

MỘT SỐ NGHIÊN CỨU VỀ NĂNG LỰC DẠY HỌC STEM TRÊN THẾ GIỚI VÀ ĐỀ XUẤT KHUNG NĂNG LỰC DẠY HỌC STEM CHO SINH VIÊN NGÀNH SƯ PHẠM VẬT LÝ

A review of global research on STEM teaching competencies and a proposed competency framework for Pre-service Physics teacher education students

Nguyễn Thị Nhị*, Lê Minh Thanh Châu, Nguyễn Đăng Thuấn

Trường Đại học Sài Gòn

Tóm tắt

Trong bối cảnh giáo dục hiện đại chú trọng phát triển năng lực người học và tăng cường tích hợp liên môn, giáo dục STEM trở thành định hướng chiến lược trong đào tạo giáo viên phổ thông. Sinh viên ngành sư phạm Vật lý, với nền tảng khoa học tự nhiên vững chắc, được xem là lực lượng chủ chốt trong triển khai dạy học STEM. Tuy nhiên, hiện nay vẫn thiếu một khung năng lực chính thức dành riêng cho nhóm đối tượng này tại Việt Nam. Bài báo tổng quan một số nghiên cứu quốc tế tiêu biểu, từ đó đề xuất khung năng lực dạy học STEM gồm bốn thành tố: nhận thức, thiết kế, tổ chức – đánh giá và tích hợp công nghệ theo mô hình TPACK. Khung năng lực này được xây dựng theo hướng có thể quan sát, đánh giá được và phù hợp với chương trình đào tạo, thực tiễn giảng dạy và văn bản hướng dẫn hiện hành.

Từ khóa: năng lực dạy học STEM; sinh viên; sư phạm Vật lý; giáo dục STEM.

Abstract

In the context of modern education emphasizing competency development and interdisciplinary integration, STEM education has emerged as a strategic orientation in teacher training programs. Pre-service physics teacher education students, with their solid foundation in natural sciences, are considered a key force in effectively implementing STEM teaching in schools. However, there is currently no official competency framework tailored specifically for this group in Vietnam. This paper reviews several prominent international studies and proposes a STEM teaching competency framework consisting of four components: awareness, instructional design, implementation and assessment, and technology integration based on the TPACK model. The proposed framework is designed to be observable, assessable, and aligned with current teacher education curricula, teaching practices, and policy documents.

Keywords: STEM teaching competency; pre-service students; Physics teacher education; STEM education.

1. Mở đầu

Trong bối cảnh toàn cầu hóa và chuyển đổi số, giáo dục STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) đang trở thành định hướng chiến lược của nhiều quốc gia nhằm chuẩn bị nguồn nhân lực chất lượng cao cho nền kinh tế tri thức và xã hội phát triển bền vững. Giáo dục STEM không chỉ giúp học sinh phát triển kiến thức liên ngành, mà còn trang

*Tác giả liên hệ: ntnhi@sgu.edu.vn

bị cho người học năng lực giải quyết vấn đề thực tiễn, tư duy phản biện, sáng tạo và khả năng hợp tác – đây là những năng lực cần thiết trong thế kỷ XXI [1], [2]. Tại nhiều quốc gia, STEM được xác định là một lĩnh vực ưu tiên trong giáo dục phổ thông, đồng thời gắn với việc nâng cao năng lực và phát triển chuyên môn cho giáo viên [3], [4]. Theo chiến lược giáo dục STEM của Hoa Kỳ, một trong những mục tiêu trọng tâm là chuẩn bị lực lượng lao động STEM cho tương lai, đồng thời hướng tới bảo đảm mọi người dân được tiếp cận suốt đời với giáo dục STEM chất lượng cao. Tại Vương quốc Anh và Australia, các chính sách quốc gia cũng nhấn mạnh vai trò của năng lực STEM đối với phát triển nguồn nhân lực, năng suất và khả năng cạnh tranh của nền kinh tế, đồng thời triển khai các biện pháp nhằm tăng cường giáo dục STEM trong trường học và nâng cao năng lực giáo viên [3], [4], [5].

Trong bối cảnh đó, giáo viên là lực lượng then chốt để triển khai hiệu quả giáo dục STEM. Tuy nhiên, giáo dục STEM đòi hỏi giáo viên phải có năng lực đặc thù, không chỉ am hiểu kiến thức chuyên môn mà còn có khả năng tích hợp các lĩnh vực, thiết kế bài học gắn với thực tiễn, sử dụng công nghệ và tổ chức hoạt động dạy học định hướng năng lực [6]. Việc phát triển năng lực dạy học STEM cho giáo viên, đặc biệt là sinh viên ngành sư phạm, đối tượng tương lai đảm nhiệm vai trò giáo dục, trở thành một yêu cầu cấp thiết trong đào tạo giáo viên hiện đại. Sinh viên ngành sư phạm Vật lý, với nền tảng kiến thức khoa học tự nhiên vững chắc, có tiềm năng lớn trong việc tổ chức dạy học STEM tại trường phổ thông. Tuy nhiên, việc giảng dạy STEM không chỉ dựa vào kiến thức chuyên môn Vật lý mà còn yêu cầu năng lực thiết kế tích hợp liên môn, khả năng vận dụng kiến thức công nghệ - kỹ thuật - toán học trong dạy học, cũng như kỹ năng tổ chức hoạt động thực hành, thí nghiệm sáng tạo. Vì vậy, cần thiết phải xây dựng một khung năng lực dạy học STEM dành riêng cho đối tượng này nhằm hướng dẫn quá trình đào tạo, đánh giá và bồi dưỡng năng lực phù hợp.

