

FOSTERING THE COMPETENCE OF DESIGNING STEM-S LESSONS (STEM INTEGRATED WITH SOCIAL ISSUES) FOR PRE-SERVICE PRIMARY SCHOOL TEACHERS

Do Huong Tra¹, Le Thi Binh^{2*}, Tran Quang Hieu²

¹Hanoi National University of Education, ²TNU - University of Education

| ARTICLE INFO | | ABSTRACT |
|------------------------------|-----------|--|
| Received: | 05/6/2025 | This paper investigates methods for fostering STEM-S lesson design competence for pre-service primary school teachers, aiming to enhance their ability to integrate STEM knowledge and address socially meaningful, real-world issues. The research methodology involves a systematic review of the literature, incorporating both national and international studies on STEM education, participatory science, and teacher training. The findings reveal five key components of STEM-S lesson design competence: identifying and analyzing social issues, integrating STEM knowledge, applying engineering design thinking, utilizing active pedagogical strategies, and engaging in assessment and reflection. Based on these findings, the paper proposes a training framework grounded in experiential learning and the application of participatory science. The study affirms that fostering this competence is essential for improving the quality of primary teacher education and contributing to the development of sustainable education systems. |
| Revised: | 22/7/2025 | |
| Published: | 28/7/2025 | |
| KEYWORDS | | |
| STEM-S | | |
| Pre-service primary teachers | | |
| Lesson design competence | | |
| Participatory science | | |
| Teacher training | | |

BỒI DƯỠNG NĂNG LỰC THIẾT KẾ BÀI HỌC STEM-S (STEM GẮN VỚI CÁC VẤN ĐỀ XÃ HỘI) CHO SINH VIÊN SỰ PHẠM TIỂU HỌC

Đỗ Hương Trà¹, Lê Thị Bình^{2*}, Trần Quang Hiệu²

¹Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, ²Trường Đại học Sư phạm – ĐH Thái Nguyên

| THÔNG TIN BÀI BÁO | | TÓM TẮT |
|----------------------------|-----------|---|
| Ngày nhận bài: | 05/6/2025 | Bài báo nghiên cứu biện pháp bồi dưỡng năng lực thiết kế bài học STEM-S (STEM gắn với các vấn đề xã hội) cho sinh viên sư phạm tiểu học nhằm nâng cao khả năng tích hợp kiến thức STEM và giải quyết các vấn đề xã hội thực tiễn. Phương pháp nghiên cứu là tổng quan tài liệu chọn lọc có hệ thống từ các công trình trong và ngoài nước về giáo dục STEM, về khoa học có sự tham gia và về vấn đề đào tạo giáo viên. Kết quả cho thấy năng lực thiết kế bài học STEM-S gồm năm thành tố: nhận diện vấn đề xã hội, tích hợp kiến thức STEM, tư duy thiết kế kỹ thuật, vận dụng phương pháp sư phạm tích cực và đánh giá suy ngẫm. Từ đó, bài báo đề xuất quy trình bồi dưỡng dựa trên trải nghiệm thực tiễn và ứng dụng khoa học có sự tham gia. Nghiên cứu khẳng định việc phát triển năng lực này là cần thiết để nâng cao chất lượng đào tạo giáo viên tiểu học và góp phần xây dựng nền giáo dục bền vững. |
| Ngày hoàn thiện: | 22/7/2025 | |
| Ngày đăng: | 28/7/2025 | |
| TỪ KHÓA | | |
| STEM-S | | |
| Sinh viên sư phạm tiểu học | | |
| Năng lực thiết kế bài học | | |
| Khoa học có sự tham gia | | |
| Đào tạo giáo viên | | |

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.12980>

* Corresponding author. Email: binhlt@tnue.edu.vn

1. Giới thiệu

Trong xu thế đổi mới giáo dục hiện nay, giáo dục STEM-S (STEM gắn với các vấn đề xã hội – Social), hay còn gọi là STEM local, được xem là một cách tiếp cận hiện đại giúp học sinh phát triển tư duy giải quyết vấn đề, năng lực hợp tác và trách nhiệm với cộng đồng [1]-[3]. STEM-S tập trung vào việc ứng dụng kiến thức và kỹ năng STEM để nhận diện, phân tích và giải quyết các vấn đề cụ thể tại địa phương hoặc những vấn đề xã hội rộng lớn hơn [3]-[5].

Xuất phát từ yêu cầu của thực tiễn giáo dục, việc chuẩn bị cho đội ngũ giáo viên tiểu học – đặc biệt là sinh viên sư phạm – có năng lực thiết kế các bài học STEM-S trở nên đặc biệt quan trọng. Tuy nhiên, trong các chương trình đào tạo hiện hành, cách tiếp cận bồi dưỡng năng lực này còn chưa được triển khai bài bản và thống nhất [1], [6], [7].

