

Bài báo nghiên cứu^oMỘT QUY TRÌNH ĐÀO TẠO SINH VIÊN SƯ PHẠM TOÁN
TÍCH HỢP ESD VÀ GenAI TRONG GIÁO DỤC STEMVũ Như Thư Hương^{1*}, Lê Nguyễn Uyên Phương², Nguyễn Anh Quốc³¹Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam²Trường THPT chuyên Lê Hồng Phong, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam³Trường THPT Nguyễn Hữu Cánh, An Giang, Việt Nam*Tác giả liên hệ: Vũ Như Thư Hương – Email: huongvnt@hcmue.edu.vn

Ngày nhận bài: 12-3-2026; Ngày nhận bài sửa: 19-5-2026; Ngày duyệt đăng: 25-6-2026

TÓM TẮT

Giáo dục vì sự phát triển bền vững (Education for Sustainable Development – ESD) và sử dụng GenAI (Generative Artificial Intelligence) là hai xu hướng mới đang được coi trọng trong giáo dục hiện nay. Một số nghiên cứu về giáo dục STEM cho thấy việc lồng ghép ESD trong các chủ đề học tập là khả thi và có ý nghĩa. Một số nghiên cứu khác cũng cho thấy có những chủ đề STEM có sử dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) như một giải pháp hiệu quả khi môn Khoa học, Công nghệ hoặc môn Tin học là môn học chủ đạo. Vấn đề lồng ghép ESD và công nghệ AI vẫn chưa được quan tâm khi chủ đề STEM có môn Toán đóng vai trò trung tâm. Bài báo này sử dụng phương pháp tổng quan mô tả với các tài liệu được lựa chọn và phân tích dựa trên các nghiên cứu tiêu biểu và có liên quan đến ESD, AI tạo sinh (GenAI) và giáo dục STEM trong đào tạo giáo viên, nhằm tổng hợp các cơ sở lý luận phục vụ đề xuất quy trình. Sản phẩm nghiên cứu là một quy trình đào tạo được phát triển trên nền tảng 4 bước của Công nghệ đào tạo (Ingénierie de formation) và được mở rộng thành sáu giai đoạn: (1) xác định kiến thức cần bổ sung; (2) lựa chọn học phần tích hợp; (3) xác định nội dung, thời điểm và thời lượng; (4) thiết kế kế hoạch đào tạo; (5) triển khai; (6) đánh giá và cải tiến. Kết quả vận dụng cho trường hợp xây dựng kế hoạch đào tạo dành cho sinh viên sư phạm Toán, nhằm phát triển đồng thời kiến thức nội dung về ESD và năng lực công nghệ về GenAI theo khung TPACK, cho thấy tính khả thi của quy trình về mặt thiết kế và khả năng triển khai. Kết quả nghiên cứu đóng góp một quy trình đào tạo có cấu trúc và khả năng tái áp dụng cho các chương trình đào tạo giáo viên, hướng tới tích hợp phát triển bền vững và công nghệ mới trong giáo dục STEM ở phổ thông.

Từ khóa: giáo dục vì sự phát triển bền vững (ESD); GenAI; đào tạo sinh viên sư phạm Toán; giáo dục STEM; công nghệ đào tạo; quy trình đào tạo

1. Giới thiệu

Phát triển bền vững (Sustainable Development – SD) hiện được xem là định hướng trọng tâm nhằm đảm bảo sự hài hòa giữa con người và môi trường, đồng thời đáp ứng nhu cầu của thế hệ hiện tại mà không làm tổn hại đến khả năng đáp ứng nhu cầu của các thế hệ

Cite this article as: Vu, N. T. T. H., Le, N. U. P., & Nguyen, A. Q. (2026). A training process for pre-service Mathematics teachers integrating ESD and GenAI in STEM education. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 23(7), 1640-1651. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.23.7.5625\(2026\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.23.7.5625(2026))

tương lai. Trong bối cảnh đó, giáo dục đóng vai trò then chốt vì có khả năng trang bị cho người học những năng lực cần thiết để đối mặt với các thách thức kinh tế, xã hội và môi trường đang ngày càng gia tăng. Giáo dục được kỳ vọng có thể thúc đẩy sự thay đổi trong tư duy và hành động theo hướng phát triển bền vững, qua đó góp phần xây dựng một xã hội có trách nhiệm và bền vững hơn (Nguyen et al., 2020; UNESCO, 2018). Vì vậy, Giáo dục vì sự phát triển bền vững (Education for Sustainable Development – ESD) đã được UNESCO nhấn mạnh như một trụ cột quan trọng của đổi mới giáo dục hiện đại. Trong số các mô hình giáo dục liên ngành, giáo dục STEM được ghi nhận là phù hợp với nhiều khía cạnh của phát triển bền vững và có tiềm năng giúp học sinh tiếp cận các vấn đề thực tiễn liên quan đến môi trường, năng lượng, kinh tế và xã hội (Nguyen et al., 2020). Nhiều sáng kiến giáo dục của Liên hợp quốc cũng đã thúc đẩy việc lồng ghép STEM vào các chương trình hướng đến SD.

Ở bậc đại học, ESD được xem là yếu tố quan trọng góp phần nâng cao chất lượng đào tạo và hình thành năng lực công dân có trách nhiệm cho sinh viên (Pegalajar-Palomino et al., 2021). Đặc biệt, đào tạo giáo viên tương lai đóng vai trò then chốt, bởi giáo viên là những tác nhân trực tiếp thực hiện và lan tỏa các giá trị của SD trong nhà trường (Albareda-Tiana et al., 2018). Nhận thức và năng lực nghề nghiệp của sinh viên sư phạm về ESD sẽ ảnh hưởng đáng kể đến thực hành giảng dạy và khả năng trang bị cho học sinh các năng lực cần thiết để giải quyết những vấn đề của hiện tại và tương lai (Anyolo et al., 2018; Bulut & Cakmak, 2018, đều được trích trong Pegalajar-Palomino et al., 2021).

