

TIẾP CẬN GIÁO DỤC STEM TRONG BỐI CẢNH ĐỔI MỚI GIÁO DỤC MẦM NON: TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VÀ BÀI HỌC CHO VIỆT NAM

TS. Lê Thị Luận

Phó Giám đốc Trung tâm Nghiên cứu Trẻ em và Phát triển con người
Viện Khoa học Giáo dục Việt Nam

Tóm tắt: Trong bối cảnh đổi mới căn bản, toàn diện giáo dục Việt Nam, việc tiếp cận giáo dục STEM (Khoa học, Công nghệ, Kỹ thuật và Toán học) vào giáo dục mầm non đang trở thành xu thế tất yếu trên toàn cầu nhằm phát triển toàn diện năng lực và phẩm chất cho trẻ mầm non. Bài viết tổng quan các nghiên cứu lý luận, thực tiễn trong và ngoài nước về STEM/STEAM trong giáo dục mầm non, từ đó phân tích các đặc điểm, xu hướng, hiệu quả cũng như những cách thức triển khai. Từ đó làm cơ sở để đề xuất định hướng và bài học vận dụng phù hợp với điều kiện thực tiễn tại Việt Nam.

Từ khóa: Giáo dục STEM, giáo dục mầm non, đổi mới giáo dục mầm non, trẻ mầm non.

APPROACHING STEM EDUCATION IN THE CONTEXT OF EARLY CHILDHOOD EDUCATION REFORM: A RESEARCH OVERVIEW AND LESSONS FOR VIETNAM

Dr. Le Thi Luan

Deputy Director, Center for Child and Human Development Research
Vietnam Institute of Educational Sciences

Abstract: In the context of Vietnam's fundamental and comprehensive educational reform, the integration of STEM education (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) into early childhood education has become an inevitable global trend to foster the holistic development of young children's competencies and qualities. This paper provides an overview of theoretical and practical studies on STEM/STEAM in early childhood education, both domestically and internationally, analyzing its key characteristics, trends, effectiveness, and implementation strategies. Based on these findings, the article proposes orientations and lessons for adapting and applying STEM education in alignment with Vietnam's practical conditions.

Keywords: STEM education, early childhood education, innovation in early childhood education, preschool children.

Nhận bài: 23/07/2025

Phản biện: 23/08/2025

Duyệt đăng: 28/08/2025

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0 và sự phát triển mạnh mẽ của khoa học – công nghệ, giáo dục mầm non cần hướng đến việc hình thành các kỹ năng tư duy phản biện, giải quyết vấn đề, sáng tạo, hợp tác và làm việc nhóm nhằm phát triển năng lực toàn diện cho trẻ (NAEYC, 2017). Tiếp cận giáo dục STEM từ sớm giúp trẻ phát triển tư duy linh hoạt, học qua trải nghiệm và gắn kết kiến thức với thực tiễn (Kim & Park, 2018). Đây được xem là hướng đi mới mẻ, hiệu quả trong đổi mới giáo dục mầm non (Yakman, 2008), tạo cơ hội cho trẻ được trải nghiệm, khám phá, học mà chơi, chơi mà học. Giáo dục STEM chú trọng lấy trẻ làm trung tâm, phát triển trí tưởng tượng, kỹ năng quan sát, giao tiếp, hợp tác và sự tự tin. Tại Việt Nam, STEM trong giáo dục mầm non mới ở giai đoạn thử nghiệm, còn hạn chế về nhận thức, chương trình và đội ngũ (Trần Thị Tuyết, 2019). Do đó, việc tổng hợp nghiên cứu lý luận và thực tiễn để xây dựng cơ sở khoa học cho triển khai STEM là cần thiết.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Bài viết sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:

- Tổng quan tài liệu: Phương pháp tổng quan tài liệu: thu thập, phân tích các tài liệu nghiên cứu khoa học trong và ngoài nước từ năm 2010 đến nay liên quan đến giáo dục STEM/ trong mầm non, bao gồm sách chuyên khảo, bài báo khoa học, báo cáo hội thảo và văn bản chính sách.
- Phân tích – tổng hợp: hệ thống hóa nội dung, phương pháp triển khai, kết quả và bài học kinh nghiệm từ các nghiên cứu.
- So sánh: đối chiếu giữa các mô hình giáo dục STEM/STEAM quốc tế và tình hình tại Việt Nam nhằm xác định điểm tương đồng, khác biệt và khả năng ứng dụng.
- Định hướng đề xuất: Trên cơ sở lý luận và thực tiễn, rút ra bài học và đề xuất khả năng vận dụng.