Trên thế giới, một số nghiên cứu đã tập trung xây dựng các khung năng lực dạy học STEM cho giáo viên hoặc sinh viên sư phạm. Boon đề xuất ba nhóm năng lực chính: năng lực tích hợp kiến thức STEM, năng lực sư phạm, và năng lực phát triển nghề nghiệp liên tục [6]. Tại Hàn Quốc, Jang phát triển khung năng lực dạy học STEM dựa trên phân tích dữ liệu nghề nghiệp thực tế, với các năng lực cốt lõi như giải quyết vấn đề kỹ thuật, tư duy tính toán, sáng tạo và hợp tác [2]. Ở Mỹ, Lucas, Claxton & Hanson nhấn mạnh vai trò của “tư duy như một kỹ sư” trong đào tạo giáo viên STEM [7]. Các khung năng lực này đều chia sẻ quan điểm rằng: dạy học STEM không chỉ là tích hợp kiến thức, mà còn là quá trình tổ chức hoạt động giáo dục có tính hệ thống, sáng tạo, có khả năng thích ứng với những thay đổi trong môi trường giáo dục và xã hội. Tại Việt Nam, giáo dục STEM đã được chính thức khuyến khích triển khai trong giáo dục trung học thông qua Công văn số 3089/BGDĐT-GDTrH ngày 14/8/2020 của Bộ Giáo dục và Đào tạo [8]. Nhiều nghiên cứu trong nước cũng đã bước đầu đề cập đến vấn đề năng lực STEM, như các công trình của Nguyễn Văn Biên [9], Nguyễn Thành Hải [10], hay Nguyễn Thanh Nga [11]. Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu mới dừng lại ở việc đề xuất khung năng lực STEM cho học sinh phổ thông. Hiện tại, chưa có một khung năng lực dạy học STEM chính thức nào được xây dựng riêng cho sinh viên ngành sư phạm Vật lý, lực lượng có vai trò then chốt trong triển khai giáo dục STEM ở các trường trung học phổ thông. Điều này đặt ra yêu cầu cần thiết phải xây dựng một khung năng lực

phù hợp, có tính định hướng đào tạo, hỗ trợ quá trình giảng dạy, đánh giá và bồi dưỡng sinh viên ngành sư phạm Vật lý trong môi trường giáo dục STEM.

Trước những yêu cầu thực tiễn và khoảng trống trong nghiên cứu hiện nay, bài báo này hướng đến hai mục tiêu chính: (1) Tổng quan một số nghiên cứu trên thế giới về năng lực dạy học STEM, trong đó làm rõ các thành phần năng lực, quan điểm tiếp cận, cách thức thiết kế và ứng dụng khung năng lực trong đào tạo giáo viên. (2) Đề xuất một khung năng lực dạy học STEM phù hợp cho sinh viên ngành sư phạm Vật lý tại Việt Nam, với cấu trúc rõ ràng, có thể vận dụng trong giảng dạy, đánh giá và phát triển chương trình đào tạo giáo viên theo định hướng STEM.

Để đạt được các mục tiêu trên, nghiên cứu tập trung giải quyết các câu hỏi sau:

1. Trên thế giới đã có những mô hình khung năng lực dạy học STEM nào dành cho giáo viên và sinh viên sư phạm? Đặc điểm và cấu trúc của các khung năng lực này là gì?
2. Những thành tố năng lực nào cần thiết để sinh viên ngành sư phạm Vật lý có thể tổ chức dạy học STEM hiệu quả trong bối cảnh đổi mới giáo dục ở Việt Nam?
3. Khung năng lực dạy học STEM đề xuất có đáp ứng được yêu cầu thực tiễn đào tạo và định hướng chương trình giáo dục phổ thông hiện nay không?

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng thiết kế kết hợp trong đó phương pháp phân tích tài liệu định tính được sử dụng để tổng hợp lý thuyết và mô hình khung năng lực dạy học STEM từ các nghiên cứu quốc tế, đồng thời kết hợp với phương pháp xây dựng lý thuyết nhằm đề xuất khung năng lực phù hợp cho sinh viên ngành sư phạm Vật lý tại Việt Nam. Thiết kế kết hợp giúp đảm bảo độ sâu về lý luận và tính thực tiễn cao trong quá trình xây dựng và đề xuất mô hình lý thuyết [12]. Bản chất của nghiên cứu là mô tả – lý giải – tổng hợp – đề xuất, trong đó quá trình tổng quan lý thuyết đóng vai trò nền tảng, tiếp theo là việc phân tích đối chiếu khung năng lực quốc tế, từ đó xác định các thành tố cốt lõi và chỉ báo hành vi phù hợp với điều kiện đào tạo giáo viên tại Việt Nam. Phương pháp phân tích nội dung được sử dụng để xử lý tài liệu học thuật, tài liệu chính sách và chương trình đào tạo, đảm bảo tính toàn diện và hệ thống trong quá trình phân tích [13].

Nghiên cứu cũng triển khai phân tích sơ bộ tính phù hợp của khung năng lực đề xuất thông qua phân tích đối chiếu với chuẩn đầu ra đào tạo sư phạm Vật lý, cấu trúc bài học STEM theo Công văn 3089/BGDĐT [8], và yêu cầu thực tiễn trong dạy học ở trường phổ thông.

Phương pháp nghiên cứu chủ yếu là phân tích nội dung định tính, được hỗ trợ bởi kỹ thuật mã hóa chủ đề và đối chiếu so sánh. Phân tích nội dung là kỹ thuật hiệu quả để xử lý tài liệu phi cấu trúc, đặc biệt là khi phân tích mô hình lý thuyết và cấu trúc năng lực [14]. Quá trình phân tích nội dung bao gồm ba giai đoạn: chuẩn bị (chuẩn hóa tiêu chí), mã hóa (tìm và đặt tên các chủ đề chính), và tổng hợp (liên kết các chủ đề và xây dựng khung logic). Các khung năng lực quốc tế được mã hóa theo các nhóm thành tố phổ biến như: kiến thức

liên ngành, năng lực thiết kế bài học, năng lực tổ chức dạy học, năng lực đánh giá, năng lực công nghệ và phát triển nghề nghiệp. Sau đó, các thành tố được so sánh theo nội dung, cấu trúc và cách tiếp cận để xác định điểm tương đồng, dị biệt và khả năng chuyển giao vào bối cảnh Việt Nam. Song song, kỹ thuật phân tích đối chiếu được sử dụng để đánh giá mức độ phù hợp của các thành tố trong khung năng lực đề xuất với: Chuẩn đầu ra đào tạo sư phạm Vật lý; Cấu trúc bài học STEM theo Công văn 3089; Thực tiễn tổ chức dạy học STEM trong dạy học ở trường phổ thông.

