

ĐỀ XUẤT TIÊU CHÍ VÀ BIỆN PHÁP ĐẢM BẢO AN TOÀN KHI THỰC HIỆN GIÁO DỤC STEM Ở VIỆT NAM

Trần Thị Huyền¹ và Dương Xuân Quý²

¹Khoa Khoa học Cơ bản, Trường Đại học Dược Hà Nội

²Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Tóm tắt. Giáo dục STEM là một trong những cách thức hiệu quả, góp phần thực hiện mục tiêu phát triển phẩm chất và năng lực của học sinh. Tuy nhiên trong giáo dục STEM, khi tổ chức thực hiện các hoạt động gắn với bối cảnh thực tiễn, luôn có nhiều nguy cơ mất an toàn cho học sinh, gây hỏng các phương tiện, thiết bị học tập và gây hại cho môi trường. Dựa trên các nghiên cứu lí luận về an toàn trong giáo dục STEM, dựa trên việc trao đổi, lấy ý kiến của một số giáo viên đã tham gia tổ chức giáo dục STEM trong thời gian qua ở Việt Nam, bài báo xác định các tiêu chí thực hiện an toàn trong giáo dục STEM, từ đó đề các biện pháp phù hợp để đảm bảo an toàn khi thực hiện các chủ đề giáo dục STEM trong trường phổ thông ở Việt Nam.

Từ khóa: đảm bảo an toàn, giáo dục STEM, hoạt động thực tiễn, nghiên cứu khoa học, môi trường.

1. Mở đầu

Để đáp ứng đòi hỏi nguồn nhân lực cho cuộc cách mạng khoa học và công nghệ 4.0, các quốc gia trên thế giới đều chú trọng vào việc triển khai giáo dục STEM ở nhiều cấp độ khác nhau. Ở Việt Nam, Chỉ thị số 16/CT-TTg của Thủ tướng chính phủ [1] đã nêu định hướng cụ thể là “Thay đổi mạnh mẽ các chính sách, nội dung, phương pháp giáo dục và dạy nghề nhằm tạo ra nguồn nhân lực có khả năng tiếp nhận các xu thế công nghệ sản xuất mới, trong đó cần tập trung vào thúc đẩy đào tạo về khoa học, công nghệ, kĩ thuật và toán học (STEM)”. Từ chỉ thị này, Chương trình Giáo dục phổ thông 2018 [2] đã xác định rõ về giáo dục STEM là mô hình giáo dục dựa trên cách tiếp cận liên môn, giúp học sinh áp dụng các kiến thức khoa học, công nghệ, kĩ thuật và toán học vào giải quyết một số vấn đề thực tiễn trong bối cảnh cụ thể. Đề định hướng triển khai trong ngành Giáo dục, năm 2020, Bộ Giáo dục và Đào tạo (GD&ĐT) xây dựng công văn 3089 [3] hướng dẫn triển khai thực hiện giáo dục STEM ở bậc học phổ thông.

Việc thực hiện giáo dục STEM cho phép HS được thực hiện các hoạt động đa dạng cả trí tuệ lẫn tay chân và thực hiện trong không gian mở như trường học, xưởng trường, cơ sở nghiên cứu, cơ sở sản xuất và không gian mạng với môi trường đa dạng [4]. Các hoạt động trong giáo dục STEM có đặc trưng quan trọng là vận dụng kiến thức liên môn để giải quyết vấn đề thực tiễn, thực hiện trải nghiệm thực tiễn trong học tập [5]. Các hoạt động đòi hỏi sự tương tác của HS với các đối tượng trong bối cảnh thực tiễn. Theo đó, hoạt động của HS thường gắn với các thiết bị, vật liệu, vật tư, mẫu động thực vật, dụng cụ cầm tay, các máy móc, thiết bị gia công cơ khí, thiết bị điện,

Ngày nhận bài: 25/3/2023. Ngày sửa bài: 21/4/2023. Ngày nhận đăng: 28/4/2023.

Tác giả liên hệ: Dương Xuân Quý. Địa chỉ e-mail: quydx@hnue.edu.vn

hóa chất, nguồn bức xạ, máy vi tính. Khi thực hiện các hoạt động này, nguy cơ xảy ra tai nạn hay gây hại cho con người, thiết bị và môi trường là rất cao [6, 7]. Nhiều nghiên cứu về an toàn [7, 8], cũng như từ thực tiễn trong nước đã cho thấy không ít các tai nạn xảy ra liên quan đến các hoạt động giáo dục STEM.

Thực tế nêu trên đòi hỏi, khi triển khai giáo dục STEM phải đi kèm với việc thực hiện nghiêm túc và hiệu quả các quy định về an toàn. Nhưng ngược lại, các quy định an toàn khi đưa ra cũng không được gây nhiều cản trở cho việc triển khai giáo dục STEM.