Bên cạnh đó, sự xuất hiện của GenAI đang góp phần tái định hình cách dạy và học. GenAI đặt ra thách thức đối với các phương pháp truyền thống, đồng thời mở ra nhiều cơ hội nhằm cá nhân hóa học tập, hỗ trợ thiết kế bài học và nâng cao hiệu quả tổ chức dạy học (Belkina et al., 2025). Do vậy, việc đào tạo giáo viên biết khai thác các công cụ GenAI một cách hiệu quả là cần thiết, vừa để họ tăng cường năng lực chuyên môn, vừa để chuẩn bị cho học sinh một tương lai mà AI trở thành thành phần không thể tách rời trong hầu hết các lĩnh vực nghề nghiệp (Alasadi & Bais, 2023).

Tại Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, học phần chung “Tổ chức dạy học theo chủ đề STEM ở trường phổ thông” được triển khai từ khóa 48, nhằm trang bị cho sinh viên các kiến thức và kỹ năng để thiết kế và tổ chức dạy học theo chủ đề STEM. Tuy nhiên, đối với sinh viên khoa Toán, việc xây dựng chủ đề STEM theo hướng phát triển bền vững gặp khó khăn hơn so với các môn khoa học tự nhiên như Sinh học, Hóa học hay Vật lý – vốn dễ tạo cơ hội gắn với các vấn đề môi trường và bền vững (Vu & Le, 2025). Điều này đặt ra câu hỏi: làm thế nào để sinh viên sư phạm Toán có thể thiết kế các chủ đề STEM có môn Toán là môn học chủ đạo nhưng vẫn tích hợp được ESD? GenAI có thể hỗ trợ sinh viên trong quá trình thiết kế và tổ chức dạy học các chủ đề này như thế nào?

Việc kết hợp ESD và GenAI không chỉ giúp nâng cao nội dung giáo dục mà còn hỗ trợ đổi mới phương pháp dạy học trong bối cảnh số hóa. Vì vậy, bài báo này giới thiệu một

quy trình đào tạo dành cho sinh viên sư phạm Toán nhằm tích hợp Giáo dục vì sự phát triển bền vững và sử dụng GenAI vào tổ chức dạy học theo chủ đề STEM ở trường phổ thông.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này hướng đến việc trả lời câu hỏi: *Quy trình đào tạo nào là phù hợp để giúp sinh viên sư phạm Toán tích hợp Giáo dục vì sự phát triển bền vững (ESD) và sử dụng GenAI vào việc thiết kế và tổ chức dạy học theo chủ đề STEM, trong đó môn Toán giữ vai trò chủ đạo?*

Để giải quyết câu hỏi này, nghiên cứu sử dụng phương pháp tổng quan mô tả kết hợp với tiếp cận thiết kế đào tạo. Các tài liệu liên quan đến ESD, GenAI và giáo dục STEM trong đào tạo giáo viên được lựa chọn, phân tích và tổng hợp nhằm xác định các thành tố kiến thức cần thiết. Nghiên cứu tham chiếu hai khung lý thuyết chính: (1) TPACK để xác định các loại hình kiến thức cần phát triển; (2) Công nghệ đào tạo (Ingénierie de formation¹) để thiết kế cấu trúc quy trình đào tạo.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất một quy trình tích hợp ESD và GenAI vào chương trình đào tạo sinh viên sư phạm Toán. Quy trình được vận dụng để xây dựng một kịch bản đào tạo, nhằm làm rõ cách thức giúp sinh viên sư phạm Toán vận dụng ESD và GenAI trong việc thiết kế và tổ chức dạy học theo chủ đề STEM tại trường phổ thông. Kịch bản này đã được triển khai trong thực tế, tuy nhiên kết quả thực nghiệm sẽ được trình bày trong một nghiên cứu khác.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khung lý thuyết tham chiếu

3.1.1. Khung TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)

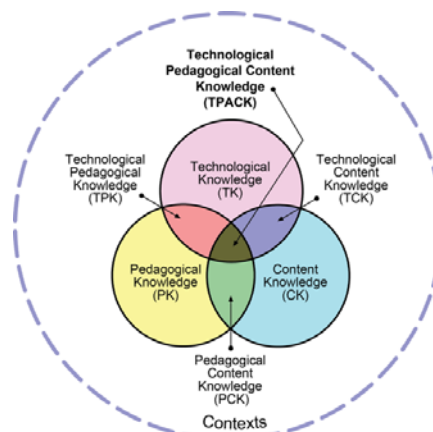
Trong lĩnh vực đào tạo giáo viên, khung TPACK được xem là một mô hình lý thuyết phù hợp để mô tả cấu trúc kiến thức cần thiết khi giáo viên sử dụng công nghệ trong dạy học. Khung này kế thừa quan điểm về *kiến thức nội dung – sư phạm* của Shulman (1986) và mở rộng bằng cách bổ sung thành phần *kiến thức công nghệ* bởi Mishra và Koehler (2006), gồm ba dạng kiến thức cơ bản:

- *Kiến thức nội dung* (Content Knowledge – CK): hiểu biết của giáo viên về các khái niệm, cấu trúc và lý thuyết của môn học, làm nền tảng cho việc lựa chọn và triển khai nội dung dạy học.
- *Kiến thức sư phạm* (Pedagogical Knowledge – PK): bao gồm tri thức về phương pháp dạy học, tổ chức lớp học, đánh giá học sinh, cũng như hiểu biết về cách học sinh học tập và phát triển năng lực.