2.3. Kết quả nghiên cứu tổng quan về giáo dục STEM trong giáo dục mầm non

2.2.1. Cơ sở khoa học của giáo dục STEM trong giáo dục mầm non

2.2.1.1. Khái niệm giáo dục STEM

STEM là cụm từ viết tắt các chữ cái đầu của các từ trong tiếng Anh: Science - Khoa học, Technology - Công nghệ, Engineering - Kỹ thuật, Mathematics - Toán học. Giáo dục STEM là một mô hình giáo dục ra đời vào những năm 90 của thế kỉ XX [Sanders, M. & Wells, J., (2005, September 15), Giáo dục STEM là một cách tiếp cận giáo dục tích hợp các môn học trên, tập trung vào việc phát triển tư duy phản biện, khả năng giải quyết vấn đề, sáng tạo và kỹ năng làm việc nhóm thông qua các hoạt động học tập thực tiễn và dựa trên dự án.

Theo Bộ Giáo dục và Đào tạo Việt Nam (2017), giáo dục STEM là “một cách tiếp cận liên môn nhằm giúp học sinh phát triển năng lực và vận dụng kiến thức, kỹ năng của các lĩnh vực khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học vào giải quyết các vấn đề của thực tiễn.”

2.2.1.2. Giáo dục STEM trong giáo dục mầm non

Ở bậc học mầm non, giáo dục STEM được thực hiện thông qua các hoạt động khám phá, trải nghiệm và chơi mà học, phù hợp với đặc điểm phát triển của trẻ. Trẻ được khuyến khích quan sát, đặt câu hỏi, thử nghiệm, và suy luận thông qua các hoạt động gần gũi như: chơi với nước, đất, vật liệu tự nhiên, xây dựng mô hình, thử nghiệm với nam châm, trọng lực, trồng cây, v.v.

Mục tiêu của STEM trong giáo dục mầm non là:

Khơi dậy sự tò mò tự nhiên và niềm yêu thích khám phá khoa học.

Phát triển kỹ năng quan sát, đặt câu hỏi, hợp tác và giải quyết vấn đề.

Tạo nền tảng cho tư duy logic và phản biện trong tương lai.

Theo Nguyễn Thị Phương Hoa (2020), giáo dục STEM trong mầm non cần được lồng ghép một cách tự nhiên trong các hoạt động chơi, giúp trẻ khám phá môi trường xung quanh một cách tích cực, chủ động.

Các thành tố của giáo dục STEM cho trẻ mầm non

a) Khoa học: Một trong những đặc trưng của việc khám phá khoa học chính là tổ chức cho trẻ các thí nghiệm khoa học, từ đó rút ra các kết luận về đặc điểm, tính chất, bản chất của sự vật, hiện tượng xung quanh trẻ.

b) Công nghệ: là các công nghệ tiên tiến với phương thức hiện đại như robot, máy tính, ipad... để hỗ trợ hoạt động như công nghệ thông tin truyền thông, công nghệ hình ảnh. Trong giáo dục steam, trẻ mầm non sử dụng các sản phẩm,

thiết bị công nghệ trong quá trình khám phá khoa học, chế tạo sản phẩm, sáng tạo nghệ thuật và xuyên suốt quá trình tổ chức hoạt động dự án nhằm thu thập thông tin, giải quyết vấn đề và trình bày kết quả.