Trên cơ sở tổng quan tài liệu trong và ngoài nước [2], [8]-[12], bài báo hướng đến phân tích và đề xuất một cách tiếp cận cụ thể để bồi dưỡng năng lực thiết kế bài học STEM-S cho sinh viên sư phạm tiểu học. Cụ thể, bài viết sẽ tập trung làm rõ: (1) Khái niệm về STEM-S và Khoa học có sự tham gia; (2) Các năng lực thành tố cần có của sinh viên sư phạm để thiết kế bài học STEM-S; (3) Đề xuất quy trình và các bước bồi dưỡng một trong các năng lực thành tố quan trọng của năng lực thiết kế bài học STEM-S, đó là năng lực thiết kế quy trình giải quyết vấn đề theo tư duy kỹ thuật.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu áp dụng phương pháp tổng quan tài liệu có hệ thống, kết hợp quy trình PRISMA và kỹ thuật hòn tuyết lăn (snowball sampling), nhằm tổng hợp, phân tích các nghiên cứu liên quan đến việc bồi dưỡng năng lực thiết kế bài học STEM-S cho sinh viên sư phạm tiểu học.

Quy trình gồm bốn bước:

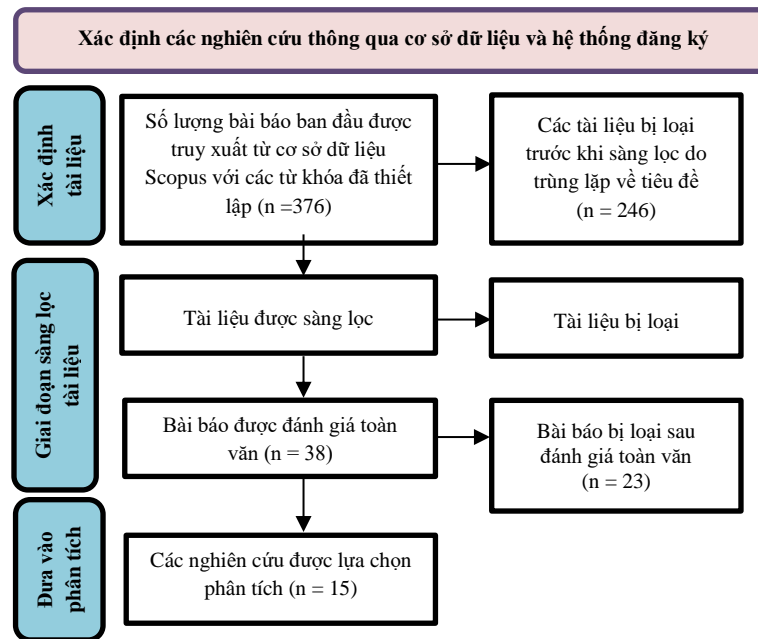
(1) Xác định từ khóa chính: “STEM”, “STEM local”, “lesson design”, “pre-service teacher”, “participatory science”, “competency development”;

(2) Tìm kiếm tài liệu từ cơ sở dữ liệu Scopus truy xuất ngày 30/5/2025, với các từ khóa kết hợp theo cấu trúc Boolean như sau: TITLE-ABS-KEY (("STEM" OR ("Science" AND "Technology" AND "Engineering" AND "Mathematics")) AND (teach* OR learn* OR educat*) AND ("lesson design" OR "teacher education" OR "pre-service teacher" OR "in-service teacher" OR "teaching competence" OR "teacher training" OR "elementary teacher" OR "participatory science") AND (social OR "social issues" OR community OR "participatory science" OR local OR cultural)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp"));

(3) Lọc tài liệu theo tiêu chí PRISMA: Việc chọn lọc tài liệu được thực hiện theo quy trình PRISMA, kết hợp các tiêu chí đưa vào và loại trừ rõ ràng nhằm đảm bảo độ tin cậy và tính phù hợp với mục tiêu nghiên cứu. Quy trình chọn lọc tài liệu được thể hiện trong Hình 1, mô tả cách tiếp cận có hệ thống của nghiên cứu – từ truy xuất đến đánh giá toàn văn – theo chuẩn PRISMA.

(4) Để mở rộng phạm vi và độ sâu của tổng quan tài liệu, nghiên cứu cũng áp dụng phương pháp truy vết “hòn tuyết lăn” trên Google Scholar.

Tất cả các tài liệu được chọn lọc được mã hóa theo bảng phân tích chuẩn gồm các trường thông tin: mục tiêu, phương pháp, cơ sở lý thuyết, kết quả, thảo luận và định hướng nghiên cứu. Phân tích nội dung được tiến hành theo phương pháp phân tích định tính theo chủ đề (thematic analysis) nhằm rút ra các yếu tố then chốt liên quan đến khái niệm STEM-S, khoa học có sự tham gia, các năng lực thành tố và quy trình bồi dưỡng tương ứng. Nguồn dữ liệu trọng tâm bao gồm các công trình của Jamaluddin cùng cộng sự [1], với phân tích tổng quan về xu hướng và thách thức trong phát triển giáo dục STEM tại châu Á – Thái Bình Dương, đặc biệt nhấn mạnh vai trò của giáo viên và tính liên ngành. Bên cạnh đó, nghiên cứu của Bae và cộng sự [7] chỉ ra vai trò của các dự án STEM-S trong việc hình thành năng lực phản biện xã hội và hành động cộng đồng cho người học. Các tài liệu khác [10], [13], [14] tiếp tục củng cố nền tảng lý luận cho việc tích hợp giáo dục STEM với các vấn đề xã hội, làm cơ sở xây dựng các luận điểm trong bài viết.