Quy trình nghiên cứu được triển khai theo bốn giai đoạn chính:

Giai đoạn 1: Tổng quan và lựa chọn tài liệu. Tiến hành truy xuất dữ liệu học thuật trên các cơ sở dữ liệu như Scopus, Web of Science, Google Scholar, ERIC. Tiêu chí lựa chọn: tài liệu xuất bản từ năm 2010 trở lại đây, có nội dung liên quan đến khung năng lực giáo viên STEM, có trích dẫn học thuật cao hoặc uy tín chuyên môn quốc tế.

Giai đoạn 2: Phân tích nội dung và mã hóa khung năng lực. Thực hiện phân tích nội dung theo các bước được hướng dẫn bởi Elo & Kyngäs [14], mã hóa các khái niệm cốt lõi, xác định thành tố và chỉ báo năng lực theo mô hình chủ đề – cấu trúc – biểu hiện.

Giai đoạn 3: Xây dựng khung năng lực đề xuất. Kết hợp kết quả mã hóa, kết cấu logic, và đối chiếu với thực tiễn đào tạo sư phạm tại Việt Nam để xây dựng khung năng lực gồm bốn thành tố: nhận thức, thiết kế, tổ chức dạy học và kiểm tra đánh giá, tích hợp công nghệ. Các thành tố được mô tả chi tiết bằng các chỉ báo hành vi, được trình bày theo hướng rõ ràng, có thể đo lường được.

Giai đoạn 4: Đối chiếu và kiểm định sơ bộ tính phù hợp. Sử dụng phương pháp phân tích đối chiếu để kiểm tra mức độ tương thích của khung năng lực với chuẩn đầu ra, nội dung chương trình và yêu cầu dạy học thực tiễn. Từ đó điều chỉnh, tinh gọn và hoàn thiện khung năng lực đề xuất.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Khái niệm năng lực dạy học STEM

Trong thời đại công nghiệp 4.0 và đổi mới giáo dục toàn diện, năng lực dạy học STEM trở thành một yêu cầu tất yếu đối với đội ngũ giáo viên, đặc biệt trong bối cảnh giáo dục hướng đến phát triển năng lực và phẩm chất người học. Giáo dục STEM – tích hợp khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học – không chỉ truyền thụ tri thức chuyên môn mà còn hướng đến phát triển tư duy phản biện, năng lực giải quyết vấn đề, khả năng làm việc nhóm và sáng tạo trong môi trường thực tiễn. Theo Jang, giáo viên cần được trang bị không chỉ kiến thức sâu sắc về các lĩnh vực STEM mà còn khả năng tổ chức hoạt động học tập liên môn, tạo động lực cho học sinh và vận dụng linh hoạt công nghệ trong giảng dạy [2]. Khái niệm năng lực dạy học STEM được nhiều học giả trên thế giới định nghĩa từ góc độ năng lực tích hợp, kết hợp giữa hiểu biết học thuật, kỹ năng sư phạm và khả năng thích ứng với bối cảnh đổi mới. Boon định nghĩa năng lực dạy học STEM là khả năng áp dụng tích hợp kiến thức khoa học tự nhiên, công nghệ, kỹ thuật và toán học vào dạy học, nhằm thiết kế và tổ chức các hoạt động học tập sáng tạo, có tính thực tiễn cao và định hướng phát triển năng

lực người học [6]. Lucas, Claxton và Hanson cũng nhấn mạnh vai trò của tư duy kỹ thuật trong giáo dục STEM, cho rằng giáo viên cần “tư duy như một kỹ sư”, nghĩa là có khả năng phát hiện, phân tích vấn đề, thiết kế giải pháp và điều chỉnh linh hoạt trong quá trình giảng dạy [7]. Về cấu trúc, năng lực dạy học STEM thường bao gồm ba thành phần chính. Thứ nhất là năng lực chuyên môn STEM, tức hiểu biết nền tảng về khoa học tự nhiên, toán học, công nghệ và kỹ thuật, cũng như khả năng tích hợp các nội dung này trong dạy học. Theo Ardianto và cộng sự, giáo viên STEM cần nắm vững cả kiến thức lý thuyết và kỹ năng vận dụng để đảm bảo tính thực hành, sáng tạo trong bài học [15]. Thứ hai là năng lực sư phạm, bao gồm khả năng thiết kế bài học tích hợp, tổ chức hoạt động theo dự án, hướng dẫn học sinh thực hiện quy trình thiết kế kỹ thuật, và sử dụng các phương pháp dạy học lấy người học làm trung tâm. Thứ ba là năng lực đánh giá và giao tiếp, thể hiện qua khả năng xây dựng công cụ đánh giá năng lực học sinh trong môi trường học tập STEM, đồng thời tạo lập môi trường giao tiếp học thuật hiệu quả, hỗ trợ hợp tác và phản hồi kịp thời [6]. Như vậy, năng lực dạy học STEM không đơn thuần là tập hợp các kỹ năng sư phạm hoặc kiến thức chuyên môn, mà là một hệ thống năng lực tích hợp, đa chiều, phản ánh khả năng tổ chức dạy học sáng tạo, thích ứng và hiệu quả trong môi trường liên ngành, gắn với thực tiễn và nhu cầu phát triển năng lực học sinh.