c) Kỹ thuật: Thông qua quy trình kỹ thuật, trẻ không chỉ cho thấy sự lĩnh hội tri thức khoa học mà còn vận dụng chúng để tạo ra sản phẩm. Có thể hiểu đó là cách làm, cách giải quyết vấn đề, chế tạo sản phẩm hoặc sử dụng các loại vật liệu tạo ra sản phẩm phù hợp.

d) Toán học: Trong giáo dục STEM, toán học là công cụ hỗ trợ trẻ khám phá đối tượng, tiến hành thí nghiệm, giúp cho quá trình vẽ thiết kế, chế tạo, hoàn thiện sản phẩm chính xác, cân đối, kiểm tra kết quả và quản lý thời gian qua các con số, các thao tác đếm, đo lường về độ dài, thể tích, dung tích, thời gian... sắp xếp, phân loại, phân biệt lớn hơn, nhỏ hơn, thêm bớt để định lượng cho bằng nhau, phân tích dữ liệu và sử dụng các hình hình học để lắp ghép, xếp hình.

Hiện nay các xu hướng GDMN sử dụng kết hợp STEM + Art (Nghệ thuật) d) Nghệ thuật: Nghệ thuật trong một dự án STEAM là việc trang trí, trình bày sản phẩm theo cách riêng của mình, đồng thời thiết kế sản phẩm có sử dụng các hình khối, đường nét, kiểu mẫu đa dạng, phong phú. Trong hoạt động STEAM nghệ thuật chính là các yếu tố: cách sử dụng các hình hình học, các định dạng, cách sử dụng màu sắc, sự tương phản trong không gian, nghệ thuật sắp đặt...

Đặc trưng của hoạt động giáo dục STEM cho trẻ mầm non là tính tích hợp, tính thực tiễn, tính trải nghiệm – thực hành và tính tích cực. Trong thực hiện chương trình GDMN thì hoạt động GD chiếm ưu thế trong ứng dụng GD STEM là: hoạt động khám phá khoa học, lấy GD khoa học là trọng tâm và linh hoạt, lồng ghép quy trình thiết kế kỹ thuật, sử dụng công nghệ, toán học, nghệ thuật cho phù hợp với mục tiêu, nội dung, phương pháp GD cũng như nhận thức hứng thú của trẻ ở từng độ tuổi và hoạt động tạo hình, lấy GD kỹ thuật (thiết kế, chế tạo) làm cốt lõi và lồng ghép linh hoạt yếu tố khoa học, toán học, công nghệ, nghệ thuật để hỗ trợ cho phù hợp, đạt được mục tiêu GD đặt ra một cách hiệu quả.

2.2.2. Tổng quan các nghiên cứu về giáo dục STEM trên thế giới và Việt Nam

Giáo dục STEM trong giáo dục mầm non (GDMN) được nhìn nhận như một phương pháp

tích hợp liên ngành, gắn liền với trải nghiệm thực tiễn và khám phá sáng tạo. Marianne Knaus (2023) khẳng định STEM không dạy các môn riêng lẻ mà tích hợp trong hoạt động đời sống gần gũi, giúp trẻ hình thành thói quen tư duy khoa học: tò mò, đặt câu hỏi, suy luận, thử nghiệm và giải thích. Thông qua đó, trẻ phát triển kỹ năng điều hành nhận thức như trí nhớ làm việc, linh hoạt tư duy, kiểm chế và kiên trì. Giáo dục STEM không chỉ diễn ra trong lớp học mà còn mở rộng sang thiên nhiên, gia đình và cộng đồng, nhằm tạo cơ hội học tập gắn với cuộc sống thật. Vai trò của giáo viên được nhấn mạnh là người hỗ trợ, đặt câu hỏi mở và khuyến khích trẻ tự học thay vì giảng dạy áp đặt (McClure, 2017).

