

ĐỀ XUẤT KHUNG NĂNG LỰC DẠY HỌC STEM CỦA SINH VIÊN NGÀNH SƯ PHẠM TIN HỌC

Nguyễn Chiến Thắng¹,
Trần Lê Huyền²,
Trương Hùng Phương²,
Nguyễn Bùi Hậu^{2,*}

¹Trường Đại học Sài Gòn; ²Trường Đại học Vinh
+ Tác giả liên hệ • Email: hau.cntt.dhv@gmail.com

Article history

Received: 13/6/2024

Accepted: 08/7/2024

Published: 05/10/2024

Keywords

STEM teaching competency,
Informatics education,
STEM education, students

ABSTRACT

One of the basic goals of STEM education is to develop STEM competencies for students. To achieve that, teachers must have the ability to teach STEM. Therefore, building a STEM teaching competency framework for teachers of each subject to contribute to the development of learners' STEM competencies is necessary and has important implications for learners and teachers. This study proposes a STEM teaching competency framework for Informatics Education majors, including 03 component competencies: General awareness of STEM education; Designing STEM education topics in teaching Informatics; Organizing teaching, testing and assessment in teaching STEM education topics in Informatics, corresponding to the 12 manifestations. Through analysis, we find that the structure of this STEM teaching competency framework is consistent with the requirements of STEM education-oriented teaching in Vietnam. This will be the basis for educators to develop tools to evaluate the STEM teaching capacity of Informatics Education majors.

1. Mở đầu

Giáo dục STEM là một phương thức giáo dục tập trung vào cả 4 lĩnh vực: Khoa học (Science), Công nghệ (Technology), Kỹ thuật (Engineering) và Toán học (Mathematics). Trong đó, nội dung học tập được gắn với thực tiễn, phương pháp dạy học theo quan điểm dạy học định hướng hành động. Giáo dục STEM với vai trò cung cấp các kiến thức và kỹ năng cần thiết cho người học thế kỷ XXI, dự báo sẽ là xu hướng giáo dục trong tương lai. Tại Việt Nam, giáo dục STEM được phát triển mạnh mẽ và chính thức triển khai trong giáo dục trung học theo Công văn số 3089/BGDĐT-GDTrH của Bộ GD-ĐT (2020). Một trong các mục tiêu của giáo dục STEM là hướng đến trang bị cho HS năng lực STEM ngay từ khi học tập ở trường phổ thông, chuẩn bị nền tảng cơ bản cho người học khi tham gia vào các ngành nghề STEM sau này. Trong đó, năng lực STEM của HS phổ thông là khả năng huy động tổng hợp kiến thức, kỹ năng về khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học để giải quyết các vấn đề thực tiễn trong từng bối cảnh cụ thể, mang lại giá trị cho cá nhân và cộng đồng (Nguyễn Thanh Nga và cộng sự, 2022). Để HS có được năng lực STEM, GV cần có năng lực dạy học STEM, cụ thể là GV cần nắm vững những kiến thức cơ bản về giáo dục STEM, về thiết kế, tổ chức dạy học, cũng như thực hiện các hoạt động kiểm tra, đánh giá trong dạy học theo chủ đề giáo dục STEM. Để lựa chọn được chủ đề giáo dục STEM, GV cần phân tích các mục tiêu, mạch nội dung của các chương, phần trong chương trình học, từ đó xác định được nội dung gắn với thực tiễn, đưa ra chủ đề giáo dục STEM phù hợp và tổ chức dạy học cho HS. Tin học là một nội dung của giáo dục STEM, có nhiều ứng dụng vào việc thiết kế và triển khai các hoạt động STEM theo hướng “nhúng” trực tiếp vào các hoạt động STEM hoặc sử dụng nó như một công cụ để hỗ trợ giáo dục STEM (Nguyen et al., 2024). Từ thực tế này, với vai trò của môn Tin học trong giáo dục STEM, một trong những mục tiêu đào tạo sinh viên (SV) ngành Sư phạm Tin học (SPTH) ở bậc đại học cần được quan tâm là phát triển năng lực dạy học STEM. Để phát triển năng lực dạy học STEM cho SV ngành SPTH, giảng viên cần xây dựng khung năng lực dạy học STEM để giúp SV định hướng, có động cơ học tập, từ đó chủ động lập kế hoạch học tập, tự đánh giá năng lực dạy học của mình. Giảng viên cũng có thể căn cứ vào khung năng lực dạy học này để lựa chọn những nội dung, phương pháp dạy học phù hợp, từ đó xây dựng công cụ đánh giá năng lực dạy học STEM cho SV, giúp các em rèn luyện năng lực dạy học STEM một cách hiệu quả (Thái Hoài Minh, 2018).