3.2. Các nghiên cứu điển hình về khung năng lực dạy học STEM trên thế giới

Trong hơn một thập kỷ qua, nhiều học giả quốc tế đã phát triển các khung năng lực dạy học STEM nhằm định hướng đào tạo và đánh giá giáo viên trong bối cảnh giáo dục tích hợp. Một trong những công trình tiêu biểu là của Bybee, người đề xuất mô hình dạy học STEM dựa trên tiến trình 5E (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate). Theo ông, năng lực dạy học STEM cần tập trung vào ba trụ cột chính: xác định vấn đề thực tiễn có tính chất STEM; hướng dẫn học sinh sử dụng kiến thức liên ngành để phân tích, lý giải và giải quyết vấn đề; và đánh giá quá trình học tập thông qua các công cụ đa dạng [1]. Mô hình của Bybee nhấn mạnh vai trò chủ động của học sinh và khả năng tổ chức môi trường học tập tích cực của giáo viên. Từ đó, giáo viên cần có năng lực thiết kế các hoạt động mang tính ứng dụng cao, tích hợp đa môn và khuyến khích học sinh sáng tạo trong giải pháp.

Bên cạnh đó, Boon [6] đề xuất một khung năng lực dạy học STEM dựa trên các năng lực thế kỷ XXI, trong đó nhấn mạnh sự phát triển tư duy hệ thống, sáng tạo, hợp tác và thích ứng với thay đổi. Khung năng lực này bao gồm năm nhóm năng lực: hiểu biết liên ngành STEM, tư duy hệ thống và thiết kế kỹ thuật, tổ chức hoạt động dạy học theo dự án, giao tiếp và hợp tác chuyên môn, và phát triển nghề nghiệp liên tục [6]. Boon cho rằng giáo viên cần được huấn luyện để triển khai bài học gắn với quy trình thiết kế kỹ thuật đồng thời sử dụng công nghệ như một phần không thể tách rời trong giảng dạy STEM.

Jang [2] tiếp cận khung năng lực dạy học STEM từ dữ liệu thực tế về yêu cầu nghề nghiệp trong các lĩnh vực STEM, nhằm đảm bảo tính ứng dụng và thực tiễn trong đào tạo giáo viên. Các thành phần năng lực được xác định bao gồm: năng lực giải quyết vấn đề kỹ thuật, năng lực tính toán, hiểu biết bối cảnh và tính ứng dụng của STEM trong xã hội, sáng tạo và đổi mới, cũng như năng lực sử dụng công nghệ mới [2]. Điểm đặc biệt trong mô hình

của Jang là tính linh hoạt và khả năng phản ánh đúng yêu cầu công việc, phù hợp với mục tiêu đào tạo giáo viên thích ứng với nền kinh tế tri thức.

Bảng 1. So sánh các khung năng lực dạy học STEM

Tiêu chí	Bybee [1]	Boon [6]	Jang [2]
Cách tiếp cận	Dạy học tích hợp theo tiến trình 5E	Năng lực thế kỷ XXI	Dữ liệu nghề nghiệp thực tế
Thành phần chính	Thiết kế bài học, giải quyết vấn đề, tiếp, đổi mới đánh giá	Tư duy hệ thống, giao	Năng lực tính toán, đổi mới sáng tạo, giải quyết vấn đề kỹ thuật
Mức độ tích hợp	Cao, dựa trên tích hợp nội dung và quy trình	Rộng, bao gồm cả kỹ năng mềm và phát triển nghề nghiệp	Gắn chặt với yêu cầu nghề nghiệp liên quan đến các lĩnh vực STEM
Ứng dụng	Phổ biến trong đào tạo giáo viên STEM tại Mỹ	Được UNESCO khuyến nghị triển khai	Gắn kết với chương trình đào tạo tại Hàn Quốc

Khi so sánh các khung năng lực của Bybee [1], Boon [6] và Jang [2], có thể nhận thấy sự khác biệt trong cách tiếp cận và cấu trúc, nhưng đồng thời cũng có những điểm tương đồng cốt lõi. Mô hình của Bybee tập trung vào quy trình dạy học và tổ chức lớp học tích cực; trong khi đó, Boon đưa ra cái nhìn toàn diện về năng lực nghề nghiệp trong thế kỷ XXI; còn Jang lại kết nối chặt chẽ giữa đào tạo và yêu cầu thực tế nghề nghiệp. Tuy vậy, tất cả các khung năng lực đều nhấn mạnh đến năng lực tích hợp kiến thức, khả năng tổ chức hoạt động dạy học sáng tạo và phát triển liên tục năng lực nghề nghiệp. Một điểm đáng chú ý là các khung năng lực quốc tế đều đề cao tính linh hoạt và thích ứng, cho phép giáo viên không chỉ thực hiện nhiệm vụ giảng dạy hiệu quả mà còn có thể đổi mới, cải tiến hoạt động dạy học, thích ứng với sự thay đổi nhanh chóng của khoa học và công nghệ. Điều này đặc biệt quan trọng trong bối cảnh giáo dục STEM không ngừng phát triển và đòi hỏi sự cập nhật liên tục từ phía giáo viên. Các nghiên cứu điển hình trên thế giới về khung năng lực dạy học STEM cung cấp nền tảng lý luận vững chắc để phát triển mô hình đào tạo giáo viên phù hợp với bối cảnh Việt Nam. Việc tiếp thu có chọn lọc các khung năng lực này không chỉ giúp định hướng đào tạo sinh viên ngành sư phạm Vật lý theo hướng tích hợp, mà còn là cơ sở để xây dựng hệ thống đánh giá năng lực, đảm bảo chất lượng đào tạo trong thời đại giáo dục đổi mới và toàn cầu hóa.