Nhiều nghiên cứu thực nghiệm đã chứng minh tác động tích cực của STEM đối với trẻ mầm non. Üret & Ceylan (2021) cho thấy sau 8 tuần hoạt động STEM, trẻ mẫu giáo 5 tuổi có sự cải thiện rõ rệt về năng lực sáng tạo so với nhóm đối chứng. Tương tự, Yalçın & Erden (2021) khẳng định các hoạt động STEM dựa trên Design Thinking giúp nâng cao kỹ năng sáng tạo, giải quyết vấn đề và năng lực xã hội – cảm xúc. Ở Hàn Quốc, Sung, Lee & Chun (2023) chứng minh chương trình STEAM tích hợp robot KIBO không chỉ nâng cao năng lực nhận thức và ngôn ngữ, mà còn thúc đẩy tự điều tiết hành vi và phát triển xã hội, với sự khác biệt theo giới tính.

Một phân tích hệ thống của Ha et al. (2023) trên 19 nghiên cứu đã chỉ ra 7 loại hình hoạt động STEM hiệu quả, từ robot giáo dục, trò chơi, học tập dự án, tranh luận đến nhập vai kỹ sư/nhà khoa học. Nghiên cứu này cũng nhấn mạnh tầm quan trọng của việc khuyến khích bé gái và trẻ khuyết tật tham gia STEM. Yalçın & Öztürk (2022) bổ sung rằng STEM giúp cải thiện kỹ năng thế kỷ 21 như ICT, hợp tác, sáng tạo và khả năng sống – làm việc.

Ở góc độ bền vững, Campbell & Speldewinde (2022) cho thấy STEM có thể gắn với giáo dục vì môi trường (ESD), thông qua học qua chơi và mô hình toàn trường. Trẻ không chỉ phát triển tư duy khoa học mà còn hình thành ý thức hành động bảo vệ môi trường. Đồng thời, Yüceliyigit & Toker (2021) nhấn mạnh tầm quan trọng của thiết kế chương trình, vai trò giáo viên và môi trường học tập trong nâng cao hiệu quả giáo dục STEM.

Tổng hợp các nghiên cứu, có thể thấy giáo dục STEM trong mầm non mang lại tác động toàn diện: phát triển tư duy sáng tạo, giải quyết vấn

đề, năng lực ngôn ngữ, xã hội – cảm xúc, đồng thời nuôi dưỡng thái độ học tập tích cực và ý thức bền vững. Đặc biệt, các chương trình STEM hiệu quả thường được thiết kế gắn với trải nghiệm thực tiễn, có tính liên ngành, tích hợp công nghệ, và khuyến khích trẻ hợp tác, nhập vai. Những kết quả này củng cố cơ sở lý luận và thực tiễn, tạo nền tảng cho việc phát triển và nhân rộng các mô hình STEM trong giáo dục mầm non, đáp ứng yêu cầu đổi mới và chuẩn bị cho trẻ những kỹ năng thiết yếu trong xã hội hiện đại.

2.3. Kinh nghiệm của một số quốc gia trên thế giới đã triển khai giáo dục STEM vào trong CTGDMN

Giáo dục STEM trong mầm non đang trở thành xu thế toàn cầu nhằm hình thành năng lực tư duy và kỹ năng thế kỷ 21 ngay từ giai đoạn đầu đời. Kinh nghiệm quốc tế cho thấy các quốc gia đã có những cách tiếp cận khác nhau nhưng cùng chung định hướng gắn kết STEM với chơi, trải nghiệm và khám phá thực tiễn.

Hàn Quốc triển khai chương trình Nuri từ năm 2013 cho trẻ 3–5 tuổi, nhấn mạnh học qua chơi và phát triển chủ đề hằng ngày, nhưng chưa tích hợp rõ rệt yếu tố công nghệ (T) và kỹ thuật (E). Bước chuyển quan trọng từ năm 2025 là đưa toàn bộ hệ thống giáo dục và chăm sóc mầm non về Bộ Giáo dục quản lý, nhằm nâng cao chất lượng toàn diện. Đặc biệt, Hàn Quốc đã thử nghiệm thành công chương trình STEAM tích hợp robot cho trẻ 5–6 tuổi, cho thấy hiệu quả rõ rệt trong phát triển tư duy tính toán, năng lực ngôn ngữ, tự điều chỉnh và hành vi xã hội so với nhóm đối chứng.