Tại Mỹ, là nước đi đầu về giáo dục STEM, việc triển khai các hoạt động STEM luôn gắn chặt với việc đưa ra các quy định an toàn chi tiết, có các ràng buộc chặt chẽ về mặt pháp luật hay các cam kết dân sự [7], trong đó phân định rõ trách nhiệm của chính quyền trong việc giám sát, quản lý; trách nhiệm của nhà trường trong việc đầu tư trang thiết bị an toàn và trách nhiệm của giáo viên khi hướng dẫn thực hiện các hoạt động đảm bảo an toàn [8]. Do việc thực hiện các hoạt động giáo dục STEM tại Mỹ thường diễn ra tại các phòng học STEM, nên cùng với các quy định chung về an toàn [8], có những nghiên cứu để xác định các yếu tố về an toàn cho các loại phòng thí nghiệm (liên quan đến cơ khí, điện tử, công nghệ, hóa chất,...) để đưa ra các quy định chi tiết về yêu cầu bảo hộ, yêu cầu về an toàn trang bị phòng học, về thiết bị để đảm bảo an toàn cho người, cho thiết bị, cho môi trường [9]. Các nghiên cứu còn chỉ ra các yếu tố mất an toàn cao nhất ở các phòng học STEM [10].

Ở Việt Nam, giáo dục STEM mới bắt đầu được triển khai trong vài năm gần đây, với những hướng dẫn về cách thực hiện [3] ở ba hình thức (Bài học STEM thực hiện chủ yếu trong giờ học ở trên lớp học, theo chương trình môn học; hoạt động trải nghiệm STEM thực hiện chủ yếu ngoài giờ học, ở phòng thí nghiệm, ở nhà, ở hoặc ngoài thực địa và hoạt động nghiên cứu khoa học ở phòng thí nghiệm hiện đại, xưởng cơ khí, các trung tâm nghiên cứu) nên GV còn gặp rất nhiều lúng túng cho việc đảm bảo an toàn khi thực hiện với không gian và thời gian rộng cũng như phương tiện rất đa dạng như vậy. Vì vậy, khi tổ chức các hoạt động ở các chủ đề STEM, GV và các cấp quản lý khó xác định được các yêu cầu an toàn hay cách thức triển khai các biện pháp đảm bảo an toàn. Qua trao đổi với các GV đã thực hiện những chủ đề STEM, chúng tôi được biết, hiện các GV và các nhà trường đang tập trung vào xây dựng các nội dung hoạt động, ít quan tâm đến yếu tố an toàn. Cũng do hầu hết các trường chưa có phòng học STEM đạt tiêu chuẩn nên khi thực hiện các nhiệm vụ, HS có thể dùng các công cụ thực trong đời sống như dao rọc giấy, cưa tay hoặc cưa máy, hay máy cắt, máy khoan, súng bắn keo...; HS cũng có thể thực hiện các thí nghiệm Hóa học hay Sinh học không đảm bảo an toàn. Đồng thời, khi thực hiện các hoạt động, HS cũng không hoặc không biết sử dụng đồ bảo hộ như kính bảo hộ, găng tay chuyên dụng, không chú ý giữ vệ sinh đúng cách.... Nhiều GV cũng cho biết, ngay cả trong hoạt động tại phòng thí nghiệm của các môn Khoa học Tự nhiên, hiện chỉ có các nội quy chung được đưa ra tại đó. Các nội quy này là mới chỉ giúp đảm bảo một phần an toàn cho người và thiết bị. Trong khi đó, các hoạt động STEM là rất đa dạng, có thể thực hiện với nhiều mức độ ở phòng thí nghiệm, ở thực địa,... nên các quy định chung này chưa đáp ứng được các yêu cầu về đảm bảo an toàn.

Trong khuôn khổ nghiên cứu, trên cơ sở phân tích các tài liệu nghiên cứu về giáo dục STEM, dựa trên tìm hiểu thực tiễn về triển khai giáo dục STEM ở Việt Nam, cùng với việc tìm hiểu các nguy cơ trong tai nạn trong giáo dục STEM và tìm hiểu các hướng dẫn về an toàn khi hoạt động thực tiễn ở các lĩnh vực liên quan đến an toàn lao động (nói chung), bài báo trình bày việc xác định các hoạt động điển hình trong thực tiễn và các nguy cơ mất an toàn với các hoạt động đó khi triển khai thực hiện giáo dục STEM ở Việt Nam, từ đó đề xuất các tiêu chí cho việc thực hiện an toàn và đề xuất các giải pháp để triển khai giáo dục STEM đảm bảo an toàn.

Câu hỏi nghiên cứu được đặt ra là: Dựa vào đâu để xây dựng được các quy định an toàn cho các chủ đề giáo dục STEM? và làm thế nào để thực hiện hiệu quả các quy định an toàn trong triển khai giáo dục STEM?