3.3. Đề xuất khung năng lực dạy học STEM cho sinh viên ngành sư phạm Vật lý

3.3.1. Cơ sở đề xuất

Việc đề xuất khung năng lực dạy học STEM cho sinh viên ngành sư phạm Vật lý không chỉ đáp ứng yêu cầu của chương trình đào tạo giáo viên hiện nay, mà còn gắn liền với

xu thế phát triển giáo dục tích hợp trên thế giới. Trong bối cảnh quốc tế, nhiều mô hình khung năng lực đã được thiết lập với mục tiêu nâng cao năng lực dạy học liên ngành, chuẩn bị cho giáo viên khả năng giảng dạy hiệu quả trong môi trường học tập định hướng STEM. Như đã phân tích, các nghiên cứu tiêu biểu của Bybee [1], Boon [6] và Jang [2] đều đồng thuận rằng giáo viên cần được trang bị hệ thống năng lực toàn diện, bao gồm hiểu biết chuyên môn STEM, kỹ năng thiết kế bài học tích hợp, khả năng tổ chức dạy học theo hướng giải quyết vấn đề và ứng dụng công nghệ một cách hiệu quả. Kế thừa từ những khung năng lực quốc tế nói trên, việc xây dựng một mô hình khung năng lực đặc thù cho sinh viên ngành sư phạm Vật lý tại Việt Nam là cần thiết và mang tính chiến lược. Đặc thù của ngành Vật lý là nền tảng khoa học tự nhiên chặt chẽ, có khả năng kết nối sâu với công nghệ, kỹ thuật và toán học, những yếu tố cốt lõi trong giáo dục STEM [7]. Tuy nhiên, chương trình đào tạo hiện nay tại nhiều trường đại học sư phạm còn thiên về lý thuyết chuyên môn, ít chú trọng đến kỹ năng tích hợp, thiết kế bài học thực tiễn hoặc vận dụng công nghệ hiện đại trong giảng dạy. Điều này dẫn đến sự thiếu hụt năng lực tổ chức dạy học STEM ở đội ngũ giáo viên tương lai [9]. Ngoài ra, việc đề xuất khung năng lực cũng phải đảm bảo tính tương thích với chương trình giáo dục phổ thông hiện hành. Theo Chương trình giáo dục phổ thông 2018, giáo dục hướng đến phát triển năng lực toàn diện cho học sinh, trong đó bao gồm năng lực khoa học, tư duy sáng tạo, giải quyết vấn đề, và ứng dụng công nghệ [16]. Đồng thời, theo Công văn 3089/BGDĐT-GDTrH [8], Bộ Giáo dục và Đào tạo khuyến khích các trường phổ thông triển khai dạy học STEM dựa trên tiến trình kỹ thuật (EDP) và học theo dự án (PBL). Do đó, sinh viên sư phạm cần được trang bị năng lực phù hợp để đáp ứng yêu cầu tổ chức bài học STEM trong thực tiễn nhà trường phổ thông. Từ những căn cứ trên, nhóm nghiên cứu đề xuất một khung năng lực dạy học STEM gồm bốn năng lực thành tố cốt lõi, thể hiện mối quan hệ chặt chẽ giữa năng lực nhận thức, năng lực thiết kế bài học STEM theo định hướng tư duy thiết kế kỹ thuật và dạy học dự án, năng lực tổ chức dạy học bài học STEM và năng lực vận dụng công nghệ trong môi trường giáo dục STEM.

3.3.2. Cấu trúc khung năng lực đề xuất

Chúng tôi đề xuất khung năng lực dạy học STEM cho sinh viên sư phạm Vật lý gồm 4 thành tố. *Thành tố 1: Nhận thức về dạy học STEM.* Năng lực đầu tiên đóng vai trò nền tảng là nhận thức đúng đắn, đầy đủ về giáo dục STEM – cả về bản chất, mục tiêu, vai trò và ý nghĩa trong đổi mới giáo dục. Theo Boon (2019), nhận thức tích cực về giáo dục STEM là điều kiện tiên quyết để giáo viên triển khai hiệu quả các hoạt động tích hợp. Thành tố này phản ánh khả năng của sinh viên trong việc hiểu và phân tích các đặc điểm của giáo dục STEM, phân biệt dạy học: đơn môn, liên môn, tích hợp, và đánh giá được tác động của giáo dục STEM đến người học. *Thành tố 2: Năng lực thiết kế bài học STEM.* Thiết kế bài học STEM là năng lực trung tâm trong khung đề xuất, phản ánh khả năng vận dụng kiến thức chuyên môn và sư phạm để xây dựng kế hoạch dạy học theo định hướng tích hợp. Theo Bybee [1], việc thiết kế bài học STEM cần đảm bảo tính thực tiễn, tính tích hợp và định hướng phát triển năng lực người học thông qua tiến trình giải quyết vấn đề. Sinh viên cần có khả năng lựa chọn nội dung phù hợp, xây dựng tình huống thực tiễn, xác định chuẩn đầu ra

và lựa chọn phương pháp dạy học tích hợp hiệu quả. *Thành tố 3: Năng lực tổ chức dạy học bài học STEM theo dự án/ quy trình thiết kế kỹ thuật (PBL/EDP)*. Tổ chức dạy học theo dự án (Project-Based Learning - PBL) và quy trình thiết kế kỹ thuật (Engineering Design Process - EDP) là hai phương pháp được Bộ GD&ĐT khuyến khích trong triển khai giáo dục STEM ở phổ thông. Sinh viên sư phạm cần làm chủ quy trình tổ chức lớp học, hướng dẫn học sinh thực hiện nhiệm vụ học tập, điều phối nhóm, xử lý tình huống và tạo môi trường học tập sáng tạo. Theo Thomas [19], năng lực triển khai PBL hiệu quả là chỉ báo rõ ràng của giáo viên dạy học tích hợp chất lượng cao. *Thành tố 4: Năng lực tích hợp công nghệ vào dạy học bài học STEM (TPACK)*. Mô hình TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) của Mishra và Koehler [18] chỉ ra rằng, để dạy học hiệu quả trong thời đại số, giáo viên cần kết hợp chặt chẽ giữa kiến thức công nghệ, kiến thức sư phạm và kiến thức chuyên môn. Trong giáo dục STEM, công nghệ không chỉ là công cụ hỗ trợ, mà còn là nội dung và phương tiện học tập thiết yếu. Do đó, sinh viên sư phạm cần thành thạo trong việc lựa chọn, vận dụng và tích hợp công nghệ vào thiết kế – tổ chức – đánh giá bài học STEM. Các biểu hiện của các năng lực thành tố được mô tả trong bảng 2.