Trong bài báo này, chúng tôi đưa ra những quan điểm tiếp cận xây dựng khái niệm năng lực dạy học STEM, khung năng lực dạy học STEM, từ đó đề xuất khung năng lực dạy học STEM của SV ngành SPTH; đồng thời chỉ rõ

sự phù hợp của khung năng lực dạy học STEM vừa đề xuất với định hướng dạy học STEM của Bộ GD-ĐT (2020) và những yêu cầu cần đạt về năng lực theo Chương trình giáo dục phổ thông 2018.

2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Một số vấn đề lý luận

2.1.1. Giáo dục STEM

Giáo dục STEM là một cách tiếp cận liên ngành trong dạy học, trong đó nội dung các bài học được đặt trong thế giới thực, ở đó HS được áp dụng kiến thức và kỹ năng của các lĩnh vực khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học vào các bối cảnh cụ thể nhằm kết nối giữa trường học và cộng đồng, hướng đến giải quyết các vấn đề thực tiễn (Pennsylvania Autism Census Project, 2009). Ngoài ra, giáo dục STEM còn chú trọng trang bị cho HS những kỹ năng mềm của người công dân trong thế kỷ XXI như tư duy phân biện và sáng tạo, kỹ năng diễn đạt và thuyết trình, kỹ năng trao đổi và cộng tác (Kelley & Knowles, 2016; Kalolo, 2016; Hà Thị Lan Hương, 2020). Có ba hình thức tổ chức giáo dục STEM ở trường phổ thông: Dạy học các môn khoa học theo bài học STEM; Tổ chức hoạt động trải nghiệm STEM; Tổ chức hoạt động nghiên cứu khoa học, kỹ thuật (Bộ GD-ĐT, 2020).

2.1.2. Khái niệm “năng lực dạy học STEM”

Theo Bang-Hee & Jinsoo (2016), năng lực dạy học là sự tích hợp kiến thức, kỹ năng, thái độ cần thiết để thực hiện thành công nhiệm vụ dạy học. Vũ Xuân Hùng (2016) xác định, năng lực dạy học gồm: năng lực thiết kế dạy học; năng lực tiến hành dạy học; năng lực kiểm tra, đánh giá dạy học và năng lực quản lý dạy học. Căn cứ tài liệu chuẩn nghề nghiệp GV cơ sở giáo dục phổ thông của Bộ GD-ĐT (2009), chuẩn đầu ra trình độ đại học khối ngành Sư phạm đào tạo GV THPT của Bộ GD-ĐT (2012), năng lực dạy học là một trong các tiêu chuẩn cần có của GV gồm 9 tiêu chí như sau: (1) Kiến thức, kỹ năng các khoa học liên môn; (2) Kiến thức, kỹ năng môn học sẽ dạy ở trường phổ thông; (3) Năng lực phát triển chương trình môn học; (4) Năng lực vận dụng phương pháp, phương tiện và hình thức tổ chức dạy học bộ môn; (5) Năng lực dạy học phân hóa; (6) Năng lực dạy học tích hợp; (7) Năng lực thực hiện kế hoạch dạy học; (8) Năng lực quản lý lớp học; (9) Năng lực kiểm tra, đánh giá kết quả học tập.

Từ các quan điểm trên, theo chúng tôi, năng lực dạy học STEM của SV ngành SPTH là khả năng sử dụng hiệu quả các kiến thức về giáo dục STEM, là khả năng lựa chọn, thiết kế chủ đề giáo dục STEM, tổ chức dạy học và kiểm tra, đánh giá nhằm hình thành và phát triển năng lực STEM cho HS trong dạy học môn Tin học.