¹ Thuật ngữ “Ingénierie de Formation” được dịch là *công nghệ đào tạo* dựa theo tóm tắt của bài báo Ingénierie de la formation: des outils pour l'analyse et pour l'action (Anne-Laure Leguern et al., 2016). Thuật ngữ tương đương bên tiếng Anh là “training engineering”.

- *Kiến thức công nghệ* (Technological Knowledge – TK): có thể xem là sự thành thạo trong việc sử dụng công nghệ thông tin, khả năng lựa chọn công cụ công nghệ phù hợp với mục tiêu dạy học, và khả năng thích ứng trước sự thay đổi của công nghệ.

Các khối kiến thức này khi đan xen nhau từng đôi lại tạo thành các mảng kiến thức mới và đặc biệt phần giao của cả ba mảng kiến thức này tạo nên *Kiến thức nội dung sư phạm công nghệ* (Technological Pedagogical Content Knowledge), chính là kiến thức tổng hợp được người giáo viên huy động trong thực tế dạy học.



Hình 1. Khung TPACK
(Mishra & Koehler, 2006)

3.1.2. Công nghệ đào tạo (*Ingénierie de formation*)

Khái niệm Công nghệ đào tạo (*Ingénierie de formation*) xuất hiện tại Pháp vào những năm 1970 trong bối cảnh nhu cầu xây dựng các hệ thống đào tạo nghề có thời gian ngắn nhưng hiệu quả cao, nhằm đáp ứng yêu cầu đào tạo đội ngũ quản lý trung cấp, kỹ thuật viên và kỹ sư (Le Boterf & Viallet, 1976). Các hệ thống này phải đảm bảo hiệu suất tối ưu, gắn chặt với mục tiêu nghề nghiệp và đạt tỉ lệ chi phí – hiệu quả hợp lý. Từ đó, nhiều khái niệm và công cụ chuyên môn như kế hoạch đào tạo, thông số kỹ thuật, lộ trình đào tạo, kịch bản bài học, tình huống nghề nghiệp mục tiêu, tình huống thử nghiệm, hay bảng điều khiển đã được hình thành và tiếp tục được sử dụng rộng rãi (Le Boterf, 2011).

Theo Le Boterf (2011), *công nghệ đào tạo* có thể được định nghĩa là “tập hợp các hoạt động phối hợp liên quan đến việc thiết kế một chương trình đào tạo (khóa học hoặc chu kỳ đào tạo, trung tâm đào tạo, kế hoạch đào tạo, trung tâm tài nguyên giáo dục, buổi học hoặc thực tập...) nhằm tối ưu hóa khoản đầu tư mà nó đại diện và đảm bảo các điều kiện cho tính khả thi của nó” (p.185). Ở góc độ khái quát hơn, Ardouin (2013) định nghĩa công nghệ đào tạo là “tổng thể các công việc mang tính phương pháp, được phối hợp nhằm thiết kế và triển khai các hệ thống đào tạo”. Hébrard (2011) tiếp cận khái niệm này như một quá trình thiết kế, tổ chức, điều phối, tương tự như cách kỹ sư kiến trúc xây dựng một công trình.

Ardouin (2013) mô tả *công nghệ đào tạo* như sau:

Công nghệ đào tạo là một phương pháp tiếp cận xã hội chuyên nghiệp, trong đó kỹ sư đào tạo sử dụng các phương pháp phù hợp, phân tích, thiết kế, triển khai và đánh giá các hoạt động, chương trình và/hoặc hệ thống đào tạo, có tính đến môi trường và các bên liên quan chuyên nghiệp. Các hoạt động, chương trình hoặc hệ thống này được triển khai một cách tối ưu nhằm phát triển tổ chức và con người trong tổ chức đó. (Ardouin, 2013, p.20)

Cũng theo Ardouin, quy trình *công nghệ đào tạo* gồm hai giai đoạn lớn là Khảo sát và Triển khai, với bốn bước chính như sau:

- **Giai đoạn Khảo sát:**

1. **Phân tích:** Phân tích nhu cầu và bối cảnh để xác định mục tiêu đào tạo, các yêu cầu nghề nghiệp, và điều kiện thực tiễn. Giai đoạn này bao gồm thu thập thông tin, đối chiếu dữ

liệu, tham vấn chuyên gia và xác lập các tiêu chí đánh giá. Kết quả là bản dự án sơ bộ xác định hướng phát triển, nguồn lực cần thiết, tiến trình, và phạm vi dự án.

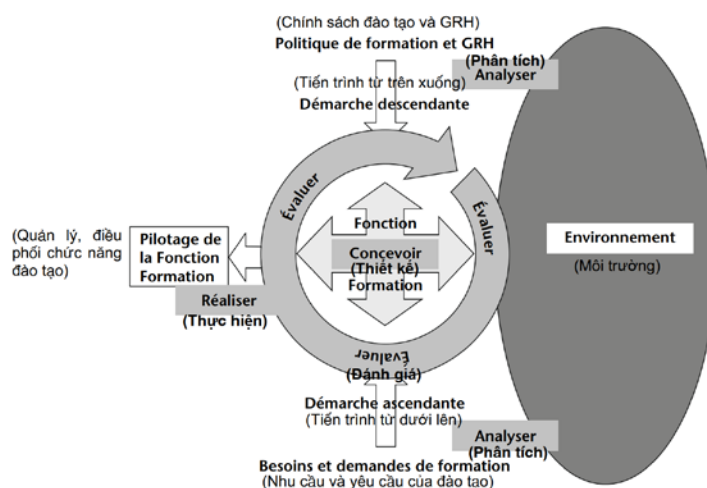
2. Thiết kế: Dựa trên kết quả phân tích, người thiết kế phát triển các giải pháp đào tạo, xác định mục tiêu chung và mục tiêu theo hoạt động, cấu trúc chương trình, phương pháp tổ chức, nguồn lực cần thiết, tiêu chí và phương pháp đánh giá. Kết quả của bước này là dự án chính thức sẽ được triển khai.