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Cơ sở lí luận của việc thực hiện an toàn trong giáo dục STEM

Những nội dung được trình bày về giáo dục STEM [2, 5, 7, 8, 11] đều thống nhất là các chương trình giáo dục STEM nhất thiết phải hướng đến các hoạt động thực tiễn như thực hành trong tìm hiểu kiến thức và vận dụng kiến thức để tạo ra sản phẩm hoặc giải quyết các vấn đề của thực tế cuộc sống.

Khi thực hiện chủ đề STEM đòi hỏi HS thực hiện nhiều hoạt động đa dạng, bao gồm điều tra, khám phá và thử nghiệm, thực hành, chế tạo, vận hành máy móc. Các hoạt động đó được diễn ra ở nhiều địa điểm khác nhau cả trong và ngoài trường học, bao gồm lớp học, phòng thí nghiệm, phòng trải nghiệm, ở nhà, ở thực địa hay viện nghiên cứu. Kèm theo đó, khi tiến hành các hoạt động khoa học, luôn có nguy cơ gặp phải các tai nạn như gây ra thương tích cho con người (bao gồm cả HS, GV và những người khác), gây ra hỏng hóc cho các thiết bị cũng như gây tổn hại cho môi trường tại các không gian học tập, trải nghiệm.

Dựa trên định hướng về các hình thức tổ chức giáo dục STEM tại Việt Nam, được hướng dẫn bởi công văn 3089 của Bộ Giáo dục và Đào tạo [3]; dựa trên các kết quả nghiên cứu về an toàn trong hoạt động thực tiễn [9, 10] và dựa vào việc tìm hiểu thực tế triển khai về giáo dục STEM ở Việt Nam trong thời gian qua, chúng tôi xác định các hoạt động thực tiễn có nguy cơ mất an toàn, từ đó xác định được các nguy cơ tiềm ẩn gây ra mất an toàn cho HS hoặc HS gây ra mất an toàn cho phương tiện, thiết bị và cho môi trường, trong khi thực hiện các hoạt động như được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Các nguy cơ mất an toàn ở một số hoạt động thực tiễn trong giáo dục STEM

Loại hình tổ chức	Các hoạt động thực tiễn	Các nguy cơ mất an toàn
Bài học STEM (Được thực hiện ở trường học theo thời gian quy định, với tất cả HS)	Chuẩn bị, lắp ráp, tiến hành thí nghiệm. HS thực hiện tại lớp, có sự hướng dẫn của GV.	- Mất an toàn cho người: + Các tai nạn khi vận động trong phòng thí nghiệm hay phòng học: va đập với thiết bị do vấp, rơi, đồ vỡ.... + Các tai nạn khi quan sát: bị bức xạ mạnh hay dị vật văng vào mắt. + Các tai nạn về điện: điện giật, chập điện gây cháy nổ,... ở lớp hay phòng thí nghiệm. + Các tai nạn khi làm việc với hóa chất: đổ hóa chất hoặc nổ do phản ứng hóa chất; bị bỏng, cháy, nhiễm khí độc, nhiễm khí ga, cồn,... + Các nguy cơ nhiễm khuẩn khi tiếp xúc với mẫu vật nhiễm khuẩn độc hại (nấm, vi khuẩn, vi trùng...). + Các tai nạn khi làm việc trong môi trường có bức xạ mạnh: Tiếp xúc với bức xạ mạnh như tia tử ngoại, tia laser, tia phóng xạ vượt ngưỡng an toàn. - Mất an toàn cho thiết bị: + Đổ vỡ thiết bị của phòng thí nghiệm. + Chập điện, cháy thiết bị hay phòng thí nghiệm. + Đứt, hỏng các bộ phận trong thiết bị thí nghiệm. + Hỏng hệ thống máy tính của trường học.

