khoá "Steam, mathematics, e-learning, teacher training, teaching, learning, curriculum, students, creativity, art, innovation", trong giai đoạn này thì các từ khoá liên quan đến GD STEAM là nhiều nhất. Điều này chứng minh các nghiên cứu về GD STEAM rất đa dạng. Qua hình ảnh có thể thấy vai trò của cả người

học và người dạy trong quá trình học tập đang được quan tâm và xu hướng tích hợp nghệ thuật vào chương trình dạy học. Cụm 3, màu vàng với các từ khoá "higher education, interdisciplinary" tượng trưng cho các từ khoá mới có xu hướng phát triển từ năm 2022 trở lại đây và bản đồ cho thấy giai đoạn này tập trung vào GD liên ngành trong GD STEAM và nâng cao GD STEAM ở bậc đại học.

Bên cạnh đó khi đi vào chi tiết từ khoá "higher education", tác giả nhận thấy chương trình đào tạo tiếp cận GD STEAM ở bậc đại học có các từ khoá liên quan xuất hiện như trong hình 7.



Hình 8. Hình ảnh mạng lưới các từ khoá do tác giả cung cấp

Phân tích từ khoá của các tác giả sử dụng nhiều nhất trong chủ đề STEAM, dữ liệu xuất ra bản đồ như hình 8 với từ khoá STEAM ở trung tâm mạng lưới, cốt lõi của nghiên cứu. STEM - STEAM - interdisciplinary có sự kết nối thể hiện mối quan hệ chặt chẽ của 3 từ khoá này. Và, sự kết nối của từ khoá "higher education" với những từ khoá khác cũng cho thấy vai trò quan trọng của GD STEM/STEAM ở bậc đại học.

Bảng 2 cho thấy lượng trích dẫn nhiều nhất đến từ 5 nguồn xuất bản, tạp chí khoa học. Trong đó có thể nhận thấy tạp chí Education Sciences là nguồn được trích dẫn nhiều nhất và cũng là tạp chí có nhiều công trình khoa học được công bố nhất. Điều này chứng tỏ Education Sciences là nguồn tham khảo quan trọng. Bên cạnh đó tạp chí International Journal of Emerging Technologies in Learning có mức trung bình cao nhất -100 lượt trích dẫn/5 bài báo - chứng minh tạp chí có chất lượng bài báo công bố cao và mức độ quan tâm của cộng đồng khoa học đối với tạp chí.

Bảng 2. Thống kê các tạp chí khoa học có số lượng trích dẫn nhiều

Tạp chí khoa học	Số lượng bài báo đã công bố	Số lượng được trích dẫn
Education Sciences	14	130
Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	7	57
Frontiers in Education	7	31
Frontiers in Psychology	6	50
International Journal of Emerging Technologies in Learning	5	100

Và những lượt trích dẫn này đến từ các tác giả, bài báo nghiên cứu chủ yếu từ Hoa Kỳ, Đài Loan và Trung Quốc (hình 9). Cụ thể hơn, thông qua mạng lưới trích dẫn khoa học giữa các quốc gia thì Hoa Kỳ có kích thước nút (node) lớn nhất và được biểu diễn với màu xanh dương, điều này thể hiện các nghiên cứu đến từ Hoa Kỳ có xu hướng được công bố từ giai đoạn đầu (2020-2021) và Hoa Kỳ là quốc gia đi đầu trong lĩnh vực nghiên cứu về GD STEAM. Các nút nhỏ hơn là Đài Loan và Trung Quốc nhưng có màu sắc vàng tượng trưng cho giai đoạn 2021-2022 nên điều đó thể hiện 2 quốc gia này có sự đóng góp lớn, sự phát triển mạnh mẽ và đang phản ánh xu hướng chuyển dịch nghiên cứu sang các quốc gia châu Á trong những năm gần đây.



Hình 9. Phân tích trích dẫn theo quốc gia

Bảng 3 thể hiện được tên các tác giả tuy số lượng bài ít nhưng lượt trích dẫn rất cao. Thể hiện các tác giả này có ảnh hưởng lớn trong lĩnh vực nghiên cứu, những công trình khoa học của họ là nguồn tham khảo chính và là những đối tác tiềm năng trong lĩnh vực nghiên cứu GD STEAM.