• **Giai đoạn Triển khai:**

3. Thực hiện: Bao gồm điều phối, quản lý và truyền thông dự án. Các hoạt động chính gồm: huy động và dẫn dắt đội ngũ, tổ chức hậu cần, điều chỉnh nguồn lực theo tiến độ, giám sát hoạt động chuyên môn – tổ chức – tài chính, và sử dụng các công cụ theo dõi như bảng điều khiển hoặc kế hoạch đào tạo.

4. Đánh giá: Tiến hành đánh giá trong và sau quá trình triển khai để so sánh kết quả đạt được với mục tiêu đặt ra. Đánh giá có thể tập trung vào cá nhân, nhóm hoặc toàn bộ chương trình; có thể theo hướng định tính, định lượng hoặc kết hợp. Kết quả đánh giá là cơ sở để điều chỉnh trong quá trình đào tạo và cải tiến cho các chương trình tương lai.

Trong quá trình thiết kế chương trình đào tạo ACRE² với 4 bước, *chức năng đào tạo* được Ardouin mô tả ở vị trí trung tâm như trong sơ đồ sau:



Hình 2. Quy trình ACRE (Ardouin, 2013)

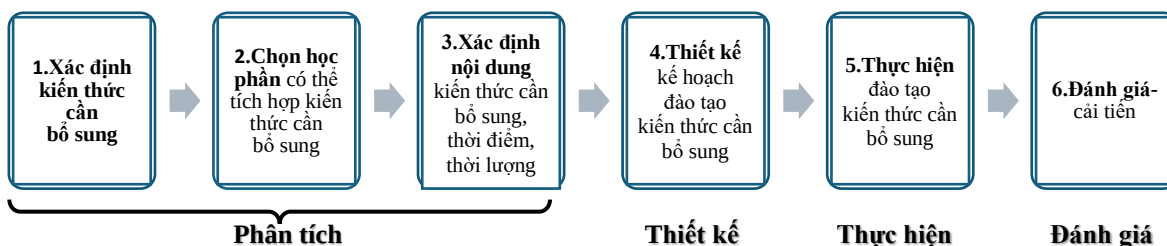
3.2. Quy trình tích hợp kiến thức bổ sung vào chương trình đào tạo đã có

Lí thuyết về *công nghệ đào tạo* được trình bày ở phần trước là cơ sở xây dựng các chương trình đào tạo theo định hướng mục tiêu. Tuy nhiên, mục tiêu của chúng tôi không phải là thiết kế một khóa học độc lập dành riêng cho kiến thức cần bổ sung, mà là xây dựng một kế hoạch đào tạo nhằm tích hợp các kiến thức đó vào một học phần đã tồn tại trong chương trình đào tạo sinh viên sư phạm Toán.

Trong bốn bước của *công nghệ đào tạo* nói trên, chúng tôi cho rằng bước *Phân tích* đóng vai trò quan trọng và quyết định sự thành công của kế hoạch đào tạo vì kết quả phân

² ACRE: Analyser-Phân tích, Concevoir-Thiết kế, Réaliser-Thực hiện, Evaluer-Đánh giá. GRH: Gestion des Ressources Humaines (quản lý nguồn nhân lực).

tích càng chi tiết thì bước *Thiết kế* càng có đầy đủ dữ kiện để tạo ra kịch bản đào tạo tốt. Vì vậy, chúng tôi đề xuất cụ thể hóa bước *Phân tích* bằng 3 bước đầu tiên trong quy trình sáu bước để tích hợp kiến thức bổ sung như trong sơ đồ sau:



Hình 3. Quy trình tích hợp kiến thức cần bổ sung vào chương trình đào tạo đã có

Bước 1. Xác định kiến thức cần bổ sung

- Phân tích nhu cầu và yêu cầu đào tạo (tiếp cận từ dưới lên): cần trả lời câu hỏi “Xu hướng hay nhu cầu đào tạo về kiến thức nào đang được quan tâm?” bằng cách phân tích môi trường (bối cảnh toàn cầu, xã hội, địa phương...). Khi đã có câu trả lời về kiến thức cần bổ sung này thì có thể tiếp tục với các câu hỏi sau: “Có phải kiến thức này vẫn chưa được đưa vào một chương trình đào tạo cụ thể nào không?” bằng cách xác định đối tượng được đào tạo (người học) và rà soát các chương trình đào tạo đang có (liên quan đến người học); “Người học có thực sự cần được cung cấp một cách bài bản và chính thức kiến thức này không?”.

- Phân tích chính sách đào tạo (tiếp cận từ trên xuống): cần trả lời câu hỏi “Hiện nay có chính sách hay định hướng nào yêu cầu đào tạo bổ sung các kiến thức này?”.

Kết quả của bước này có thể là một hay nhiều kiến thức cần bổ sung được xác định một cách tường minh.

Bước 2. Lựa chọn học phần có thể tích hợp kiến thức cần bổ sung:

Cần trả lời các câu hỏi sau để xác định học phần phù hợp: Những học phần nào có nội dung gần với kiến thức cần bổ sung (theo nghĩa có sự giao thoa kiến thức)? Những học phần nào cần đến kiến thức bổ sung như công cụ hỗ trợ? Học phần nào có tính mở, cho phép triển khai dự án hoặc hoạt động thực hành?... Trên cơ sở kết quả thu được, chọn ra học phần có tiềm năng nhất để tích hợp kiến thức cần bổ sung.