Mỹ có chương trình Head Start mang tính liên bang, nhấn mạnh phát triển toàn diện, trong đó bao gồm các kỹ năng nhận thức – nền tảng cho STEM. Các tiêu chuẩn chất lượng cập nhật 2016 và khuyến nghị từ Education Commission of the States (2019) khẳng định STEM cần bắt đầu từ preschool đến lớp 3. Hiệp hội NAEYC cũng nhấn mạnh kỹ năng toán sớm là yếu tố dự báo thành công học tập mạnh mẽ hơn cả đọc viết, từ đó đặt STEM thành ưu tiên bắt buộc trong giáo dục mầm non.

Singapore không có chương trình STEM riêng biệt nhưng khung NEL (2003, cập nhật 2022) đã tích hợp nội dung STEM qua lĩnh vực “Discovery of the World” và nguyên tắc iTeach. Các cơ sở mầm non tiên phong như Methodist Preschool, My First Skool, Our Children’s House, Kinderland

đã triển khai nhiều chương trình STEM sáng tạo như LEGO, coding robot, AI đọc sách, robotics, STREAM... Đồng thời, đào tạo giáo viên được chú trọng qua chương trình của NTU (INS0042) và workshop tại KidsSTOP™, giúp giáo viên tích hợp STEM hiệu quả vào lớp học.

Phần Lan áp dụng phương pháp phenomenon-based learning, khởi nguồn từ hiện tượng thực tế, giúp trẻ tư duy phản biện, sáng tạo và làm việc theo dự án. Mạng lưới LUMA Centre và các sáng kiến như Arkki, Kide Science hỗ trợ giáo viên triển khai hoạt động STEAM dựa trên thiết kế, nghệ thuật và chơi sáng tạo. Điều này giúp trẻ phát triển ý thức bền vững và khả năng hành động vì môi trường ngay từ nhỏ.

Úc xem STEM là trọng tâm chiến lược quốc gia, trong đó có bậc mầm non. Các chương trình nổi bật gồm: ELSA (Early Learning STEM Australia) sử dụng ứng dụng số để phát triển tư duy khoa học và toán học; Let's Count hỗ trợ năng lực toán cho trẻ 3–5 tuổi gắn với gia đình; Little Scientists đào tạo giáo viên tổ chức hoạt động khám phá STEM qua chơi. Khung chương trình giáo dục mầm non quốc gia phiên bản 2023 cũng khuyến khích tạo môi trường phong phú, nơi trẻ tham gia khám phá và thử nghiệm. Tuy nhiên, báo cáo chỉ ra tỷ lệ sáng kiến STEM cho mầm non vẫn còn thấp (1,5% giai đoạn 2016–2026).

Việt Nam đã có nỗ lực tích hợp STEM trong chương trình mầm non quốc gia nhưng thực tiễn còn hạn chế. Khảo sát trên 1.278 giáo viên cho thấy nhận thức và năng lực còn yếu, đặc biệt ở vùng nông thôn chỉ 8% biết về STEM. Các khó khăn chủ yếu là thiếu nguồn lực, áp dụng phương pháp truyền thống và sự thiếu bền vững trong triển khai.

2.4. Bài học về GD STEM trong giáo dục mầm non Việt Nam

Việc triển khai giáo dục STEM trong giáo dục mầm non tại Việt Nam đã mang lại nhiều bài học kinh nghiệm quý báu. Trước hết, cần nhận thức rằng STEM không phải chỉ là các hoạt động liên quan công nghệ cao, mà có thể được tích hợp linh hoạt vào các trò chơi, hoạt động trải nghiệm, khám phá phù hợp với đặc điểm phát triển của trẻ mầm non. Một bài học quan trọng cho Việt Nam về triển khai GD STEM là:

2.4.1. Nâng cao năng lực giáo viên

Tăng cường đào tạo theo hướng đào tạo chuyên sâu STEM và 5E model, giúp giáo viên có tư duy

thiết kế bài dạy, tổ chức khám phá và đánh giá phù hợp

Thiết lập chương trình hỗ trợ dài hạn (như “EarlySTEM”) với tài nguyên, hướng dẫn và cộng đồng thực hành cho giáo viên.