	Thiết kế, chế tạo, thử nghiệm sản phẩm gắn với bài học. HS thực hiện tại trường hoặc tại gia đình. có sự giám sát hoặc không giám sát của GV hay người lớn.	Ngoài các nguy cơ mất an toàn như đã nêu ở lớp học, khi xây dựng sản phẩm của bài học, có thể kể thêm các nguy cơ như: - <i>Mất an toàn cho người tại thực địa</i> : vấp ngã, đuối nước, cây đè; tiếp xúc với hóa chất, vi khuẩn độc hại,... khi thực hiện nghiên cứu ở trường học hoặc gia đình. - <i>Mất an toàn cho cơ sở của nhà trường hoặc gia đình và các khu vực lân cận</i> : chập, cháy hệ thống điện ở trường học, ở gia đình hay ở khu dân cư; gây hỏng hóc các thiết bị gia dụng, gia công,... - <i>Mất an toàn cho môi trường</i> : tạo ra rác thải, khí thải, chất thải nguy hại,... gây ô nhiễm môi trường của trường học, gia đình hay khu dân cư.
Hoạt động trải nghiệm STEM (Được thực hiện ở trong và ngoài nhà trường với nhiều HS)	Thiết kế, chế tạo, thử nghiệm sản phẩm dự án ở mức độ đơn giản. HS thực hiện tại trường học, gia đình và các cơ sở trải nghiệm, có sự hướng dẫn, giám sát của GV, phụ huynh và người phụ trách cơ sở.	Cùng với các nguy cơ khi thực hiện bài học STEM, khi thực hiện trải nghiệm STEM với không gian mở hơn, các nguy cơ mất an toàn có thể là: - <i>Mất an toàn cho người</i> : các tai nạn do di chuyển, vận động; tai nạn giao thông; các tai nạn do chế tạo, thử nghiệm (đứt, gãy, kẹt tay chân vào thiết bị quay, cắt; bỏng khi tiếp xúc với nguồn nhiệt cao, đồ vật văng vào mắt ở mức độ nguy hiểm), bị điện giật ở mức độ nguy hiểm... - <i>Mất an toàn cho cơ sở trải nghiệm</i> : gây hỏng hóc máy móc, trang thiết bị sản xuất, chập cháy hệ thống điện của cơ sở và khu dân cư ở mức độ lớn; đổ, gãy hệ thống cây trồng... - <i>Mất an toàn cho môi trường</i> : gây ô nhiễm môi trường do rác thải, do hóa chất thải nguy hại....
Hoạt động nghiên cứu khoa học (Được thực hiện trong và ngoài nhà trường với một số ít HS có năng lực nghiên cứu)	Khảo sát, điều tra, nghiên cứu mở rộng; thiết kế, chế tạo, thử nghiệm, đánh giá ở mức độ nghiên cứu. HS thực hiện tại trường học, gia đình và cơ sở nghiên cứu, có sự giám sát hướng dẫn của GV, nghiên cứu viên.	Các nguy cơ gây mất an toàn ở loại hình này có thể mở rộng hơn với hai loại hình trên. Có thể bao gồm: - <i>Mất an toàn cho trường học hoặc cơ sở nghiên cứu</i> : gây hỏng hóc cho các thiết bị nghiên cứu đắt tiền, gây hỏng hóc hay gây lỗi cho hệ thống máy tính, gây chập cháy điện hay nổ vỡ hóa chất tại cơ sở nghiên cứu,... - <i>Mất an toàn cho môi trường</i> : có thể tạo ra sản phẩm hoặc phụ phẩm là chất khó phân hủy hoặc chất thải, khí thải độc hại mà không thực hiện biện pháp thu gom phù hợp, gây nguy hại cho con người và ô nhiễm môi trường.

2.2. Cơ sở thực tiễn về thực hiện an toàn trong giáo dục STEM ở Việt Nam

Để tìm hiểu về sự quan tâm và hiểu biết của GV về thực hiện an toàn trong giáo dục STEM, qua đó tìm hiểu về nhu cầu của GV về vấn đề này, chúng tôi thực hiện trao đổi, lấy ý kiến GV dạy học các môn học thuộc lĩnh vực khoa học tự nhiên. Việc lấy ý kiến được thực hiện trong ba đợt

tập huấn GV “Về tổ chức hoạt động giáo dục STEM trong nhà trường phổ thông” do Bộ Giáo dục và Đào tạo tổ chức. Đợt 1, từ ngày 25-27/11/2022 tại Nam Định cho GV bậc THCS; đợt 2, từ ngày 28-30/11/2022 tại Hòa Bình cho GV bậc THPT và đợt 3, từ 05-07/12/2022 tại Hà Nội cho GV bậc THCS. Do với tư cách là báo cáo viên của lớp tập huấn, nên tác giả chỉ thực hiện trao đổi ngoài thời gian tập huấn, với số lượng GV tham gia trao đổi được giới hạn trong phạm vi hẹp, với khoảng 18 người.

Mục đích tìm hiểu: Tìm hiểu những thông tin về thực hiện an toàn gắn với các hoạt động giáo dục STEM ở một số địa phương trong thời gian qua, từ đó trao đổi, lấy ý kiến về các biện pháp an toàn tại thực tiễn để có căn cứ đề xuất các biện pháp phù hợp với việc thực hiện ở các trường học.

Nội dung tìm hiểu: Trao đổi, thu thập thông tin về thực tiễn triển khai giáo dục STEM ở một số trường THCS và THPT, đặc biệt là thông tin về thực hiện an toàn khi thực hiện những chủ đề giáo dục STEM; xin ý kiến của các GV về các biện pháp an toàn được xây dựng của đề tài khi thực hiện triển khai giáo dục STEM.

Phương pháp tìm hiểu: Thực hiện trao đổi trực tiếp với GV tham gia tập huấn về giáo dục STEM với hai câu hỏi:

- Ở trường học của thầy (cô), khi tổ chức thực hiện các hoạt động STEM có quan tâm đến đảm bảo an toàn không và triển khai các biện pháp an toàn như thế nào?
- Trong khi thực hiện chủ đề STEM, thầy cô thấy hay đã gặp những hoạt động nào có nguy cơ mất an toàn cao? Thầy cô đã thực hiện những giải pháp nào để giảm thiểu các nguy cơ đó?