Hình 1. Sơ đồ luồng lựa chọn tài liệu theo hướng dẫn PRISMA

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Khái niệm STEM-S (STEM gắn với các vấn đề xã hội - Social) hay STEM local

Khái niệm STEM-S, với "S" đại diện cho "Social" (Xã hội), là một cách tiếp cận giáo dục STEM tập trung vào việc ứng dụng kiến thức và kỹ năng từ các lĩnh vực Khoa học, Công nghệ, Kỹ thuật và Toán học để nhận diện, phân tích và tìm kiếm giải pháp cho các vấn đề xã hội, môi trường và kinh tế có ý nghĩa thực tiễn [11], [14]. Khái niệm này còn được gọi là STEM local khi các vấn đề được giải quyết là những thách thức cụ thể trong cộng đồng địa phương của người học, nhấn mạnh tính liên quan và ứng dụng thực tiễn của kiến thức STEM vào đời sống xung quanh [15].

STEM-S không chỉ đơn thuần truyền đạt kiến thức và kỹ năng kỹ thuật, mà còn hướng đến phát triển năng lực toàn diện cho người học. Thứ nhất, học sinh được đặt trong các bối cảnh thực tiễn để vận dụng tư duy STEM vào việc phân tích nguyên nhân và đề xuất giải pháp cho các vấn đề xã hội như biến đổi khí hậu, bất bình đẳng, an ninh năng lượng, hay quản lý rác thải [4]. Thứ hai, qua việc tìm hiểu tác động của khoa học và công nghệ tới đời sống, người học nâng cao nhận thức và trách nhiệm với cộng đồng [5]. Thứ ba, STEM-S góp phần rèn luyện tư duy phản biện và khả năng ra quyết định có đạo đức khi đối mặt với các vấn đề phức tạp [6]. Thứ tư, nội dung học gắn với đời sống làm tăng hứng thú và sự tham gia tích cực của người học, đặc biệt ở những đối tượng vốn ít quan tâm đến STEM truyền thống [7]. Cuối cùng, STEM-S trang bị cho người học năng lực hành động và tinh thần trách nhiệm để trở thành công dân toàn cầu tích cực [8].

3.2. Khái niệm Khoa học có sự tham gia (Participatory Science/Citizen Science)

Khoa học có sự tham gia (Participatory Science), hay còn được gọi là Khoa học Công dân (Citizen Science), là một phương pháp nghiên cứu khoa học trong đó công chúng (người không phải là nhà khoa học chuyên nghiệp) tham gia vào các hoạt động khoa học, thường là trong việc thu thập, phân tích dữ liệu, hoặc đóng góp vào quá trình nghiên cứu [8], [16].

Khoa học có sự tham gia thường tuân theo các bước tương tự như quy trình nghiên cứu khoa học, nhưng với sự tham gia tích cực của cộng đồng, bao gồm: Xác định vấn đề/Câu hỏi nghiên cứu (Problem/Question Formulation); Thiết kế phương pháp nghiên cứu (Study Design); Phân tích và diễn giải dữ liệu (Data Analysis and Interpretation); Truyền đạt kết quả và hành động (Dissemination and Action).

Trong bối cảnh giáo dục, đặc biệt là giáo dục STEM-S, khoa học có sự tham gia được sử dụng như một công cụ sự phạm mạnh mẽ để:

- Tạo cơ hội học tập thực tế và trải nghiệm: Người học được tham gia trực tiếp vào các dự án nghiên cứu có thật, đối mặt với các vấn đề thực tiễn và thu thập dữ liệu trong môi trường tự nhiên hoặc cộng đồng [17].

- Phát triển kỹ năng khoa học và tư duy phản biện: Thông qua việc lập kế hoạch nghiên cứu, thu thập dữ liệu chính xác, phân tích và diễn giải kết quả, người học rèn luyện các kỹ năng tư duy khoa học và phản biện [18].

- Thúc đẩy gắn kết cộng đồng và ý thức xã hội: Người học làm việc trực tiếp với cộng đồng, hiểu rõ các vấn đề địa phương, và nhận thấy sự đóng góp của mình vào việc giải quyết các thách thức xã hội. Điều này đặc biệt quan trọng đối với STEM-S, nơi các vấn đề xã hội là trọng tâm [5].