Bảng 2. Khung năng lực dạy học STEM của SV ngành sư phạm Vật lý

STT	Năng lực thành phần	Biểu hiện
1	Nhận thức về dạy học STEM	1.1. Xác định được bản chất, mục tiêu và vai trò của giáo dục STEM trong bối cảnh đổi mới giáo dục.
		1.2. Phân biệt được các cách tiếp cận dạy học khác nhau (đơn môn, tích hợp, liên môn, liên ngành).
		1.3. Phân tích được vai trò và ý nghĩa của dạy học STEM đối với phát triển năng lực người học phổ thông.
2	Năng lực thiết kế bài học STEM trong môn Vật lý	2.1. Lựa chọn nội dung kiến thức liên quan và tích hợp giữa các lĩnh vực STEM trong một bài học.
		2.2. Xác định được mục tiêu bài học, chuẩn đầu ra và thiết kế hoạt động học phù hợp với năng lực cần phát triển trong môn Vật lý.
		2.3. Xây dựng được kế hoạch bài học STEM theo tiến trình phù hợp với môn Vật lý
3	Năng lực tổ chức dạy học bài học STEM theo dự án/ quy trình thiết kế kỹ thuật (PBL/EDP) trong môn Vật lý	3.1. Hướng dẫn học sinh xác định vấn đề, phân công vai trò nhóm và xây dựng kế hoạch học tập theo dự án.
		3.2. Điều phối hoạt động nhóm, hỗ trợ học sinh trong quá trình chế tạo, thử nghiệm và cải tiến sản phẩm học tập.
		3.3. Tổ chức được hoạt động đánh giá tiến trình và sản phẩm học tập của học sinh theo tiêu chí cụ thể.

STT	Năng lực thành phần	Biểu hiện
4	Năng lực tích hợp công nghệ vào dạy học bài học STEM (TPACK) trong môn Vật lý	4.1. Sử dụng thành thạo phần mềm hỗ trợ thiết kế bài học và mô phỏng kỹ thuật (ví dụ: PhET, GeoGebra, Tinkercad) trong môn Vật lý.
		4.2. Vận dụng công nghệ để hỗ trợ đánh giá năng lực học sinh trong quá trình thực hiện dự án (ví dụ: Padlet, Kahoot, Google Forms).
		4.3. Kết hợp hợp lý giữa công nghệ, phương pháp dạy học và nội dung chuyên môn nhằm tăng hiệu quả học tập.

Khung năng lực được đề xuất gồm bốn năng lực thành tố mang tính liên kết chặt chẽ, tạo thành nền tảng toàn diện cho sinh viên ngành sư phạm Vật lý trong việc triển khai hiệu quả các hoạt động dạy học STEM tại phổ thông. Mỗi thành tố được cụ thể hóa bằng hệ thống chỉ báo hành vi rõ ràng, giúp xác định được mức độ đạt năng lực và làm căn cứ cho việc xây dựng công cụ đánh giá, cũng như phát triển chương trình đào tạo, bồi dưỡng giáo viên. Trong các nghiên cứu tiếp theo, nhóm tác giả sẽ tiến hành kiểm định độ tin cậy và độ giá trị của khung năng lực này thông qua các phương pháp chuẩn hóa như Delphi, khảo sát, và phân tích thống kê.

3.4. Phân tích sự phù hợp của khung năng lực đề xuất

3.4.1. Đối chiếu với chuẩn đầu ra chương trình đào tạo sư phạm Vật lý

Khung năng lực dạy học STEM đề xuất cho sinh viên ngành sư phạm Vật lý được xây dựng nhằm đáp ứng yêu cầu của chuẩn đầu ra trong chương trình đào tạo giáo viên, đặc biệt là theo Thông tư số 17/2021/TT-BGDĐT về quy định chuẩn chương trình đào tạo giáo viên trình độ đại học. Theo đó, năng lực người học cần đạt được sau khi tốt nghiệp bao gồm ba trụ cột: năng lực chuyên môn, năng lực sư phạm và năng lực phát triển nghề nghiệp. Khung năng lực đề xuất với bốn thành tố: từ nhận thức STEM, thiết kế bài học, tổ chức dạy học theo dự án/kỹ thuật, đến tích hợp công nghệ, đều có sự tương thích rõ ràng với các yêu cầu này. Trước hết, về năng lực chuyên môn, sinh viên cần nắm chắc kiến thức khoa học cơ bản và có khả năng liên hệ thực tiễn. Việc xây dựng thành tố “nhận thức về dạy học STEM” trong khung năng lực giúp người học nhận diện đúng bản chất tích hợp của các lĩnh vực khoa học, kỹ thuật, công nghệ và toán học. Jang [2] nhấn mạnh rằng, để triển khai được dạy học STEM hiệu quả, giáo viên cần hiểu sâu về cấu trúc liên ngành và mối quan hệ giữa lý thuyết và ứng dụng. Tiếp theo, năng lực sư phạm được phát triển mạnh mẽ thông qua các thành tố như “thiết kế bài học STEM” và “tổ chức dạy học theo PBL/EDP”. Theo Bybee [1], thiết kế một bài học STEM thành công đòi hỏi người giáo viên phải tư duy như một kỹ sư, tức là khả năng xác định vấn đề, phân tích giải pháp, tổ chức quy trình học tập, và định hướng đánh giá dựa trên năng lực học sinh. Các yêu cầu này đều được phản ánh đầy đủ trong khung năng lực đề xuất. Cuối cùng, năng lực phát triển nghề nghiệp liên tục – một trong những trụ cột của đào tạo giáo viên hiện đại [17], được thể hiện qua thành tố “tích hợp công

nghệ vào dạy học STEM”. Theo Mishra và Koehler, mô hình TPACK là nền tảng quan trọng giúp giáo viên vận dụng công nghệ vào hoạt động dạy học một cách hợp lý và sáng tạo, góp phần hình thành thói quen tự học, tự bồi dưỡng, và thích ứng với sự thay đổi công nghệ trong giáo dục [18].