Kết quả tìm hiểu:

Với câu hỏi 1, chúng tôi thu được các thông tin thu được như sau:

+ GV của tỉnh Nam Định và thành phố Hà Nội cho biết là ở nhiều trường THCS đã triển khai đa dạng các hình thức giáo dục STEM trong một vài năm gần đây. Các GV cho rằng các chủ đề đã thực hiện không có nhiều nguy cơ mất an toàn cho HS nên GV cũng không chú ý nhiều đến điều này. Tuy nhiên, khi được biết về các nguy cơ gây mất an toàn (với HS, với thiết bị và với môi trường) thì các GV đều thống nhất là việc thực hiện đảm bảo an toàn trong các hoạt động này là rất cần thiết. Nhiều GV đã nhận ra rằng, việc thực hiện một số chủ đề STEM từ trước mà chưa chú ý đến điều này là khá nguy hiểm, đặc biệt có thể vi phạm cả các quy định của pháp luật, gây ảnh hưởng đến sự nghiệp của GV và ảnh hưởng đến ngành Giáo dục. Ví dụ, GV môn Vật lí của một trường THCS ở Hà Nội đã hướng dẫn HS thực hiện chủ đề “Chế tạo mô hình dàn phơi thông minh” đã giao cho HS tự đi nhờ các xưởng cơ khí chế tạo tay thép cho giá đỡ khung phơi mà không có sự quản lí, nhắc nhở gì. Hay việc HS tự thực hiện lắp dàn phơi ở ban công gia đình để thử nghiệm, chụp ảnh minh chứng cho sản phẩm là nguy hiểm mà không có nhắc nhở an toàn. Ở một trường khác tại Hà Nội, khi tổ chức chủ đề “Máy nghiền rác hữu cơ” đã không có những yêu cầu an toàn cho việc chế tạo và vận hành máy nghiền rác, không có phần che chắn các bánh răng và trục nghiền, trong khi thiết bị sử dụng động cơ điện xoay chiều công suất lớn.

+ GV của tỉnh Hòa Bình cho biết là đa số các trường chưa triển khai giáo dục STEM theo hướng dẫn của công văn 3089. Tuy nhiên, khi được hỏi về các nguy cơ mất an toàn trong giáo dục STEM, các GV đều cho rằng HS có thể gặp nguy hiểm khi thực hiện nhiệm vụ ở các môn học có hoạt động thực nghiệm ở phòng thí nghiệm hay ở ngoài lớp học. Vì vậy, nếu triển khai giáo dục STEM thì các nguy cơ được chỉ ra là hiện hữu.

Với câu hỏi 2, GV kể ra được một số tình huống mất an như sau:

- + Thực hiện lắp ráp và tiến hành thí nghiệm đã gây ra đổ vỡ, ảnh hưởng đến thiết bị.
- + Một số thí nghiệm với ánh sáng Laser gây hại mắt.
- + Thực hiện thí nghiệm về phản ứng hóa học
- + Gây hỏng dụng cụ khi gia công vật liệu.

- + Bị bỏng tay khi dùng súng bắn keo.
- + Bị điện giật khi tiếp xúc với nguồn điện 220V.

Các biện pháp đã triển khai được GV nêu ra còn khá chung chung, chủ yếu là giám sát thường xuyên và nhắc nhở thực hiện an toàn.

2.3. Đề xuất các tiêu chí và yêu cầu thực hiện an toàn trong giáo dục STEM ở trường phổ thông

Dựa trên các khuyến nghị cho việc thiết lập môi trường an toàn cho hoạt động giáo dục STEM [7], dựa trên hướng dẫn của công văn 3089 [3] về tiến trình tổ chức giáo dục STEM, dựa vào các thông tin trao đổi của GV về tính an toàn khi tổ chức các hoạt động và căn cứ theo các quy định an toàn của các bộ ngành [12-14],... chúng tôi đề xuất những đối tượng cần được đảm bảo an toàn, mỗi đối tượng lại bao gồm các tiêu chí để đảm bảo an toàn, từ đó đưa ra các yêu cầu cho việc mô tả khi xây dựng quy định về an toàn, Các nội dung này được mô tả ở Bảng 2. Dựa vào đó, tùy theo mỗi chủ đề giáo dục STEM, các GV sẽ lựa chọn để đưa vào các quy định an toàn cụ thể, phù hợp với các hoạt động tương ứng.