- Chuyên gia quyền lực và tôn trọng kiến thức địa phương: Khoa học có sự tham gia khuyến khích sự hợp tác bình đẳng giữa các nhà khoa học (bao gồm cả sinh viên sự phạm và học sinh) và cộng đồng, công nhận giá trị của kiến thức và kinh nghiệm bản địa trong việc giải quyết vấn đề [13].

STEM-S và Khoa học có sự tham gia là hai khái niệm bổ trợ và củng cố lẫn nhau một cách mạnh mẽ. STEM-S cung cấp nền tảng kiến thức và tư duy công cụ (khoa học, công nghệ, kỹ thuật, toán học) để người học tham gia hiệu quả vào các dự án nghiên cứu thực tế trong cộng đồng. Ngược lại, Khoa học có sự tham gia cung cấp ngữ cảnh và vấn đề thực tiễn – những nội dung cốt lõi mà STEM-S hướng tới. Cả hai đều hướng đến việc hình thành công dân có trách nhiệm, chủ động và biết hành động vì xã hội.

Vì vậy, việc bồi dưỡng năng lực thiết kế bài học STEM-S cho sinh viên sự phạm tiểu học cần gắn chặt với việc trang bị khả năng triển khai các dự án khoa học có sự tham gia – một con đường hiệu quả để chuyển hóa tri thức thành hành động xã hội có ý nghĩa.

3.3. Các năng lực thành tố của năng lực thiết kế bài học STEM-S



Hình 2. Các năng lực thành tố của năng lực thiết kế bài học STEM-S

Năng lực thiết kế bài học STEM-S là một năng lực tổng hợp, bao gồm nhiều thành tố cho phép sinh viên sự phạm tiểu học xây dựng các bài học tích hợp kiến thức STEM gắn với giải quyết các vấn đề xã hội có ý nghĩa. Những năng lực này có mối liên hệ hữu cơ, cùng cấu thành năng lực thiết kế bài học STEM-S toàn diện cho sinh viên. Hình 2 minh họa tổng thể năm thành tố năng lực và mối quan hệ tương hỗ giữa chúng trong cấu trúc năng lực thiết kế bài học STEM-S. Qua tổng quan tài liệu, năm nhóm năng lực thành tố được xác định:

- Năng lực nhận diện và phân tích vấn đề xã hội (Social Problem Identification and Analysis Competence): Sinh viên cần xác định được các vấn đề xã hội, môi trường hoặc văn hóa ở cấp độ địa phương và toàn cầu (ô nhiễm, biến đổi khí hậu, an toàn thực phẩm...), phân tích nguyên nhân – hệ quả dưới nhiều góc độ (khoa học, kinh tế, đạo đức) và liên hệ đến các mục tiêu phát triển bền vững (SDGs).

- Năng lực tích hợp kiến thức và kỹ năng STEM: Khả năng kết nối các kiến thức từ bốn lĩnh vực STEM một cách chặt chẽ trong một bài học; sử dụng công cụ, quy trình đặc thù để giải quyết

vấn đề; đồng thời chuyển hóa kiến thức hàn lâm thành các hoạt động trải nghiệm phù hợp với học sinh tiểu học [19].

- Năng lực thiết kế quy trình giải quyết vấn đề theo tư duy kỹ thuật (Engineering Design Thinking Competence): Sinh viên cần hướng dẫn học sinh giải quyết vấn đề qua các bước như: xác định vấn đề, lên ý tưởng, thiết kế – thử nghiệm – cải tiến giải pháp, đồng thời khuyến khích tư duy sáng tạo và học tập từ thất bại [20].

- Năng lực vận dụng các phương pháp sư phạm tích cực: Áp dụng linh hoạt các hình thức dạy học như dự án, giải quyết vấn đề, khám phá và khoa học có sự tham gia; tổ chức hoạt động nhóm, thảo luận và tạo môi trường học tập kích thích tò mò [21], [22].

- Năng lực đánh giá và suy ngẫm: Thiết kế và sử dụng công cụ đánh giá đa dạng (rubric, bảng kiểm...) để đánh giá năng lực toàn diện của học sinh; đồng thời biết tự đánh giá và điều chỉnh hoạt động dạy học nhằm nâng cao chất lượng thiết kế bài học [23].

3.4. Quy trình bồi dưỡng năng lực thiết kế quy trình giải quyết vấn đề theo tư duy kỹ thuật

Năng lực thiết kế quy trình giải quyết vấn đề theo tư duy kỹ thuật hay còn gọi là quy trình thiết kế kỹ thuật (Engineering Design Process - EDP) là xương sống của mọi dự án STEM-S. Để bồi dưỡng năng lực thiết kế chủ đề STEM-S cho sinh viên sư phạm Tiểu học, cần tập trung vào việc giúp họ nắm vững và vận dụng các bước của Quy trình Thiết kế kỹ thuật (EDP), đồng thời nhận thức được vai trò của Khoa học có sự tham gia trong từng giai đoạn.

3.4.1. Xác định mục tiêu học tập

Sau khi được bồi dưỡng, sinh viên có khả năng:

- Trình bày được các bước của Quy trình Thiết kế kỹ thuật và ý nghĩa của từng bước trong việc giải quyết vấn đề thực tiễn.