2.4.2. Đổi mới phương pháp dạy và học

Khuyến khích sử dụng học theo dự án, theo chủ đề khám phá (project based learning), và chơi khám phá – dựa trên inquiry based

Đa dạng hóa các hoạt động STEM: trò chơi, robot, xây dựng, đóng vai, kể chuyện... cho phù hợp với lứa tuổi mầm non

2.4.3. Chính sách và tài nguyên hỗ trợ

Bộ GDĐT cần ban hành hướng dẫn quốc gia áp dụng STEMMầm non, gồm mục tiêu năng lực, mô hình bài học mẫu, tài liệu hướng dẫn cho giáo viên trong phạm vi toàn quốc.

Cần đầu tư cơ sở vật chất, nhất là tại vùng nông thôn và vùng khó khăn, để giáo viên có điều kiện tổ chức hoạt động STEM.

2.4.4. Nghiên cứu và đánh giá bền vững

Tăng cường nghiên cứu theo dõi dài hạn hiệu quả các can thiệp, bao gồm năng lực giáo viên, nhận thức của giáo viên, thái độ, tính bền vững trong triển khai – dựa trên các cuộc khảo sát quy mô lớn

III. KẾT LUẬN

Giáo dục STEM ở bậc mầm non có nhiều tiềm năng phát triển ở Việt Nam, dựa trên các mô hình quốc tế và khung chương trình nội tại. Việc triển khai giáo dục STEM trong giáo dục mầm non tại Việt Nam, trước hết, cần nhận thức rằng STEM không phải chỉ là các hoạt động liên quan công nghệ cao, mà cần được tích hợp linh hoạt vào các hoạt động chơi, hoạt động thực hành, trải nghiệm, khám phá phù hợp với đặc điểm phát triển của trẻ mầm non. Một bài học quan trọng là cần bồi dưỡng năng lực cho giáo viên – cả về kiến thức STEM cơ bản, lẫn kỹ năng tổ chức hoạt động theo hướng tích hợp và lấy trẻ làm trung tâm. Bên cạnh đó, sự thiếu hụt về cơ sở vật chất, tài liệu hướng dẫn và nguồn học liệu phù hợp cho lứa tuổi mầm non cũng là rào cản lớn. Vì vậy, một bài học then chốt là phải xây dựng hệ thống nguồn lực hỗ trợ đồng bộ: từ chính sách, chương trình, tài liệu đến thiết bị. Cuối cùng, để giáo dục STEM triển khai hiệu quả và bền vững, cần có sự phối hợp giữa nhà trường, gia đình và cộng đồng, nhằm tạo điều kiện cho trẻ được tiếp cận các hoạt động STEM một cách tự nhiên, hứng thú và liên tục.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Giáo dục và Đào tạo. (2017). *Hướng dẫn tổ chức hoạt động giáo dục STEM trong trường trung học*. Hà Nội: Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.
- Campbell, C., & Speldewinde, C. (2022). *Early Childhood STEM Education for Sustainable Development*. Sustainability, 14(6), 3524. <https://doi.org/10.3390/su14063524>.
- Ha, V. T., Hai, B. M., Mai, D. T. T., & Hanh, N. V. (2023). *Preschool STEM Activities and Associated Outcomes: A Scoping Review*. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 13(8), pp. 100–116. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i8.42177>
- Nguyễn Thị Phương Hoa. (2020). Tổ chức hoạt động giáo dục STEM cho trẻ mầm non trong các trường mầm non. *Tạp chí Giáo dục*, (489), 36-39.
- Marianne Knaus (2023) *Growing minds – the importance of STEM in early childhood in the* https://education.nsw.gov.au/early-childhood-education/leadership/news/growing-minds-the-importance-of-stem-in-early-childhood/?utm_source=chatgpt.com
- Sanders, M. & Wells, J., (2005, September 15), *STEM graduate education / research collaborator*; Paper presented to the Virginia Tech faculty, Virginia Tech. 1]
- Dinh, L. T. (2021). *Difficulties in implementing STEAM education model at the Northern mountainous preschool in Vietnam*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1835(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012020>
- Elisabeth McClure (2017), *More Than a Foundation: Young Children Are Capable STEM Learners*, Young Children của NAEYC.