3.4.2. Đối chiếu với tiến trình tổ chức bài học STEM theo Công văn 3089/BGDĐT [17]

Công văn 3089/BGDĐT-GDTrH ban hành năm 2020 quy định rõ tiến trình dạy học STEM trong trường phổ thông gồm 5 bước: (1) xác định vấn đề/thách thức thực tiễn; (2) nghiên cứu kiến thức nền và đề xuất giải pháp; (3) trình bày phương án thiết kế; (4) chế tạo, thử nghiệm và đánh giá sản phẩm; (5) trình bày, chia sẻ và cải tiến. Đây là quy trình được xây dựng dựa trên các nguyên tắc của mô hình Engineering Design Process (EDP) trong giáo dục STEM [6]; [7]. Việc đối chiếu với khung năng lực cho thấy có sự tương thích hoàn toàn. Thành tố “nhận thức về dạy học STEM” cho phép sinh viên hiểu rõ và vận dụng linh hoạt từng bước trong quy trình tổ chức bài học. Sinh viên không chỉ nắm được khái niệm, mà còn có thể phân tích vai trò của từng bước trong tiến trình học tập. Thành tố “thiết kế bài học STEM” giúp sinh viên chuyển hóa tiến trình EDP thành cấu trúc bài giảng cụ thể, xác định rõ mục tiêu học tập, nội dung kiến thức tích hợp, và hệ thống hoạt động học sinh cần thực hiện. Điều này phù hợp với bước 1 và 2 trong quy trình dạy học STEM. Thành tố “tổ chức dạy học PBL/EDP” đáp ứng yêu cầu thực hiện các bước còn lại (bước 3 đến 5), nơi giáo viên cần điều phối học sinh thực hiện dự án, hướng dẫn kỹ thuật chế tạo, hỗ trợ phân tích – đánh giá – cải tiến sản phẩm. Theo Thomas, để thành công với phương pháp dạy học theo dự án, giáo viên cần có khả năng quản lý tiến trình, phân tích nhiệm vụ học sinh, và điều chỉnh kịp thời các yếu tố trong quá trình triển khai [19]. Đặc biệt, trong bối cảnh chuyển đổi số trong giáo dục, thành tố “tích hợp công nghệ” trong khung năng lực giúp sinh viên thực hiện các bước của tiến trình bằng các công cụ số như mô phỏng kỹ thuật (Tinkercad, PhET), xây dựng biểu mẫu đánh giá trực tuyến (Google Forms, Padlet) và hỗ trợ chia sẻ kết quả (Jamboard, Canva, Zoom...).

3.4.3. Phân tích tính ứng dụng trong thực tiễn dạy và học

Tính khả thi và ứng dụng cao là một tiêu chí quan trọng để đánh giá hiệu quả của khung năng lực trong môi trường sư phạm. Với khung năng lực đề xuất, sinh viên ngành sư phạm Vật lý có thể áp dụng vào ba nhóm hoạt động chính trong thực tiễn đào tạo: (1) xây dựng kế hoạch dạy học STEM; (2) thực hiện giảng dạy thử nghiệm trong thực tập sư phạm; và (3) triển khai các đề tài nghiên cứu giáo dục STEM. Trong hoạt động thực tập tại trường phổ thông, sinh viên sẽ được yêu cầu dạy các chủ đề tích hợp theo định hướng STEM. Việc sử dụng khung năng lực làm công cụ hướng dẫn giúp sinh viên xác định rõ mục tiêu bài học, định hướng tổ chức dạy học, và lựa chọn nội dung phù hợp. Ngoài ra, các chỉ báo hành vi cụ thể trong từng thành tố năng lực còn giúp sinh viên tự đánh giá và điều chỉnh quá trình dạy học một cách hiệu quả. Điều này đặc biệt quan trọng vì các cơ sở thực tập thường có yêu cầu linh hoạt, tùy theo trình độ học sinh và cơ sở vật chất tại trường. Không chỉ trong giảng dạy, khung năng lực còn là cơ sở để phát triển các đề tài nghiên cứu hành động, tiểu luận hoặc khóa luận tốt nghiệp liên quan đến giáo dục STEM. Sinh viên có thể sử dụng

khung năng lực như một thang đo để khảo sát, đánh giá năng lực bản thân hoặc học sinh, từ đó xây dựng các mô hình cải tiến giảng dạy phù hợp. Điều này cũng góp phần thúc đẩy tư duy nghiên cứu sư phạm – một năng lực quan trọng của giáo viên hiện đại [17]; [20].

4. Kết luận

Trong bối cảnh giáo dục toàn cầu chuyển mạnh sang định hướng phát triển năng lực người học, giáo dục STEM đã và đang khẳng định vai trò như một mô hình tích hợp tiên tiến, đáp ứng yêu cầu đổi mới dạy học và chuẩn bị cho thế hệ trẻ bước vào xã hội tri thức thế kỷ XXI. Một trong những yếu tố then chốt đảm bảo sự thành công của mô hình này chính là năng lực chuyên môn và nghiệp vụ của đội ngũ giáo viên, trong đó sinh viên sư phạm, những giáo viên tương lai, đóng vai trò nền tảng. Việc xây dựng một khung năng lực dạy học STEM dành riêng cho sinh viên ngành sư phạm Vật lý vì vậy mang tính cấp thiết cả về phương diện lý luận lẫn thực tiễn. Trên cơ sở tổng quan các nghiên cứu quốc tế tiêu biểu, kết hợp với phân tích yêu cầu của chương trình giáo dục phổ thông mới và chương trình đào tạo giáo viên hiện hành tại Việt Nam, nghiên cứu đã đề xuất một khung năng lực gồm bốn thành tố: nhận thức về dạy học STEM, năng lực thiết kế bài học, năng lực tổ chức và đánh giá theo hướng dự án hoặc kỹ thuật, và năng lực tích hợp công nghệ theo mô hình TPACK. Mỗi thành tố được cụ thể hóa bằng hệ thống các chỉ báo hành vi rõ ràng, có thể quan sát và đánh giá được, qua đó tạo cơ sở cho việc đào tạo, tự đánh giá và phát triển năng lực nghề nghiệp của sinh viên trong suốt quá trình học tập và thực hành. Khung năng lực cũng được đối chiếu với chương trình đào tạo giáo viên ngành sư phạm Vật lý và tiến trình tổ chức dạy học STEM theo Công văn 3089/BGDĐT (2020), cho thấy sự tương thích cao với các chuẩn đầu ra về kiến thức, kỹ năng và phẩm chất nghề nghiệp. Ngoài vai trò như công cụ đánh giá và đào tạo trong nhà trường, khung còn có tính ứng dụng cao trong thực tiễn sư phạm: sinh viên có thể sử dụng để thiết kế bài giảng, thực hiện nghiên cứu hành động, hoặc phát triển kế hoạch học tập cá nhân. Từ những phân tích trên, có thể khẳng định khung năng lực đề xuất là cần thiết, khả thi và phù hợp với bối cảnh đổi mới giáo dục tại Việt Nam.