2.2. Một số nghiên cứu về xây dựng khung năng lực dạy học STEM

Yu và cộng sự (2012) đã trình bày khung năng lực dạy học STEM của GV trong dạy học môn Kỹ thuật lớp 6 gồm 7 năng lực thành phần đó là: (1) Kiến thức nền về kỹ thuật; (2) Kỹ năng nghề kỹ thuật; (3) Kiến thức về môn Kỹ thuật; (4) Hiểu biết nội dung sự phạm kỹ thuật; (5) Thái độ đối với kỹ thuật; (6) Thái độ đối với dạy học kỹ thuật; (7) Tích hợp kỹ thuật với môn học khác.

Đối với khung năng lực dạy học STEM của GV tại Hàn Quốc, Song (2017) đã đề nghị khung gồm 3 năng lực thành phần và 21 tiêu chí: - Năng lực nhận thức, gồm các tiêu chí: (1) Khả năng liên kết giữa các môn học khác; (2) Nhận thức về khái niệm tích hợp STEM; (3) Sáng tạo dựa trên kiến thức liên ngành; (4) Suy nghĩ linh hoạt vượt ra ngoài ranh giới của chủ đề; (5) Kiến thức về các môn STEM; (6) Hiểu biết khoa học về thế giới thực và công nghệ; (7) Nhận ra các vấn đề toàn diện và đa phương; - Kỹ năng dạy học, gồm các tiêu chí: (1) Đánh giá khác; (2) Hướng dẫn sử dụng công nghệ thông tin; (3) Xây dựng chương trình dựa trên dự án; (4) HS là trung tâm của hoạt động; (5) Quyền tự chủ và trách nhiệm của HS; (6) GV đóng vai trò như một trợ lý và hướng dẫn học tập; (7) Khuyến khích sự kết nối giữa KH-CN; (8) Sử dụng kiến thức đã học trong lớp; - Thái độ, gồm các tiêu chí: (1) Niềm tin và sự kiên nhẫn với thành tích của HS; (2) Giao tiếp và hợp tác giữa GV; (3) Không giới hạn ranh giới môn học theo cá nhân; (4) Tự kiểm tra và nỗ lực liên tục để cải thiện lớp học STEM; (5) Vượt qua sự lo lắng về kiến thức không quen thuộc của các môn học khác; (6) Sự sẵn sàng và tích cực trong tích hợp STEM.

Ở Việt Nam, Hoàng Thị Chiên (2019) đã đề xuất khung năng lực dạy học STEM cho SV sư phạm ngành Hóa học gồm 3 năng lực thành phần và 10 tiêu chí: - Năng lực xây dựng chủ đề giáo dục STEM, gồm: (1) Lựa chọn nội dung cụ thể của chủ đề; (2) Liên kết giữa nội dung và các sản phẩm (có tính khả thi trong thực tiễn); (3) Phân tích ứng dụng và sử dụng các sản phẩm trong thực tiễn; (4) Hình thành chủ đề; - Năng lực thiết kế và tổ chức các hoạt động dạy học STEM, gồm: (1) Xác định mục tiêu của chủ đề; (2) Thiết kế các hoạt động và nhiệm vụ học tập, phân công nhiệm vụ; (3) Thực hiện các hoạt động hiệu quả; (4) Ứng dụng công nghệ thông tin; - Năng lực kiểm tra và đánh giá trong dạy học STEM, gồm: (1) Thiết kế các công cụ đánh giá kiến thức và kỹ năng thuộc STEM; (2) Sử dụng công cụ đánh giá.