Bước 3. Xác định nội dung kiến thức cần bổ sung, thời điểm, thời lượng:

Ở bước này, trước hết cần xác định kiến thức cần bổ sung thuộc nhóm *kiến thức sự phạm* (PK), *kiến thức nội dung* (CK) hay *kiến thức công nghệ* (TK) để có cơ sở xây dựng nội dung theo hướng kiến thức hay kỹ năng thực hành. Sau đó, cần xác định thời điểm nào sẽ đưa kiến thức cần bổ sung vào học phần đã có (trong trường hợp cần thiết, phải xác định rõ là trước hay sau kiến thức cụ thể nào đó của học phần đã có) và trong khoảng thời gian bao nhiêu tiết. Từ đó, xây dựng nội dung chính cho kiến thức muốn bổ sung, gồm đề mục và mô tả nội dung chính. Khi có hơn một kiến thức cần bổ sung được tích hợp vào học phần đã có, việc sắp thứ tự trước sau cho các kiến thức cần bổ sung này cũng phải được tính đến.

Bước 4. Thiết kế kế hoạch đào tạo kiến thức cần bổ sung

Khi thiết kế nội dung chi tiết cho kiến thức cần bổ sung, nên lưu ý cung cấp tài nguyên, học liệu cho người học như tài liệu đọc thêm, nguồn tham khảo (từ internet)... và đặc biệt cần

tính đến tính khả thi về mặt điều kiện dạy học: cơ sở vật chất, công cụ công nghệ, phần mềm, truy cập GenAI... Bên cạnh đó, cũng cần thiết kế bộ công cụ hỗ trợ cho việc đánh giá có liên quan đến kiến thức cần bổ sung hay việc đo lường tác động của kiến thức bổ sung này đến người học như bảng kiểm, bộ câu hỏi điều tra, cách thu thập và lưu trữ sản phẩm học tập...

Bước 5. Thực hiện đào tạo kiến thức cần bổ sung

Dựa trên kế hoạch đào tạo đã thiết kế, người đào tạo triển khai trong thực tế dạy học học phần đã có và bám sát theo trình tự, nội dung đã được xác định, đồng thời quan sát, ghi nhận, thu thập sản phẩm học tập... của người học để làm cơ sở cho việc đánh giá kế hoạch đào tạo kiến thức cần bổ sung sau này. Để việc triển khai kế hoạch đào tạo đạt kết quả như mong đợi, người thiết kế kế hoạch đào tạo cần bảo đảm đã chuyển giao đầy đủ ý tưởng, tài liệu, công cụ... và người trực tiếp giảng dạy cần hiểu rõ kiến thức cần bổ sung, có kỹ năng, sẵn sàng hỗ trợ sinh viên khi gặp khó khăn.

Bước 6. Đánh giá – điều chỉnh

Đánh giá kế hoạch đào tạo kiến thức bổ sung có thể dựa trên: Phản hồi của người đào tạo về nội dung chi tiết của kiến thức cần bổ sung, thời điểm, thời lượng, phương tiện dạy học, công cụ đánh giá...; Phản hồi của người học về khối lượng kiến thức cần bổ sung, thời lượng, phương tiện học tập...; Nhận xét, đánh giá kế hoạch đào tạo kiến thức bổ sung từ đồng nghiệp, chuyên gia, lãnh đạo (tổ trưởng bộ môn, ban chủ nhiệm khoa...); Kết quả phân tích sản phẩm học tập của người học, kết quả từ công cụ xây dựng để đánh tác động của kiến thức cần bổ sung lên kết quả học tập của họ. Kết quả thu thập được sẽ là cơ sở để điều chỉnh và cải tiến kế hoạch đào tạo cho các lần triển khai tiếp theo.

3.3. Cơ sở thiết kế kế hoạch đào tạo tích hợp kiến thức cần bổ sung cho sinh viên sư phạm Toán

Như đã biết, quy trình 4 bước của *công nghệ đào tạo* theo Ardouin đã được công bố và vận dụng trong thực tế nên không phải bàn về tính khả thi của nó. Trong khi đó, quy trình sáu bước mà chúng tôi đề xuất đã tái sử dụng ba bước cuối của quy trình ấy. Vì vậy, trong phạm vi bài báo này, chúng tôi chọn phân tích và trình bày kết quả 3 bước đầu tiên của quy trình sáu bước đã được đề xuất ở trên. Điều này vừa giúp kiểm chứng tính khả thi của quy trình sáu bước, vừa giúp xác định cơ sở cho việc đề xuất kế hoạch đào tạo.

Bước 1. Xác định kiến thức cần bổ sung

- Phân tích từ dưới lên:
 - + Giáo dục vì sự phát triển bền vững (ESD) hiện là chủ đề mang tính toàn cầu, đã được đưa vào giảng dạy ở một số khoa thuộc Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh nhưng chưa được tích hợp trong các học phần bắt buộc của chương trình đào tạo sinh viên sư phạm Toán.
 - + Năng lực sử dụng GenAI trong nghiệp vụ sư phạm (thiết kế bài giảng, xây dựng học liệu số, thiết kế công cụ đánh giá, hỗ trợ cá nhân hóa học tập...) ngày càng trở nên cần thiết đối với giáo viên trong bối cảnh chuyển đổi số và cũng chưa được đưa vào học phần bắt buộc nào trong chương trình đào tạo sinh viên sư phạm Toán.
- Phân tích từ trên xuống:

+ Thủ tướng Chính phủ ban hành quyết định số 622/QĐ-TTg (2017) về *Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện Chương trình nghị sự 2030 vì sự phát triển bền vững* (Government of Vietnam, 2017).

+ Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành quyết định số 2161/QĐ-BGDĐT (2017) về *Kế hoạch thực hiện mục tiêu phát triển bền vững lĩnh vực giáo dục và đào tạo đến năm 2025 và định hướng đến năm 2030* (Ministry of Education and Training, 2017).

+ Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành quyết định số 3439/QĐ-BGDĐT về “*Khung nội dung thí điểm giáo dục trí tuệ nhân tạo cho học sinh phổ thông*” vào tháng 12/2025 (Ministry of Education and Training, 2017).

Kết luận: cần bổ sung một cách hệ thống kiến thức về ESD và năng lực sử dụng GenAI trong đào tạo sinh viên sư phạm Toán.

Bước 2. Chọn học phần có thể tích hợp kiến thức cần bổ sung

Để xác định học phần phù hợp cho việc tích hợp đồng thời kiến thức về **ESD** và **GenAI**, chúng tôi tiến hành rà soát các học phần trong chương trình đào tạo ngành Sư phạm Toán và phân loại theo mức độ liên quan. Các học phần được đánh giá dựa trên các tiêu chí gồm: mức độ liên quan đến nội dung ESD, khả năng tích hợp công nghệ GenAI, và tính linh hoạt trong tổ chức dạy học. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Mức độ liên quan của các học phần đối với ESD và GenAI

Học phần	ESD	GenAI	Tự chọn	Bắt buộc
Trí tuệ nhân tạo trong giáo dục		**	x	
Ứng dụng công nghệ thông tin trong dạy Toán		*		x
Các học phần liên quan đến nghiệp vụ sư phạm ³	*	*		x
Tổ chức dạy học chủ đề STEM ở trường phổ thông	**	*	x	

* có liên quan/có sử dụng/có cơ hội tích hợp ** có nhiều cơ hội tích hợp x có

Sau khi xem xét, học phần “Tổ chức dạy học chủ đề STEM ở trường phổ thông” có tiềm năng cao nhất để tích hợp đồng thời kiến thức về ESD và GenAI, nhờ có nội dung linh hoạt, có cấu trúc dự án; có yêu cầu thiết kế chủ đề gắn với thực tiễn, phù hợp với ESD; có tính mở cho việc sử dụng công nghệ, thuận lợi khi tích hợp GenAI.

Bước 3. Xác định nội dung kiến thức cần bổ sung, thời điểm, thời lượng

- Kiến thức về ESD thuộc về *kiến thức nội dung* (CK), còn kiến thức về sử dụng GenAI trong dạy học thuộc về *kiến thức công nghệ* (TK).

- *Kiến thức nội dung* ESD nên được dạy trước để người học rèn luyện kỹ năng xây dựng bối cảnh hoặc chọn tiêu chí đầu ra cho sản phẩm STEM có gắn liền với vấn đề phát triển bền vững; *Kiến thức công nghệ* về GenAI nên cung cấp sau để tạo cơ hội cho người học tìm kiếm thêm ý tưởng mới, đối chiếu ý tưởng của bản thân đã có với gợi ý từ GenAI.

- Thời gian dành cho mỗi loại kiến thức là 2 tiết (tổng cộng 4 tiết) để không làm ảnh hưởng nhiều đến thời lượng đã phân bổ chính thức cho học phần (2 tín chỉ, tương đương khoảng 40 tiết trên lớp, không kể thời gian tự nghiên cứu ở nhà của người học) đồng thời

³ Gồm có: Phương pháp dạy học (PPDH) Hình học, PPDH Đại số và Giải tích, PPDH Toán ứng dụng, Thực hành dạy học môn Toán, Kiểm tra, đánh giá trong giáo dục môn Toán, Phát triển chương trình môn Toán.

phù hợp với mức độ nội dung nhập môn và mục tiêu tích hợp trong một học phần.

- Nội dung chính của mỗi loại kiến thức này được xác định trong bảng sau:

Bảng 2. Bảng phân bổ nội dung chính của kiến thức cần bổ sung

Kiến thức	Nội dung chính của kiến thức cần bổ sung	Thời lượng
Kiến thức nội dung về ESD	1. Phát triển bền vững: khái niệm, 3 trụ cột, 17 mục tiêu. 2. Dấu chân sinh thái. 3. Một số hành động vì các mục tiêu phát triển bền vững. 4. Giáo dục vì sự phát triển bền vững. 5. Dạy học Toán theo định hướng giáo dục vì sự phát triển bền vững.	2 tiết
Kiến thức công nghệ về GenAI	1. GenAI: khái niệm, sơ đồ vận hành 2. Prompt và cách viết prompt. 3. Một số mô hình GenAI thông dụng. 4. Ví dụ minh họa và so sánh kết quả giữa các mô hình GenAI.	2 tiết

Các nội dung này được tích hợp vào hoạt động thiết kế và tổ chức dạy học STEM, qua đó phát triển *kiến thức sự phạm* (PK) của người học.

3.4. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự kết hợp giữa khung TPACK và công nghệ đào tạo cung cấp một cơ sở lý luận và phương pháp vững chắc cho việc thiết kế chương trình đào tạo giáo viên: TPACK định hướng cần bồi dưỡng *cái gì*; còn *công nghệ đào tạo* định hướng tích hợp vào chương trình hiện có *bằng cách nào* mà không phá vỡ cấu trúc đào tạo. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu trước cho rằng TPACK cần được kết hợp với các mô hình thiết kế dạy học để đảm bảo tính khả thi trong đào tạo giáo viên.