Tuy nhiên nghiên cứu này có một số hạn chế như Khung năng lực mới dừng lại ở mô hình lý thuyết được xây dựng dựa trên phân tích tài liệu và đối chiếu chuẩn đầu ra, chưa có dữ liệu thực nghiệm để chứng minh độ tin cậy và giá trị trong thực tiễn; Khung năng lực được nghiên cứu riêng cho nhóm sinh viên ngành sư phạm Vật lý. Dù đặc thù môn Vật lý có tính kết nối sâu sắc với công nghệ và kỹ thuật, điều này vẫn tạo ra giới hạn về khả năng khái quát hóa mô hình sang các chuyên ngành sư phạm khác như Toán học, Hóa học hay Sinh học. Nghiên cứu kiến nghị tiếp tục kiểm nghiệm khung qua các phương pháp chuẩn hóa (Delphi, khảo sát chuyên gia, ...) và xây dựng bộ công cụ đánh giá chi tiết nhằm nâng cao tính ứng dụng và độ tin cậy của khung trong các bối cảnh đào tạo khác nhau. Đồng thời mở rộng đối tượng nghiên cứu sang các ngành khoa học cơ bản khác để tiến tới xây dựng một khung năng lực dạy học STEM liên ngành, toàn diện.

“Lời cảm ơn: Bài báo này là sản phẩm của đề tài nghiên cứu mã số CS.2025.A4.013 được tài trợ bởi Trường Đại học Sài Gòn”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- R. W. Bybee, “Advancing STEM education: A 2020 vision,” *Technol. Eng. Teach.*, vol. 70, no. 1, p. 30, 2010.
- H. Jang, “Identifying 21st century STEM competencies using workplace data,” *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 25, pp. 284–301, 2016, <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9593-1>.
- TREASURY, H. M. Our plan for growth: science and innovation. *HM Treasury: London, UK*, 2014.
- COUNCIL, Education. National STEM school education strategy 2016–2026: A comprehensive plan for science, technology, engineering and mathematics education in Australia. *Carlton (AU): Author*, 2015.
- PRINSLEY, R.; AUSTRALIA’S, S. T. E. M. Workforce-Science. *Technology, Engineering and Mathematics, Office of the Chief Scientist*, 2016.
- S. Boon Ng, “Exploring STEM competences for the 21st century,” 2019, UNESCO International Bureau of Education, IBE/2019/WP/CD/30 REV.
- B. Lucas, G. Claxton, and J. Hanson, “Thinking Like an Engineer: Implications for the education system,” 2014. <http://www.raeng.org.uk/news/news-releases/2014/may/do-you-think-like-an-engineer>.
- Bộ Giáo dục và Đào tạo, *Công văn số 3089/BGDĐT-GDTrH về việc hướng dẫn tổ chức giáo dục STEM trong giáo dục trung học*, 2020.
- N. V. Biên, *Giáo dục STEM trong nhà trường phổ thông*. NXB Giáo dục Việt Nam, 2019.
- N. T. Hải, *Giáo dục STEM/STEAM từ trải nghiệm thực hành đến tư duy sáng tạo*. Nhà xuất bản trẻ, 2019.
- Nguyễn Thanh Nga, Trần Thị Xuân Quỳnh, Nguyễn Phương Uyên, and Tạ Thanh Trung, “Một số nghiên cứu về năng lực STEM trên thế giới và đề xuất khung năng lực STEM cho học sinh phổ thông tại Việt Nam,” *Tạp chí Giáo dục*, vol. 22, no. 10, pp. 48–53, 2022.
- V. L. Plano Clark, “Mixed methods research,” *J. Posit. Psychol.*, vol. 12, no. 3, pp. 305–306, 2017.
- K. Krippendorff, *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage publications, 2018.
- S. Elo and H. Kyngäs, “The qualitative content analysis process,” *J. Adv. Nurs.*, vol. 62, no. 1, pp. 107–115, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>
- D. Ardianto, H. Firman, A. Permanasari, and T. R. Ramalis, “What is Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Literacy?,” in *3rd Asian Education Symposium (AES 2018)*, Atlantis Press, 2019, pp. 381–384. 10.2991/aes-18.2019.86

- Bộ Giáo dục và Đào tạo, *Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể*. Hà Nội, Việt Nam: Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, 2018.
- L. Darling-Hammond et al., *Empowered educators: How high-performing systems shape teaching quality around the world*. John Wiley & Sons, 2017.
- P. Mishra and M. J. Koehler, “Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge,” *Teach. Coll. Rec.*, vol. 108, no. 6, pp. 1017–1054, 2006.
- J. W. Thomas, “A review of research on project-based learning,” 2000.
- L. S. Shulman, “Knowledge and teaching: Foundations of the new reform,” *Teach. Educ. Major Themes Educ. York Macmillan*, pp. 119–145, 2006.
<https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>

Ngày nhận bài: 16/7/2025

Ngày nhận đăng: 07/4/2026