Thông qua phân tích khung năng lực dạy học STEM trong các nghiên cứu trên thế giới và ở Việt Nam, chúng tôi nhận thấy các năng lực thành phần có thể được xây dựng dựa trên các thành tố của khái niệm năng lực (kiến thức, kỹ năng, thái độ), hoặc dựa trên trình tự thực hiện dạy học. Tuy nhiên, khung năng lực của Song (2017) không chỉ tập trung vào năng lực dạy học STEM mà bao hàm cả khung năng lực dành cho GV dạy học STEM, do đó khung năng lực này gồm khá nhiều tiêu chí, điều này có thể khiến cho người dạy và người học lúng túng, khó đánh giá, mất nhiều thời gian trong việc xây dựng công cụ, thu thập và xử lý dữ liệu. Khung năng lực của Yu (2012) tập trung và đi sâu vào nhiều khía cạnh trong dạy học môn Kỹ thuật. Tác giả Hoàng Thị Chiên (2019) đã tập trung vào năng lực dạy học STEM và xây dựng khung năng lực dạy học dựa trên tiến trình dạy học STEM, tuy nhiên không thấy thể hiện thành phần năng lực nhận thức, đây là thành phần cần có vì giáo dục STEM là một lý thuyết mới nên SV cần có kiến thức cơ bản về lý luận dạy học STEM. Khung năng lực của Nguyễn Thị Thùy Trang và cộng sự (2020) có 4 năng lực thành phần, trong đó có 2 năng lực thành phần và mỗi năng lực thành phần chỉ có một tiêu chí. Trên cơ sở các nghiên cứu đó, chúng tôi lựa chọn, điều chỉnh, phát triển thành khung năng lực dạy học STEM của SV ngành SPTH gồm các năng lực thành phần và tiêu chí phù hợp với lý thuyết, quy trình dạy học STEM trong môn Tin học.

2.3. Đề xuất khung năng lực dạy học STEM của sinh viên ngành Sư phạm Tin học

Để đề xuất khung năng lực dạy học STEM của SV ngành SPTH, chúng tôi dựa trên các căn cứ sau: (1) Chỉ thị số 16/CT-TTg của Thủ tướng Chính phủ (2017); (2) Nghị quyết số 29-NQ/TW của Ban Chấp hành Trung ương (2013); (3) Nghị quyết số 88/2014/QH13 của Quốc hội (2014) về đổi mới chương trình, sách giáo khoa giáo dục phổ thông; (5) Chương trình giáo dục phổ thông 2018 của Bộ GD-ĐT (2018a); (6) Chuẩn đầu ra trình độ đại học khối ngành Sư phạm đào tạo GV THPT theo Bộ GD-ĐT (2012); (6) Quy định về chuẩn nghề nghiệp của GV THCS, THPT của Bộ GD-ĐT (2009); (7) Thông tư số 20/2018/TT-BGDĐT về “Ban hành quy định chuẩn nghề nghiệp GV cơ sở giáo dục phổ thông” của Bộ GD-ĐT (2018b); (8) Chương trình giáo dục phổ thông môn Tin học của Bộ GD-ĐT (2018c). Dựa trên nghiên cứu, phân tích các tài liệu, xác định căn cứ, chúng tôi đã xây dựng khung năng lực dạy học STEM của SV ngành SPTH gồm các năng lực thành phần và biểu hiện của các năng lực thành phần được thể hiện như sau (xem bảng 1):

Bảng 1. Khung năng lực dạy học STEM của SV ngành SPTH

STT	Năng lực thành phần	Biểu hiện
1	Nhận thức chung về giáo dục STEM	1. Nhận thức các vấn đề về giáo dục STEM. 2. Cập nhật, phân tích các xu hướng và chính sách về giáo dục STEM trên thế giới và Việt Nam, vai trò của môn Tin học trong giáo dục STEM.
2	Thiết kế chủ đề giáo dục STEM trong dạy học môn Tin học	3. Lựa chọn chủ đề giáo dục STEM từ các phần/chương trong môn Tin học. 4. Xác định mục tiêu của chủ đề giáo dục STEM đã lựa chọn. 5. Xác định các vấn đề cần giải quyết trong chủ đề giáo dục STEM đã lựa chọn. 6. Xác định các nội dung môn Tin học và các môn học khác cần sử dụng để giải quyết vấn đề trong chủ đề giáo dục STEM. 7. Thiết kế các hoạt động học tập, vận dụng các phương pháp dạy học đặc thù trong dạy học môn Tin học với các chủ đề giáo dục STEM đã xác định. 8. Hợp tác với các GV khác trong dạy học STEM.
3	Tổ chức dạy học và kiểm tra, đánh giá trong dạy học chủ đề giáo dục STEM môn Tin học	9. Thực hiện các hoạt động dạy học chủ đề giáo dục STEM đã thiết kế. 10. Quan sát bao quát lớp học, giao nhiệm vụ học tập cho HS, tạo không khí học tập tích cực trong lớp. 11. Thiết kế và sử dụng các công cụ đánh giá HS thông qua chủ đề giáo dục STEM trong dạy học môn Tin học. 12. Tự đánh giá và điều chỉnh năng lực dạy học STEM trong dạy học môn Tin học.