Bảng 2. Yêu cầu quy định an toàn cho các đối tượng trong hoạt động giáo dục STEM

Đối tượng	Các tiêu chí đảm bảo an toàn	Yêu cầu mô tả quy định để đảm bảo an toàn
HS và GV (N)	N1: Sức khỏe (Khả năng vận động, yêu cầu sức khỏe,...).	Nêu rõ ràng và đầy đủ các điều kiện về cơ thể của HS (tóc, tay, chân, mắt, tai,...), về sức khỏe của HS (tim, mạch, phản ứng của cơ thể với với hóa chất, mẫu vật đặc trưng...) khi thực hiện các hoạt động.
	N2. Trang phục (Trang phục và vật dụng đi kèm).	Nêu rõ điều kiện về trang phục trong phòng thí nghiệm (quần áo, tạp dề, áo blu, ...), về vật dụng/phụ kiện bảo hộ (khẩu trang, kính bảo hộ, mũ, găng tay, giày, dép..).
	N3. Vận động (Cách thức đi lại, di chuyển đồ vật, vật tư, thiết bị, hóa chất).	Nêu quy định rõ ràng, chi tiết về cách di chuyển trong phòng thí nghiệm, trên đường trải nghiệm, ở cơ sở trải nghiệm hay nghiên cứu), về việc di chuyển với từng đồ vật (đồ là thiết bị điện, đồ có chứa chất lỏng, nhất là các thiết bị đắt tiền như kính hiển vi, dao động kí, máy tính...).
	N4. Chuẩn bị (Cách thức cầm nắm đồ vật, thiết bị; di chuyển đồ vật, kiểm tra việc bố trí thiết bị).	Nêu cụ thể, đầy đủ yêu cầu về thao tác tay chân khi tiếp xúc với đồ vật hay khi di chuyển đồ vật (cách cầm nắm, kéo, đẩy), đặc biệt là với những đồ vật đắt tiền và quan trọng, nhất là các vật nặng, kích thước lớn; nêu rõ cách sắp xếp thiết bị, cách bố trí từng bộ phận của thiết bị.
	N5. Tiến hành (Cách thức kết nối thiết bị; thực hiện thí nghiệm; quan sát kết quả, đánh giá sản phẩm).	Nêu cụ thể yêu cầu bố trí, sắp đặt đồ vật, kết nối các thiết bị, dụng cụ ...đảm bảo chắc chắn, tránh nguy cơ đổ vỡ hay va chạm để thuận lợi cho bước thực hiện; hiểu rõ thứ tự các bước thực hiện, cách thu thập và xử lí số liệu cũng như bảo quản thiết bị, dụng cụ.
	N 6. Thu dọn (Việc lau chùi, rửa dụng cụ, thiết bị đồ vật và cách sắp xếp chúng; việc đổ bỏ vật tư hóa chất thừa, hỏng...).	Nêu cụ thể yêu cầu lau chùi, rửa và sắp đặt đồ vật, thiết bị, dụng cụ,... để đảm bảo sạch, tránh đổ vỡ và tránh nguy hại cho môi trường; yêu cầu thu dọn và phân loại rác thải, phế liệu theo quy định.

Thiết bị, dụng cụ, đồ vật, vật tư, hóa chất (T)	T1. Thiết bị thí nghiệm của phòng thí nghiệm (Cách thức kiểm tra, sử dụng dụng cụ; bố trí dụng cụ; giới hạn chịu đựng).	Nêu cụ thể yêu cầu tìm hiểu điều kiện vận hành thiết bị, dụng cụ (tư thế lắp đặt, điều kiện điện áp, điều kiện nhiệt độ, điều kiện áp suất, giới hạn chịu tải,...); điều kiện bảo dưỡng, cách thức bảo dưỡng.
	T2. Thiết bị hỗ trợ phòng học: radio, máy biến áp, máy vi tính (Cách thức kiểm tra, sử dụng thiết bị hỗ trợ).	Nêu yêu cầu khi khai thác thiết bị, dụng cụ hỗ trợ (điều kiện kết nối với thiết bị, tiêu chuẩn kết nối, các cách kết nối,...); nêu yêu cầu sử dụng máy tính về đảm bảo an toàn cho máy và về điều kiện kết nối Internet.
	T3. Hóa chất, mẫu vật, nguồn bức xạ (Cách thức kiểm tra, sử dụng và bảo quản).	Nêu cụ thể yêu cầu về giữ an toàn khi làm việc với hóa chất, mẫu vật (điều kiện bảo quản, sử dụng, cất giữ để tránh đổ vỡ); yêu cầu sử dụng, bảo quản và tiếp xúc với nguồn bức xạ (màn hình, nguồn sáng, nguồn tia bức xạ không nhìn thấy, nguồn phóng xạ).
	T4. Thiết bị, mẫu vật nơi trải nghiệm (Cách thức tìm hiểu, sử dụng).	Nêu cụ thể yêu cầu về việc tìm hiểu các hướng dẫn về vai trò, chức năng, cách sử dụng, cách tiếp xúc,... với từng loại thiết bị, mẫu vật.
	T5. Thiết bị nghiên cứu cao cấp (Cách thức tìm hiểu, sử dụng).	Nêu cụ thể yêu cầu về việc tìm hiểu các hướng dẫn về vai trò, chức năng, cách sử dụng,... từng loại thiết bị nghiên cứu.
Môi trường (M)	M1. Đất (Việc đảm bảo an toàn đất).	Nêu yêu cầu cụ thể về việc đặt, đổ các đồ vật, thiết bị, phế thải, vật liệu trên đất.
	M2. Nước (Việc đảm bảo an toàn nguồn nước).	Nêu yêu cầu cụ thể về việc đặt, đổ các đồ vật, thiết bị, phế thải, vật liệu trong nước.
	M3. Không khí (Việc đảm bảo an toàn không khí).	Nêu yêu cầu cụ thể về việc đặt, đổ các đồ vật, thiết bị, phế thải, vật liệu có nguy cơ phát thải khí độc, khí lạ phát sinh trong quá trình thực hiện TN, nghiên cứu.