Bảng 3. Thống kê tác giả có lượng trích dẫn nhiều nhất

Tác giả	Số lượng bài báo đã công bố	Số lượng được trích dẫn
Avilla, Ruel A.	3	13
Boice, Katherine L.	3	58

Ferrer, Teresa	3	18
Jackson, Justina R.	3	58
Lavicza, Z Solt	3	40
Montes, Nicolas	4	18
Morales, Marie Paz E	5	40
Usselman, Marion	3	58
Ye, Jian- Hong	3	10

3. Kết luận

Mục tiêu của nghiên cứu là phân tích xu hướng, xem xét mối quan hệ giữa các vấn đề và xác định khoảng trống để đề xuất hướng đi dựa trên phân tích thư mục. Thông qua các dữ liệu chạy qua phần mềm VOSviewer, từ khoá phân tích đồng dữ liệu có những nhóm luôn xuất hiện: STEAM - STEM - interdisciplinary - education (thể hiện bản chất liên ngành của GD STEAM); learning - students - teaching - teacher training (sự tham gia của người học và người dạy); creativity - art - innovation - robotics (các yếu tố cần có trong GD STEAM); và higher education - engineering education (môi trường GD). Sự kết nối giữa các nhóm từ khóa phác họa bức tranh toàn cảnh về GD STEAM, đồng thời cho thấy sự quan tâm đến việc kết hợp lí thuyết với thực hành để phát triển năng lực của người học. Các nghiên cứu ngày càng tập trung vào thiết kế kĩ thuật tích thẩm mĩ để thúc đẩy học tập, đáp ứng nhu cầu của thị trường tương lai. Tuy nhiên, khi tìm hiểu kĩ hơn về GD STEAM sẽ có 2 khái niệm thường xuyên xuất hiện trong nội dung các bài báo khoa học là tiếp cận STEAM (STEAM approaches) và phương pháp STEAM (STEAM methodology) nhưng chưa được các nhà khoa học đưa vào từ khoá của công trình nghiên cứu: - Tiếp cận STEAM cung cấp khung lí thuyết, triết lí, tầm nhìn GD, bao quát toàn bộ chương trình GD STEAM để kết hợp việc học kĩ thuật với sự sáng tạo. Từ đó phát triển các kĩ năng của người học, đáp ứng nhu cầu của xã hội trong thế ki XXI; - Phương pháp STEAM được đề cấp đến cụ thể hơn bao gồm là phương tiện, kĩ thuật cụ thể sử dụng vào từng bài học, dự án, chương trình giảng dạy. Phương pháp STEAM cung cấp cho người dạy các quy trình thiết kế bài học, chiến lược đánh giá… để triển khai giảng dạy liên ngành. Vì vậy, cần làm rõ thêm 2 khái niệm này, tầm quan trọng của chúng trong GD STEAM để nghiên cứu và đưa ra các mô hình thiết kế kĩ thuật phù hợp với thực tiễn học tập liên ngành ở bậc học cao.

Về mặt địa lí, Hoa Kỳ tuy có sự phát triển về GD STEM/STEAM từ sớm nhưng tính đến hiện tại các nước châu Á đang có những nghiên cứu mạnh mẽ và ứng dụng nhiều hơn đặc biệt tại Trung Quốc và Đài Loan. Tại Việt Nam, các nghiên cứu chưa thấy xuất hiện nhiều trong cơ sở dữ liệu của Scopus về chủ đề STEAM, ngoài ra GD STEAM tại Việt Nam chưa thực sự phát triển vì gặp phải các rào cản như trình độ người dạy, cơ sở vật chất… và chủ yếu tập trung ở cấp học K6, K12.

Tài liệu tham khảo

Canito Jr., J. C., & Morales, M. P. E. (2019). The Pedagogical Model of Philippine STEAM Education: Drawing Implications for the Reengineering of Philippine STEAM Learning Ecosystem. *Universal Journal of Educational Research*, *7*(12), 2662-2669. https://doi.org/10.13189/ujer.2019.071213

Bradmus, O. T., & Omosewo, E. O. (2020). Evolution of STEM, STEAM and STREAM Education in Africa: The Implication of the Knowledge Gap. *International Journal on Research in STEM Education*, *2*(2), 99-106.

Colucci-Gray, L., Burnard, P., Cooke, C., Davies, R., Gray, D., & Trowsdale, J. (2017). *Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st century learning: How can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic and inclusive form of education?* [Report]. British Educational Research Association. https://wrap.warwick.ac.uk/id/eprint/102185/

European Commission (Ed.). (2015). *Science education for responsible citizenship: Report to the European Commission of the expert group on science education*. Publications Office. https://doi.org/10.2777/13004

Hong Chuyen, N. T., & Vinh, N. T. (2023). An Empirical Analysis of Predictors of AI-Powered Design Tool Adoption. *TEM Journal*, 1482-1489. https://doi.org/10.18421/TEM123-28

Mezinska, S., Abolina, A., & Lubkina, V. (2024). Design-driven innovation in STEM disciplines in higher education: The role and impact of transversal competences. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *10*(4), 100429. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100429

Roinioti, E., Cherouvis, S., Filipowicz, S., Addis, A., Chappell, K., & Karpouzis, K. (2025). A Scoping Review of STEAM Policies in Europe. *Education Sciences*, *15*(6), 779. https://doi.org/10.3390/educsci15060779