Việc chọn học phần “Tổ chức dạy học chủ đề STEM ở trường phổ thông” để tích hợp kiến thức cần bổ sung ESD và GenAI cho thấy khả năng tích hợp nội dung mới mà không làm thay đổi cấu trúc chương trình, nghĩa là không cần lập học phần mới mà chỉ cần tận dụng quỹ thời gian hiện có. Điều này phù hợp với xu hướng tích hợp nội dung mới vào chương trình đào tạo hiện có thay vì mở rộng chương trình.

Đặc biệt, trình tự dạy ESD trước giúp sinh viên xây dựng bối cảnh thực tiễn (mục tiêu bền vững, tư duy hệ thống, quyết định có trách nhiệm), tạo ra vấn đề có thể giải quyết bằng Toán học một cách thủ công (tránh lạm dụng GenAI ngay từ đầu). Còn GenAI được dạy sau để gia tăng chất lượng thiết kế: làm nảy sinh/điều chỉnh tình huống, gợi ý dữ liệu, hỗ trợ tạo rubric, mô phỏng... song vẫn cần yêu cầu chỉnh sửa thủ công để tránh lệ thuộc. Cách sắp xếp này phù hợp với quan điểm kiến tạo trong học tập, trong đó người học cần xây dựng hiểu biết trước khi sử dụng công cụ hỗ trợ.

Vấn đề thời lượng 4 tiết (2 tiết dành cho ESD, dạy cách quăng với 2 tiết dành cho GenAI) cho khối kiến thức cần bổ sung là hợp lý trong một học phần 2 tín chỉ và vẫn bảo đảm mục tiêu đào tạo của học phần đã có. Danh mục nội dung kiến thức bổ sung vừa đủ để sinh viên vận dụng vào xây dựng chủ đề STEM. Thời lượng này phù hợp với mục tiêu tích hợp ở mức nhập môn, tránh gây quá tải nhận thức cho người học.

Tuy nhiên, việc triển khai còn đối mặt với các thách thức như năng lực sư phạm và công nghệ của giảng viên, nhận thức của sinh viên về ESD, nguy cơ sử dụng GenAI thiếu phản biện và chính sách sử dụng AI tại cơ sở đào tạo (truy cập GenAI).

4. Kết luận

Nghiên cứu đóng góp ba điểm chính:

(1) Giải pháp đào tạo: Nghiên cứu đã đặt ra và giải quyết vấn đề tích hợp ESD và GenAI vào chương trình đào tạo sinh viên sư phạm Toán thông qua học phần “*Tổ chức dạy học chủ đề STEM ở trường phổ thông*”. Trên cơ sở phân tích bối cảnh giáo dục hiện nay, các chính sách quốc gia, yêu cầu nghề nghiệp của giáo viên tương lai, và khung lý thuyết TPACK kết hợp với Công nghệ đào tạo (Ingénierie de formation), nghiên cứu đã làm rõ cơ sở khoa học và thực tiễn cho việc bổ sung hai nhóm kiến thức này vào chương trình đào tạo hiện hành. Điểm mới của nghiên cứu nằm ở việc tích hợp đồng thời ESD và GenAI trong bối cảnh giáo dục STEM với Toán là môn học trung tâm.

(2) Mô hình tích hợp: Điểm mạnh về cách tiếp cận của nghiên cứu là thiên về cải tiến từ bên trong của chương trình đã có (intra-curricular improvement) thay vì thêm gánh nặng tăng số tín chỉ nếu mở học phần mới. Nhờ vậy, tăng khả năng chấp nhận chương trình đào tạo có tích hợp kiến thức cần bổ sung ở cấp khoa/chương trình.

(3) Gắn với xu hướng toàn cầu (ESD và AI):

Những kết quả này không chỉ góp phần đề xuất một hướng tiếp cận khả thi để nâng cao chất lượng đào tạo sinh viên sư phạm Toán, mà còn cho thấy tiềm năng xây dựng mô hình đào tạo thích ứng với các xu thế giáo dục quan trọng của thế giới: phát triển bền vững và trí tuệ nhân tạo (cụ thể là khai thác và sử dụng AI tạo sinh). Đây là các xu thế đòi hỏi giáo viên tương lai không chỉ có năng lực chuyên môn và sư phạm, mà còn phải có năng lực công nghệ và tư duy trách nhiệm đối với môi trường, xã hội.

Trong giai đoạn tiếp theo, chúng tôi phát triển kịch bản đào tạo chi tiết, triển khai thực nghiệm, và đánh giá hiệu quả dựa trên hồ sơ học tập của sinh viên, phản hồi của giảng viên, và chất lượng sản phẩm STEM có tích hợp ESD và GenAI. Những kết quả đó sẽ được giới thiệu trong bài báo tiếp theo.