- Thiết kế được các hoạt động học tập cho học sinh tiểu học dựa trên EDP, đảm bảo tính liên môn STEM và gắn kết với các vấn đề xã hội.

- Vận dụng được các bước của Khoa học có sự tham gia để hướng dẫn học sinh thu thập dữ liệu và thử nghiệm giải pháp trong các dự án thực tiễn.

- Khuyến khích và hướng dẫn học sinh tư duy sáng tạo, thử nghiệm, chấp nhận thất bại và rút kinh nghiệm để cải thiện giải pháp.

3.4.2. Thiết kế các hoạt động bồi dưỡng

Để đạt được các mục tiêu trên, các hoạt động bồi dưỡng sẽ đi từ lý thuyết đến thực hành, với sự lồng ghép của Khoa học có sự tham gia nhằm đảm bảo tính trải nghiệm và phát triển toàn diện. Quy trình bồi dưỡng không diễn ra rời rạc mà theo ba giai đoạn liên kết: từ thực hành Quy trình Thiết kế kỹ thuật (EDP), phân tích dự án thực tiễn đến thiết kế bài học tích hợp. Hình 3 tóm lược tiến trình này trong một cấu trúc tuần tự – phản ánh định hướng tiếp cận năng lực trong đào tạo giáo viên.



Hình 3. Quy trình bồi dưỡng năng lực thiết kế quy trình giải quyết vấn đề theo tư duy kỹ thuật

(1) Tìm hiểu và thực hành Quy trình Thiết kế kỹ thuật (EDP):

- Sinh viên tìm hiểu các bước của EDP gồm: xác định vấn đề, nghiên cứu thông tin, lên ý tưởng, lập kế hoạch, xây dựng, thử nghiệm, đánh giá và cải tiến [20].

- Tổ chức các buổi thực hành nhóm để sinh viên giải quyết các thử thách thiết kế đơn giản nhưng yêu cầu vận dụng toàn bộ EDP. Ví dụ: thiết kế bao bì bảo vệ trứng khi trứng rơi từ độ cao nhất định, hoặc thiết kế một chiếc cầu đơn giản chịu được tải trọng nhất định.

- Lòng ghép Khoa học có sự tham gia: Trong các thử thách này, sinh viên được yêu cầu tự mình thu thập dữ liệu từ các thử nghiệm lặp lại (ví dụ: số lần trứng không vỡ, tải trọng tối đa cầu chịu được) và chia sẻ kết quả với các nhóm khác, tạo thành một kho dữ liệu lớn hơn để phân tích. Hoạt động này giúp sinh viên trải nghiệm vai trò của một "nhà khoa học công dân" và hiểu cách dữ liệu thực nghiệm được tạo ra và sử dụng.

(2) Phân tích các dự án giải quyết vấn đề thực tiễn:

- Cung cấp các nghiên cứu điển hình (case study) về các dự án STEM đã thành công hoặc thất bại trong việc giải quyết vấn đề thực tiễn của xã hội. Sinh viên phân tích cách các dự án này đã áp dụng hoặc không áp dụng EDP, rút ra bài học về quy trình và các yếu tố thành công.

- Lòng ghép Khoa học có sự tham gia: Tập trung phân tích những dự án mà cộng đồng hoặc công chúng đã tham gia vào quá trình thu thập dữ liệu hoặc thử nghiệm giải pháp. Ví dụ, dự án thu thập thông tin về rác thải nhựa ở địa phương do tình nguyện viên thực hiện, hoặc các chiến dịch giám sát chất lượng nước sông có sự tham gia của người dân. Điều này giúp sinh viên thấy được tính ứng dụng, ý nghĩa xã hội cũng như các bước của việc triển khai EDP thông qua sự tham gia của cộng đồng.

- Giới thiệu công nghệ số: Hướng dẫn sinh viên cách sử dụng các công cụ, phần mềm, ứng dụng công nghệ để hỗ trợ quá trình nghiên cứu, thu thập và phân tích dữ liệu trong các dự án thực tiễn, đồng thời tìm hiểu cách tích hợp công nghệ vào các bài học STEM-S.

(3) Thực hành thiết kế bài học STEM-S với trọng tâm EDP và Khoa học có sự tham gia: Sinh viên được giao nhiệm vụ thiết kế một bài học hoặc dự án STEM-S hoàn chỉnh cho học sinh tiểu học, trong đó vấn đề xã hội là trung tâm và các bước của EDP phải được thể hiện rõ ràng, đồng thời, sinh viên được khuyến khích sử dụng các phần mềm hỗ trợ hoặc tạo các hoạt động tương tác kỹ thuật số.

Đây là lúc vai trò của Khoa học có sự tham gia được làm nổi bật như một công cụ thiết yếu để học sinh thực hành EDP trong bối cảnh thực tế. Sinh viên phải suy nghĩ cách thức học sinh (với vai trò là "nhà khoa học công dân") sẽ tham gia vào từng bước của EDP để giải quyết vấn đề xã hội đã chọn.