2.4. Nghiên cứu về sự phù hợp của khung năng lực dạy học STEM đã đề xuất trong bối cảnh giáo dục Việt Nam hiện nay

Tại Việt Nam, theo Công văn số 3089/BGDĐT-GDTrH của Bộ GD-ĐT (2020), quy trình xây dựng bài học STEM được hướng dẫn thực hiện theo 4 bước: (1) Lựa chọn nội dung dạy học; (2) Xác định vấn đề cần giải quyết; (3) Xây dựng tiêu chí của sản phẩm/giải pháp giải quyết vấn đề; (4) Thiết kế tiến trình tổ chức hoạt động dạy học.

Nhằm phân tích sự phù hợp của khung năng lực dạy học STEM trong bối cảnh đổi mới giáo dục ở Việt Nam hiện nay, chúng tôi tiến hành so sánh và kết hợp cùng quy trình xây dựng bài học STEM gồm 4 bước của Bộ GD-ĐT (2020), các yêu cầu cần đạt về năng lực theo Chương trình giáo dục phổ thông 2018, từ đó xác định mỗi bước tạo điều kiện thuận lợi cho việc phát triển các biểu hiện của khung năng lực dạy học STEM đã đề xuất. Cụ thể:

- *Bước 1:* Lựa chọn nội dung dạy học. Căn cứ vào nội dung kiến thức trong chương trình môn học và các hiện tượng, quá trình gắn với các kiến thức đó trong tự nhiên, xã hội; quy trình hoặc thiết bị công nghệ ứng dụng kiến thức đó trong thực tiễn để lựa chọn nội dung của bài học (Bộ GD-ĐT, 2020). Đối chiếu sự tương đồng thì nội dung ở bước này phù hợp với biểu hiện “3. Lựa chọn chủ đề giáo dục STEM từ các phần/chương trong môn Tin học” trong khung năng lực dạy học STEM ở trên.

- *Bước 2:* Xác định vấn đề cần giải quyết. Xác định vấn đề cần giải quyết để giao cho HS thực hiện sao cho khi giải quyết vấn đề đó, các em phải học được những kiến thức, kỹ năng cần thiết trong chương trình môn học đã được lựa chọn hoặc vận dụng những kiến thức, kỹ năng đã biết để xây dựng bài học (Bộ GD-ĐT, 2020). Các nội dung này có sự tương ứng phù hợp với biểu hiện “4. Xác định mục tiêu của chủ đề giáo dục STEM đã lựa chọn”, “5. Xác định các vấn đề cần giải quyết trong chủ đề giáo dục STEM đã lựa chọn” và “6. Xác định các nội dung môn Tin học và các môn học khác cần sử dụng để giải quyết vấn đề trong chủ đề giáo dục STEM” trong khung năng lực dạy học STEM.

- *Bước 3:* Xây dựng tiêu chí của sản phẩm/giải pháp giải quyết vấn đề. Xác định rõ tiêu chí của giải pháp/sản phẩm làm căn cứ quan trọng để đề xuất giả thuyết khoa học/giải pháp giải quyết vấn đề/thiết kế mẫu sản phẩm (Bộ GD-ĐT, 2020). Nội dung này có sự tương đồng với biểu hiện “11. Thiết kế và sử dụng các công cụ đánh giá HS qua chủ đề giáo dục STEM trong dạy học Tin học” trong khung năng lực dạy học STEM.

- *Bước 4:* Thiết kế tiến trình tổ chức hoạt động dạy học. Tiến trình tổ chức hoạt động dạy học được thiết kế theo các phương pháp và kỹ thuật dạy học tích cực với các hoạt động bao hàm các bước của quy trình kỹ thuật. Mỗi hoạt động học được thiết kế rõ ràng về mục đích, nội dung, dự kiến sản phẩm học tập mà HS phải hoàn thành và cách thức tổ chức hoạt động học tập. Các hoạt động học tập đó có thể được tổ chức cả ở trong và ngoài lớp học (ở trường, ở nhà và cộng đồng); cần thiết kế bài học điện tử trên mạng để hướng dẫn, hỗ trợ hoạt động học của HS bên ngoài lớp học (Bộ GD-ĐT, 2020). Các nội dung này phù hợp với các biểu hiện “7. Thiết kế các hoạt động học tập, vận dụng các phương pháp dạy học đặc thù trong dạy học môn Tin học khi dạy học chủ đề giáo dục STEM đã xác định”, “8. Hợp tác với các GV môn học STEM”, “9. Thực hiện các hoạt động dạy học chủ đề giáo dục STEM đã thiết kế” và “10. Quan sát bao quát lớp học, giao nhiệm vụ học tập cho HS, tạo không khí học tập tích cực trong lớp” trong khung năng lực dạy học STEM để xuất.