Lưu ý: Các yêu cầu đặt ra ở trên chỉ thực hiện được nếu cơ sở thực hiện (nhà trường và các cơ sở tham gia) đáp ứng được các điều kiện thực hiện. Nếu không, có thể cân nhắc điều chỉnh yêu cầu hoạt động hoặc dừng việc thực hiện chủ đề.

2.4. Quy trình thực hiện đảm bảo an toàn trong giáo dục STEM

Khi chuẩn bị tổ chức thực hiện một chủ đề giáo dục STEM, GV và các nhà quản lý cũng cần phải quan tâm xây dựng và triển khai thực hiện các quy định an toàn. Các quy định này cần được coi là một trong những điều kiện cần cho việc thực hiện chủ đề. Việc xây dựng và triển khai thực hiện các quy định an toàn được thực hiện theo các bước dưới đây.

Bước 1. Kết nối các lực lượng tham gia triển khai chủ đề giáo dục STEM

Mục tiêu của bước này là xác định sự tham gia của các lực lượng, khi thực hiện chủ đề giáo dục STEM. Từ đó, GV phụ trách sẽ lên kế hoạch kết nối các bên liên quan trong tổ chức hiện chủ đề. Để đảm bảo tính pháp lý khi thực hiện các nội dung gắn với các hoạt động thực tiễn, việc triển khai cần được đưa vào kế hoạch giáo dục của nhà trường và của tổ chuyên môn thực hiện [6, 10]. Kế hoạch đưa ra cần xác định rõ chức năng, nhiệm vụ của các lực lượng tham gia. Các lực lượng này có thể bao gồm: GV cùng với kỹ thuật viên, nhân viên phòng thí nghiệm, lãnh đạo trường, đại diện phụ huynh HS, người phụ trách hướng dẫn tại cơ sở trải nghiệm hay cơ sở nghiên cứu.... Cần đảm bảo rằng kế hoạch thực hiện đã được thông báo đến các lực lượng này. Bước chuẩn bị này đảm bảo sự phối hợp tham gia một cách cụ thể giữa nhà trường, gia đình và xã hội.

Dựa trên kế hoạch tổ chức chủ đề giáo dục STEM đã xây dựng, để đảm bảo an toàn khi thực hiện chủ đề, các bên liên quan cần triển khai các nội dung cụ thể sau:

- GV phụ trách chủ đề cần xác định các nguy cơ gây mất an toàn, chuẩn bị lên kế hoạch phòng ngừa, đồng thời xây dựng các nội dung thông báo/quy định/hướng dẫn. Yêu cầu HS tìm hiểu quy định về an toàn và kí cam kết đảm bảo an toàn. Cần đưa các yêu cầu an toàn vào tiêu chí đánh giá... GV cùng các bên liên quan cũng cần đưa ra kế hoạch (kịch bản) ứng phó trong một số tình huống tai nạn có thể xảy ra, chuẩn bị vật tư, trang bị cơ bản để ứng phó.

- Phụ huynh cần được thông báo về các hoạt động của HS, phụ huynh cần cung cấp thông tin về sức khỏe của HS cho GV khi biết kế hoạch về hoạt động STEM của con em.

- Nhân viên phòng thí nghiệm, kỹ thuật viên cần lên kế hoạch, rà soát và chuẩn bị để đảm bảo điều kiện thực hiện và điều kiện an toàn.

- Các cơ sở trải nghiệm, cơ sở nghiên cứu cần lên kế hoạch theo lịch trình đã định và đảm bảo rà soát điều kiện thực hiện an toàn khi triển khai thực hiện trong phạm vi chức trách.