3.4.3. Ví dụ minh họa bồi dưỡng năng lực thiết kế quy trình giải quyết vấn đề theo tư duy kỹ thuật cho sinh viên

Để bồi dưỡng năng lực cho sinh viên, sinh viên cần trải nghiệm dự án Khoa học có sự tham gia, sau đó phân tích dự án và thiết kế bài học cho học sinh tiểu học.

Giai đoạn 1: Thông qua dự án Khoa học có sự tham gia thực tế, sinh viên được trực tiếp trải nghiệm để hiểu sâu sắc các bước của EDP và vai trò của Khoa học có sự tham gia trong bối cảnh thực tiễn, từ góc độ của người tham gia dự án, đồng thời cũng là người học.

Giai đoạn 2: Dựa trên việc phân tích dự án Khoa học có sự tham gia và chương trình môn học, sinh viên chuyển hóa kinh nghiệm thực tiễn thành kiến thức sư phạm, đồng thời kết nối với yêu cầu của chương trình giáo dục tiểu học để làm nền tảng cho việc thiết kế bài học.

Giai đoạn 3: Trong giai đoạn này, sinh viên áp dụng kiến thức lý thuyết và kinh nghiệm thực tiễn để chủ động thiết kế các bài học/dự án STEM-S hoàn chỉnh, phù hợp với học sinh tiểu học và lòng ghép hiệu quả Khoa học có sự tham gia.

Dưới đây minh họa cách sinh viên sư phạm sẽ thiết kế các hoạt động học tập cho học sinh tiểu học dựa trên EDP, đồng thời tích hợp Khoa học có sự tham gia.

Dự án 1: Giám sát chất lượng không khí trong cộng đồng chịu ảnh hưởng ô nhiễm.

(1) Mục tiêu học tập của học sinh (định hướng bởi sinh viên sư phạm): (+) Hiểu các thành phần cơ bản của không khí và các chất gây ô nhiễm chính; (+) Sử dụng công cụ đơn giản để thu thập dữ liệu chất lượng không khí; (+) Phân tích dữ liệu để nhận diện xu hướng ô nhiễm; (+) Đề xuất giải pháp kỹ thuật và hành động để cải thiện chất lượng không khí.

(2) Thiết kế các hoạt động học tập (do sinh viên thực hiện, lồng ghép EDP và Khoa học có sự tham gia):

- ❖ **Xác định vấn đề:** Học sinh được khơi gợi vấn đề ô nhiễm không khí tại nơi sinh sống thông qua thảo luận. Học sinh và sinh viên cùng xác định chủ đề nghiên cứu từ bối cảnh thực tiễn (Khoa học có sự tham gia).
- ❖ **Nghiên cứu thông tin** (S, T): Học sinh tìm hiểu về thành phần không khí, chất ô nhiễm và tác động đến sức khỏe; sử dụng các nguồn thông tin khoa học đáng tin cậy.
- ❖ **Lên ý tưởng và Lập kế hoạch** (S, T, E, M - Khoa học có sự tham gia):
 - Sinh viên cùng học sinh thảo luận cách thu thập dữ liệu về chất lượng không khí, nhận biết các chất gây ô nhiễm không khí và tầm quan trọng của việc đo lường (S).
 - Sử dụng các thiết bị đo chất lượng không khí đơn giản (cảm biến bụi, khí) hoặc ứng dụng di động có khả năng thu thập dữ liệu về chất lượng không khí và học cách sử dụng phần mềm để nhập, lưu trữ và hiển thị dữ liệu (biểu đồ, bản đồ nhiệt) (T).
 - Sinh viên hướng dẫn học sinh thiết kế và lắp đặt các trạm quan trắc không khí tự chế tạo bằng vật liệu tái chế (ví dụ: hộp giấy, chai nhựa), tìm hiểu về nguyên lý hoạt động của quạt hút, màng lọc để bảo vệ cảm biến (E).
 - Lập kế hoạch thời gian, địa điểm, số lượng dữ liệu cần thu thập để đảm bảo tính đại diện và đáng tin cậy (M).

Trong giai đoạn này, yếu tố xã hội được thể hiện rõ ràng khi học sinh đóng vai trò "nhà khoa học công dân", trực tiếp thảo luận, sử dụng công cụ, thu thập và xây dựng kế hoạch thu thập dữ liệu.