- “Manh-Tuan Nguyen , Nguyen Thi-Thanh Tuyen , Tien-Trung Nguyen, (2025)), *Influences on preschool teachers' willingness to persist in implementing stem/steam activities: an investigation in VietNam*, University of Education (Vietnam) & Vietnam Journal of Education (Vietnam),
- Ministry of Education Singapore. (2022). *Nurturing Early Learners (NEL) Framework for Preschool Education*. Retrieved from <https://www.nel.moe.edu.sg/nurturing-early-learners>
- Early Childhood Development Agency. (n.d.). *Supporting Early Childhood STEM Education at Science Centre Singapore*. Retrieved from <https://www.ecda.gov.sg/visit-us/kidsstop/for-schools/professional-development-for-preschool-teachers>; Bull, R., Chay, P., Howard, S. J., & Chee, S. (2020). *Early childhood education policy in Singapore: A focus on nurturing holistic development*. *International Journal of Child Care and Education Policy*, 14(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40723-020-00072-6> .sg/growatbeantalk/article/science-centre-singapore
- National Institute of Education. (n.d.). *INS0042 – Teaching STEM to Preschool Children*. Nanyang Technological University. <https://www.ntu.edu.sg/nie/programmes/continuing-education-training/ins0042-teaching-stem-to-preschool-children>
- Aytül Üret & Remziye Ceylan, (2021), *Exploring the effectiveness of STEM education on the creativity of 5 year old kindergarten children”*, *European Early Childhood Education Research Journal*, Vol. 29 No. 6.
- Jihyun Sung, Ji Young Lee, Hui Young Chun, (2023), *Short-term effects of a classroom-based STEAM program using robotic kits on children in South Korea*, *International Journal of STEM Education*, Vol. 10
- Yalçın, V., & Erden, Ş. (2021). *The Effect of STEM Activities Prepared According to the Design Thinking Model on Preschool Children's Creativity and Problem-Solving Skills*. *Thinking Skills and Creativity*, 41, Article 100864. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100864>
- Yücelyiğit, C., & Toker, N. (2021). *A meta-analysis on STEM studies in early childhood education*. *Turkish Journal of Education*, 10(3), 345-367. <https://doi.org/10.3390/turje.2021.10.345>
- Lee, Y. S. (2014). *The direction of STEAM Education in Nuri-Curriculum*. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 34(1), 327–341. <https://doi.org/10.18023/kjece.2014.34.1.014>.
- Sung, J., Lee, J. Y., & Chun, H. Y. (2023). *Short-term effects of a classroom-based STEAM program using robotic kits on children in South Korea*. *International Journal of STEM Education*, 10, Article 26. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00417-8>
- Yalçın, V., & Öztürk, O. (2022). *Examination of the effects of design-oriented STEM activities on the 21st century skills of pre-school children aged 3-4*. *Southeast Asia Early Childhood Journal*, 11(2), 1–20. <https://doi.org/10.37134/saecej.vol11.2.1.2022>
- Juntunen, M., & Aksela, M. (2022). *Perspectives on the Finnish Early Years STEAM Education: Reflecting on the Avant-Garde*. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 10(1), 92–114. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.10.1.1620>
- Sahlberg, P. (2015). *Finnish Lessons 2.0: What Can the World Learn from Educational Change in Finland?* New York, NY: Teachers College Press.
- Arkki. (2020). *Arkki School of Creativity Education – Teaching creativity through architecture and design*. Retrieved from <https://www.arkki.com>
- Kide Science. (2021). *Early Science Education Through Playful Inquiry*. Retrieved from <https://www.kidescience.com>