Ngoài ra, Chương trình giáo dục phổ thông 2018 hướng đến hình thành, phát triển cho HS 10 năng lực cốt lõi (03 năng lực chung, 07 năng lực đặc thù) (Bộ GD-ĐT, 2018). Mặc dù năng lực STEM chưa được đề cập đến trong Chương trình giáo dục phổ thông 2018, nhưng bản chất của năng lực STEM không phải là năng lực khác biệt hoàn toàn với các năng lực đã đề cập. Để hình thành và phát triển được năng lực STEM cho HS, GV cần phải nhận thức đầy đủ về giáo dục STEM, từ đó có những điều chỉnh phù hợp trong dạy học, ngày càng hoàn thiện năng lực dạy học STEM của bản thân. Điều này là phù hợp với các biểu hiện: “1. Nhận thức các vấn đề về giáo dục STEM”, “2. Cập nhật, phân tích các xu hướng và chính sách về giáo dục STEM trên thế giới và Việt Nam, về vai trò của môn Tin học trong giáo dục STEM”, “12. Tự đánh giá và điều chỉnh năng lực dạy học STEM trong môn Tin học” trong khung năng lực dạy học STEM.

Phân tích của chúng tôi đã cho thấy, có những sự phù hợp nhất định khi đề cập đến năng lực dạy học STEM của SV ngành SPTH trong bối cảnh giáo dục Việt Nam hiện nay. Từ khung năng lực dạy học STEM đã đề xuất, chúng tôi sẽ mô tả chi tiết các mức độ các biểu hiện để đánh giá năng lực dạy học STEM cho SV ngành SPTH, đồng thời xây dựng bộ công cụ đánh giá năng lực dạy học này trong những nghiên cứu tiếp theo.

3. Kết luận

Giáo dục STEM có ý nghĩa thiết thực trong dạy học nói chung và dạy học môn Tin học nói riêng. Dạy học STEM sẽ giúp HS phát triển các phẩm chất, năng lực; khám phá tri thức và vận dụng tri thức vào giải quyết các vấn đề thực tiễn. Để hình thành và phát triển năng lực STEM cho HS, trước hết GV cần có năng lực dạy học STEM. Bài báo đã tổng hợp và trình bày các hướng tiếp cận về năng lực dạy học STEM trên thế giới và ở Việt Nam, qua đó hệ thống những điểm chung và đề xuất khung năng lực dạy học STEM gồm 03 năng lực thành phần: (1) Nhận thức chung về giáo dục STEM; (2) Thiết kế chủ đề giáo dục STEM trong dạy học Tin học; (3) Tổ chức dạy học và kiểm tra, đánh giá trong dạy học chủ đề giáo dục STEM môn Tin học với 12 tiêu chí. Nghiên cứu đã cho thấy được sự phù hợp của khung năng lực dạy học này đối với Chương trình giáo dục phổ thông 2018 và quy trình dạy học STEM theo Công văn số 3089/BGDĐT-GDTrH của Bộ GD-ĐT (2020) là cơ sở để chúng tôi đề xuất các biện pháp và xây dựng công cụ đánh giá phù hợp trong việc phát triển năng lực dạy học STEM cho SV sư phạm nói chung và SV ngành SPTH nói riêng ở các trường đại học sư phạm trên cả nước.