- ❖ **Xây dựng và Thử nghiệm** (S, T, E, M - Khoa học có sự tham gia):
 - Học sinh tiến hành thu thập dữ liệu theo kế hoạch đã lập và ghi lại số liệu chất lượng không khí tại nhiều vị trí khác nhau trong trường hoặc khu dân cư (ví dụ: gần đường, trong sân trường, gần nhà máy...), ghi nhận sự thay đổi để đánh giá giải pháp (S).
 - Sử dụng trạm quan trắc tự chế tạo hoặc các ứng dụng để đo và ghi dữ liệu (T).
 - Thử nghiệm các giải pháp kỹ thuật đơn giản để giảm thiểu ô nhiễm không khí trong không gian nhỏ (ví dụ: đặt cây xanh, sử dụng hệ thống thông gió tự chế tạo) và ghi nhận sự thay đổi chất lượng không khí (E).
 - Ghi lại các số liệu định lượng (chỉ số, nồng độ) và có thể bao gồm các yếu tố định lượng như thời gian, địa điểm cụ thể. Dù không nêu bật việc tính toán phức tạp, việc ghi nhận và sắp xếp số liệu là nền tảng của phân tích toán học sau này (M).

Trong bước này, học sinh không chỉ là người quan sát mà trực tiếp tiến hành thu thập dữ liệu, đặt các trạm quan trắc và ghi lại số liệu. Họ trở thành "nhà khoa học công dân" thực thụ, đóng góp vào quá trình nghiên cứu và thu thập dữ liệu thực tế cho cộng đồng.

- ❖ **Đánh giá và cải tiến** (S, M, E - Khoa học có sự tham gia):
 - Trong giai đoạn này, các yếu tố S, T, M, E được tích hợp chặt chẽ, đặc biệt nhấn mạnh vào vai trò Khoa học có sự tham gia trong việc chuyển đổi dữ liệu thành hành động.
 - Sinh viên hướng dẫn học sinh phân tích dữ liệu để rút ra xu hướng, kết luận về ô nhiễm và cung cấp căn cứ đánh giá/cải tiến giải pháp (S).
 - Sử dụng phần mềm (bảng tính, biểu đồ) và các công cụ trực tuyến để tổ chức, tính toán và trực quan hóa dữ liệu (đồ thị, biểu đồ) (T).
 - Tổ chức, biểu diễn dữ liệu chất lượng không khí dưới dạng đồ thị, biểu đồ. học sinh thực hiện các phép tính trung bình, so sánh dữ liệu qua các thời điểm hoặc địa điểm khác nhau để rút ra xu hướng và kết luận về mức độ ô nhiễm (M) (ví dụ: mức độ ô nhiễm cao hơn vào giờ cao điểm, hoặc ở gần đường giao thông).
 - Dựa trên kết quả phân tích dữ liệu, học sinh đề xuất các giải pháp khả thi để cải thiện chất lượng không khí và trình bày ý tưởng của mình (E). Ví dụ: đề nghị trồng thêm cây, hạn chế đốt rác, tuyên truyền về tác hại của ô nhiễm... Dữ liệu do học sinh thu thập (Khoa học có sự tham gia) trực tiếp cung cấp căn cứ để đánh giá và cải tiến giải pháp.

Trong tất cả các bước trên, Khoa học có sự tham gia (Citizen Science) là yếu tố then chốt giúp dự án "Giám sát chất lượng không khí trong cộng đồng chịu ảnh hưởng ô nhiễm" thực sự trở thành một hoạt động STEM gắn với các vấn đề xã hội. Khoa học có sự tham gia biến STEM từ lý thuyết thành thực hành, từ cá nhân thành cộng đồng, từ học thuật thành hành động, giúp học sinh phát triển cả về tri thức, kỹ năng và ý thức công dân trong bối cảnh các vấn đề xã hội phức tạp.

4. Kết luận

Việc bồi dưỡng năng lực thiết kế bài học STEM-S cho sinh viên sư phạm tiểu học là một yêu cầu cấp thiết để đáp ứng mục tiêu giáo dục thế kỷ 21 và chuẩn bị cho thế hệ công dân tương lai. Năng lực này không chỉ bao gồm kiến thức và kỹ năng STEM thuần túy mà còn mở rộng sang khả năng nhận diện, phân tích và giải quyết các vấn đề xã hội một cách có trách nhiệm, đặc biệt thông qua việc ứng dụng các nguyên tắc của Khoa học có sự tham gia. Khoa học có sự tham gia là một phương pháp sư phạm lý tưởng để hiện thực hóa các mục tiêu của STEM-S, biến học sinh thành những nhà khoa học công dân chủ động giải quyết các vấn đề thực tiễn trong cộng đồng của mình, đồng thời mang lại trải nghiệm học tập chân thực và ý nghĩa.

Để bồi dưỡng năng lực này một cách hiệu quả, cần triển khai một quy trình có hệ thống, tập trung vào trải nghiệm thực tiễn và tính ứng dụng cao. Các năng lực thành tố như nhận diện vấn đề xã hội, tích hợp STEM, tư duy thiết kế kỹ thuật, sự tham gia tích cực (đặc biệt là khoa học có sự tham gia), và đánh giá phản tư cần được phát triển thông qua các hoạt động học tập chủ động, thực hành và phản tư liên tục. Việc gắn kết chặt chẽ chương trình đào tạo với các dự án thực tế tại cộng đồng sẽ giúp sinh viên sư phạm không chỉ trở thành những giáo viên STEM giỏi mà còn là những người tiên phong trong việc giáo dục thế hệ trẻ về trách nhiệm công dân và khả năng đóng góp cho một xã hội bền vững hơn.