Đóng góp chính của nghiên cứu nằm ở việc đề xuất một quy trình đào tạo có cấu trúc và khả năng chuyển giao, cho phép tích hợp đồng thời ESD và GenAI trong bối cảnh giáo dục STEM với Toán là môn học trung tâm—một lĩnh vực còn ít được quan tâm trong các nghiên cứu trước. Mô hình này góp phần thúc đẩy đổi mới đào tạo giáo viên theo định hướng phát triển bền vững và chuyển đổi số.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alasadi, E. A., & Baiz, C. R. (2023). *Generative AI in education and research: Opportunities, concerns, and solutions*. *Journal of Chemical Education*, 100(8), 2965–2971. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00323>
- Albareda-Tiana, S., Vidal-Raméntol, S., Pujol-Valls, M., & Fernández-Morilla, M. (2018). Holistic approaches to develop sustainability and research competencies in pre-service teacher training. *Sustainability*, 10(10), 3698. <https://doi.org/10.3390/su10103698>
- Anne-Laure, L., & Thiery, P. (2019). *Ingénierie de la formation : des outils pour l'analyse et pour l'action*. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 11(89), 22-31.
- Ardouin, T. (2013). *Ingénierie de formation* (4th ed.). Dunod.
- Belkina, M., Daniel, S., Nikolic, S., Haque, R., Lyden, S., Neal, P., Grundy, S., & Hassan, G. M. (2025). *Implementing Generative AI (GenAI) in Higher Education: A Systematic Review of Case Studies*. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100407>
- Government of Vietnam. (2017). *Quyết định số 622/QĐ-TTg về việc ban hành Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện Chương trình nghị sự 2030 vì sự phát triển bền vững* [Decision No. 622/QĐ-TTg on promulgating the national action plan for implementing the 2030 Agenda for Sustainable Development].
- Hébrard, P. (2011). L'ingénierie de formation: ce qui en relève et ce qui lui échappe. *TransFormations*, (N°5), 109–122. Université de Lille.
- Le Boterf G., & Viallet F. (1976). *Métiers de formateurs*. Epi, Paris, 1976. In: Bulletin de psychologie, tome 30 n°326, 113–114.
- Le Boterf G. (1985). L'ingénierie du développement des res sources humaines: de quoi s'agit-il?, *Éducation Permanente*, n°81, 7–23.
- Le Boterf, G. (2011). L'ingénierie de la formation: quelles définitions et quelles évolutions? *Traité des sciences et des techniques de la formation* (p. 383–400). Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.carre.2011.01.0383>.
- Ministry of Education and Training. (2017). *Quyết định số 2161/QĐ-BGDĐT về việc ban hành Kế hoạch thực hiện mục tiêu phát triển bền vững lĩnh vực giáo dục và đào tạo đến năm 2025 và định hướng đến năm 2030* [Decision No. 2161/QĐ-BGDĐT on promulgating the action plan for implementing sustainable development goals in the education and training sector to 2025, with orientations to 2030].
- Ministry of Education and Training. (2025). *Quyết định số 3439/QĐ-BGDĐT ban hành Khung nội dung thí điểm giáo dục trí tuệ nhân tạo cho học sinh phổ thông* [Decision No. 3439/QĐ-BGDĐT on promulgating the pilot content framework for artificial intelligence education for general education students].
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108, 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684>.
- Nguyen, T. P. L., Nguyen, T. H., & Tran, T. K. (2020). STEM education in secondary schools: teachers' perspective towards sustainable development. *Sustainability*, 12(21), 8865. <https://doi.org/10.3390/su12218865>
- Pegalajar-Palomino, M., Burgos-García, A., & Martinez-Valdivia, E. (2021). What does education for sustainable development offer in initial teacher training? A systematic review. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 23(1) 99–114. <https://doi.org/10.2478/jtes-2021-0008>

- Shulman, L.S. (1986) Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Tang, M. D., & Do, P. N. K. (2025). Đề xuất quy trình đào tạo giáo viên toán về m-learning: một tiếp cận dựa trên mô hình TPACK [A TPACK-based training model for mathematics teachers in m-learning integration]. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 22(4), 660-668. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.4.4573\(2025\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.4.4573(2025))
- UNESCO. (2018). *Integrating Education for Sustainable Development (ESD) in Teacher Education on South-East Asia*. A Guide for Teacher Educators. UNESCO Bangkok office
- Vu, N.T.H., & Le, N.U.P., (2025). Tích hợp giáo dục vì sự phát triển bền vững với phát triển năng lực số trong dạy học toán ở trung học [Integrating education for sustainable development with digital competency development in teaching mathematics at high school]. *International Conference on Interdisciplinary Research on Environmental, Social, and Governance Strategies for the Sustainable Development Goals (CIRES 2025)*. Proceedings (p. 607–616), ISBN: 978-604-76-3120-9.

A TRAINING PROCESS FOR PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS INTEGRATING ESD AND GenAI IN STEM EDUCATION

Vu Nhu Thu Huong^{1*}, Le Nguyen Uyen Phuong², Nguyen Anh Quoc³

¹*Ho Chi Minh City University of Education, Vietnam*

²*Le Hong Phong High School for the Gifted, Ho Chi Minh City, Vietnam*

³*Nguyen Huu Canh High School, An Giang, Vietnam*

^{*}*Corresponding author: Vu Nhu Thu Huong – Email: huongvnt@hcmue.edu.vn*

Received: March 12, 2026; Revised: May 19, 2026; Accepted: June 25, 2026

ABSTRACT

Education for Sustainable Development (ESD) and the use of Generative Artificial Intelligence (GenAI) are two emerging trends that have gained increasing attention in contemporary education. Several studies in STEM education have demonstrated that integrating ESD into learning topics is both feasible and meaningful. Other studies have also indicated that certain STEM topics incorporating artificial intelligence (AI) technologies can be effective, particularly when Science, Technology, or Informatics serves as the core subject. However, the integration of ESD and AI has received limited attention in STEM topics where Mathematics plays a central role. This paper adopts a narrative review approach, in which relevant and representative studies on ESD, GenAI, and STEM education in teacher education are selected and analyzed to synthesize the theoretical foundations for proposing a training process. The study proposes a training process based on the four-stage framework of Ingénierie de formation and extends it into six phases: (1) identifying required knowledge; (2) selecting integrative courses; (3) determining content, timing, and duration; (4) designing the training plan; (5) implementation; and (6) evaluation and refinement. The application of this process to the development of a training plan for pre-service mathematics teachers—aimed at simultaneously enhancing ESD content knowledge and GenAI technological competence within the TPACK framework—indicates its feasibility in design and implementation. The study contributes a structured and transferable training process for teacher education programs, supporting the integration of sustainable development and emerging technologies in K–12 STEM education.

Keywords: education for sustainable development; GenAI; pre-service mathematics teacher education; STEM education; training engineering; training process