Tài liệu tham khảo

- Ban Chấp hành Trung ương (2013). *Nghị quyết số 29-NQ/TW ngày 04/11/2013 về đổi mới căn bản, toàn diện giáo dục và đào tạo, đáp ứng yêu cầu công nghiệp hóa, hiện đại hóa trong điều kiện kinh tế thị trường định hướng xã hội chủ nghĩa và hội nhập quốc tế*.
- Bang-Hee, K., & Jinsoo, K. (2016). Development and Validation of Evaluation Indicators for Teaching Competency in STEAM Education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1909-1924.
- Bộ GD-ĐT (2009). *Thông tư số 30/2009/TT-BGDĐT ngày 22/10/2009 ban hành quy định chuẩn nghề nghiệp giáo viên trung học cơ sở, giáo viên trung học phổ thông*.
- Bộ GD-ĐT (2012). *Thông tư số 49/2012/TT-BGDĐT ngày 12/12/2012 ban hành quy định về Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng chương trình đào tạo giáo viên trung học phổ thông trình độ đại học*.
- Bộ GD-ĐT (2018a). *Chương trình giáo dục phổ thông - Chương trình tổng thể* (ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 của Bộ trưởng Bộ GD-ĐT).
- Bộ GD-ĐT (2018b). *Thông tư số 20/2018/TT-BGDĐT ngày 22/8/2018 ban hành quy định Chuẩn nghề nghiệp giáo viên cơ sở giáo dục phổ thông*.
- Bộ GD-ĐT (2018c). *Chương trình giáo dục phổ thông môn Tin học* (ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 của Bộ trưởng Bộ GD-ĐT).
- Bộ GD-ĐT (2020). *Công văn số 3089/BGDĐT-GDTrH ngày 14/8/2020 về việc triển khai thực hiện giáo dục STEM trong giáo dục trung học*.
- Hà Thị Lan Hương (2020). Giáo dục STEM ở nhà trường phổ thông và những vấn đề đặt ra trong việc xây dựng khung năng lực giáo dục STEM cho sinh viên sư phạm. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, 65(4C), 196-203.
- Hoàng Thị Chiên (2019). Designing a competencies framework for STEM teaching for pre-teachers of chemistry in the University of Education for meeting the new demands of current teacher training. *Tạp chí Khoa học Giáo dục và Công nghệ*, 8(2), 89-94.
- Kalolo, J. F. (2016). Re-Aligning Approaches for Successful Implementation of STEM Education in Today's Elementary Schools in Developing Countries: Policy Commitments and Practices. *Journal of Education and Literature*, 4(2), 61-76.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G., (2016). *A conceptual framework for integrated STEM education*. *International Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Nguyen, T. C., Nguyen, T. C., & Nguyen, H. B. (2024). The role of information technology in STEM education. *Asian Journal of Education and Training*, 10(1), 18-26.
- Nguyễn Thanh Nga, Trần Thị Xuân Quỳnh, Nguyễn Phương Uyên, Tạ Thanh Trung (2022). 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*, 22(10), 48-53.
- Nguyễn Thị Thùy Trang, Đặng Thị Oanh, Phạm Thị Bình (2020). Đề xuất khung năng lực dạy học tích hợp STEM cho sinh viên sư phạm Hóa học. *Tạp chí Đại học Sư phạm Hà Nội*, 65(4), 177-184.
- Pennsylvania Autism Census Project (2009). *Final Report*. PsycEXTRA Dataset.
- Quốc hội (2014). *Nghị quyết số 88/2014/QH13 ngày 28/11/2014 về đổi mới chương trình, sách giáo khoa Giáo dục phổ thông*.
- Song, M. (2017). Teaching Integrated Stem In Korea: Structure of Teacher Competence. *Science and Technology Education*, 2(4), 61-72.
- Thái Hoài Minh (2018). *Phát triển năng lực ứng dụng công nghệ thông tin và truyền thông trong dạy học cho sinh viên sư phạm hóa học của các trường đại học*. Luận án tiến sĩ Khoa học giáo dục, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
- Thủ tướng Chính phủ (2017). *Chỉ thị số 16/CT-TTg ngày 04/5/2017 của Thủ tướng Chính phủ về việc tăng cường năng lực tiếp cận cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4*.
- Vũ Xuân Hùng (2016). Về hệ thống năng lực dạy học của nhà giáo trong các cơ sở giáo dục nghề nghiệp theo tiếp cận năng lực thực hiện. *Tạp chí Giáo dục Nghề nghiệp*, 30, 1-6.
- Yu, J. H., Luo, Y., Sun, Y., & Strobel, J. (2012). A Conceptual K-6 Teacher Competency Model for Teaching Engineering. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 56, 243-252. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.651>