Bài báo này đã cung cấp một khung lý thuyết và quy trình chi tiết cho việc bồi dưỡng năng lực thiết kế bài học STEM-S. Tuy nhiên, việc triển khai thực tế sẽ đòi hỏi sự đầu tư về nguồn lực, thời gian và sự phối hợp chặt chẽ giữa nhà trường sư phạm, các trường phổ thông và cộng đồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] F. Jamaluddin, A. Z. A. Razak, and S. S. A. Rahim, "Navigating the challenges and future pathways of STEM education in Asia-Pacific region: A comprehensive scoping review," *STEM Education*, vol. 5, no. 1, pp. 53-88, 2025.
- [2] L. A. Bryan, T. J. Moore, C. C. Johnson, and G. H. Roehrig, "Integrated STEM education," in *STEM road map*. Routledge, 2015, pp. 23-38.
- [3] T. S. Ay and N. Duban, "According to primary school teachers' views on s-stem (social studies+ stem): A phenomenological research," *Open Journal for Educational Research*, vol. 5, no. 2, pp. 223-244, 2021.
- [4] V. Karakaya and T. S. Ay, "Social studies integrated STEM (SSTEM): A mixed method research," *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, vol. 14, no. 2, pp. 655-685, 2024.
- [5] R. C. Jordan, S. A. Gray, P. Howley, and R. Brooks, "Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) in citizen science," *Science Education*, vol. 95, no. 5, pp. 785-802, 2011.
- [6] B. W. Pryor, C. R. Pryor, and R. Kang, "Teachers' thoughts on integrating STEM into social studies instruction: Beliefs, attitudes, and behavioral decisions," *The Journal of Social Studies Research*, vol. 40, no. 2, pp. 123-136, 2016.
- [7] Y. Bae, Y. Du, and M. A. Siegel, "Cultivating STEM graduate students' readiness for transformational resistance," *International Journal of Educational Research*, vol. 131, 2025, Art. no. 102584.
- [8] R. Bonney, T. B. Phillips, H. L. Ballard, and J. W. Enck, "Can citizen science enhance public understanding of science?" *Public Understanding of Science*, vol. 25, no. 1, pp. 2-16, 2016.
- [9] R. W. Bybee, *The case for STEM education: Challenges and opportunities*, Arlington, Virginia, NSTA Press, 2013.
- [10] E. Ossiannilsson and A. Kaur, *Framework for 21st century learning. BoD—Books on Demand*, Partnership for 21st Century Learning, A network of Battelle for Kids, 2019.
- [11] J. A. Vasquez, M. Comer, and L. D. English, *STEM education: An interdisciplinary approach*. Kendall Hunt Publishing, 2013.

-
- [12] J. McTighe and G. Wiggins, *Understanding by Design Professional Development Workbook*. ERIC, 2004.
- [13] M. Fischer, L. Vianna, and A. Schmaus, "Citizen science in Brazil: Engaging with environmental issues," *Citizen Science: Theory and Practice*, vol. 1, no. 1, pp. 1-13, 2016.
- [14] L. D. English, D. King, and J. Smeed, "Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings," *The Journal of Educational Research*, vol. 110, no. 3, pp. 255-271, 2017.
- [15] M. Stohlmann, T. J. Moore, and G. H. Roehrig, "Considerations for teaching integrated STEM education," *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, vol. 2, no. 1, pp. 28-34, 2012.
- [16] J. L. Shirk, H. Wilderman, and R. Bonney, *Citizen science: A new tool for science education*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, 2012, p. 35.
- [17] J. L. Dickinson, B. Zuckerberg, and D. N. Bonter, "Citizen science as an ecological research tool: Challenges and benefits," *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol. 41, no. 1, pp. 149-172, 2010.
- [18] D. J. Trumbull, M. Comer, and L. D. English, "Thinking like a scientist: Educating the public about the scientific process," *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 51, no. 1, pp. 66-74, 2000.
- [19] T. J. Moore, M. S. Stohlmann, H. Wang, K. M. Tank, and G. H. Roehrig, "STEM integration: A conceptual framework," *International Journal of STEM Education*, vol. 1, no. 1, pp. 1-13, 2014.
- [20] N. L. States, *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press, 2013.
- [21] P. C. Blumenfeld, E. Soloway, R. W. Marx, J. S. Krajcik, M. Guzdial, and A. Palincsar, "Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning," *Educational Psychologist*, vol. 26, no. 3-4, pp. 369-398, 1991.
- [22] J. Krajcik and P. Blumenfeld, "19. Project-Based Learning," in *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, Cambridge University Press, 2006, pp. 317-333.
- [23] L. Darling-Hammond, *The flat world and education: How America's commitment to equity will determine our future*. Teachers College Press, 2015.