Bước 2. Rà soát hoạt động để nêu được các nguy cơ mất an toàn

Mục tiêu của bước này là xác định được các nguy cơ mất an toàn có thể đến khi thực hiện các hoạt động, từ HS, từ các yếu tố môi trường hoạt động. Dựa trên nội dung các hoạt động dự kiến của kế hoạch tổ chức, GV cần xác định các nguy cơ gây mất an toàn để có những giải pháp phòng ngừa, chuẩn bị phù hợp. Để đảm bảo việc rà soát là đầy đủ, cần bám sát nội dung của các hoạt động có liên quan đến mất an toàn và tìm hiểu về các quy định pháp lý về đảm bảo an toàn cho các hoạt động đó. Cần đảm bảo sự thống nhất khi triển khai các biện pháp an toàn, đáp ứng được các quy định của luật pháp về thực hiện an toàn, dựa vào hệ thống các văn bản quy định về an toàn từ các cơ quan, tổ chức uy tín ở Việt Nam. Hiện nay, các quy định này đang còn chung cho các loại hình hoạt động và được ban hành ở nhiều văn bản từ các cơ quan khác nhau. Ví dụ: Thông tư 04/2019, “Quy định sử dụng hóa chất để thực hiện thí nghiệm, nghiên cứu khoa học” của Bộ Khoa học Công nghệ [12]; Thông tư 45/2021 “Quy định về việc xây dựng trường học an toàn, phòng chống tai nạn thương tích trong cơ sở giáo dục mầm non” của Bộ GD&ĐT [13]; Thông tư 05/2021 “Quy định chi tiết một số nội dung an toàn điện” của Bộ Công Thương [14]. Ngoài ra cũng nên tham khảo thêm một số hướng dẫn chi tiết về an toàn STEM trên các trang web của các nước khác [15-18].

Bước 3. Xây dựng quy định cụ thể cho việc đảm bảo an toàn

Bước này có mục tiêu là xây dựng quy định chi tiết cho việc đảm bảo an toàn. Quy định cần bám sát các hoạt động có nguy cơ mất an toàn và phải được coi là phần quan trọng của kế hoạch dạy học.

Ví dụ: Trong khi tổ chức đề hướng dẫn HS thực hiện một chủ đề STEM liên quan đến các hoạt động thực nghiệm về “Điện”, GV có thể thống nhất bảng quy định an toàn ở Bảng 3.

Bảng 3. Quy tắc an toàn phòng thí nghiệm điện

Stt	Các quy tắc an toàn phòng thí nghiệm điện	Xác nhận thực hiện
1	N1. Giữ tay chân khô.	
2	N2. Trang phục, đầu tóc gọn gàng, đi dép hay giày cách điện.	
3	N3. Ở đúng khu vực được phân công. Khi di chuyển phải xin phép người quản lí.	
4	N5. Không được bật các công tắc nguồn khi chưa được phép.	
5	N5. Tìm hiểu giới hạn điện áp của thiết bị hay linh kiện, tìm hiểu nguồn điện sử dụng để không vượt quá giới hạn khi sử dụng thiết bị; tìm hiểu kĩ cách sử dụng các đồng hồ đo điện.	
6	N5. Mắc hay hàn các linh kiện điện theo sơ đồ đã được xác nhận, trong điều kiện chưa nối với nguồn cấp điện.	
7	N5. Khi mắc xong mạch điện, phải báo cho người hướng dẫn kiểm tra, hoặc đảm bảo an toàn theo đúng sơ đồ, rồi mới được đóng công tắc nguồn để tiến hành đo hay kiểm tra hoạt động của mạch.	
8	N6. Khi tiến hành xong, phải tắt công tắc rồi tắt hoặc tháo thiết bị khỏi nguồn điện.	
9	N6. Trước khi ra về phải thu gọn dụng cụ theo đúng vị trí như lúc đầu.	

2.5. Đề xuất một số biện pháp đảm bảo an toàn trong giáo dục STEM

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng giáo dục STEM không chỉ thúc đẩy các kĩ năng như tư duy phân biện, giải quyết vấn đề, tư duy bậc cao, thiết kế suy luận dựa trên nền kiến thức khoa học mà còn giúp hình thành và phát triển ở HS các năng lực hành vi như tính kiên trì, khả năng thích ứng, hợp tác, tổ chức, tuân thủ kỉ luật và trách nhiệm [3, 5, 8, 11]. Với đặc điểm về môi trường học tập mở với các hoạt động đa dạng khi triển khai giáo dục ở Việt Nam, dựa trên những phân tích về các nguy cơ mất an toàn trong các hoạt động nêu trên, chúng tôi đề xuất một số biện pháp cho việc đảm bảo an toàn khi triển khai giáo dục STEM dưới đây.

2.5.1. Các bên liên quan cùng thực hiện đảm bảo an toàn khi tổ chức chủ đề STEM

GV và các lực lượng tham gia (phụ huynh, người hỗ trợ, đơn vị phối hợp) cùng nhau hoạch định các công việc cần chuẩn bị để triển khai các hoạt động của chủ đề. Cùng với đó là triển khai đảm bảo sự an toàn của HS, của thiết bị và của môi trường. Các kịch bản ở mức độ gọn, rõ ràng, dễ hiểu để đảm bảo triển khai hiệu quả và giảm thiểu nguy cơ tai nạn hay ràng buộc trách nhiệm pháp lý khi không may xảy ra tai nạn. Cần đưa ra một bảng kế hoạch triển khai chi tiết, đòi hỏi các bên tham gia xác nhận (hoặc kí xác nhận) về thời gian cần hoàn thiện các công việc được giao. Bảng kế hoạch này được xác nhận bởi các bên (như ví dụ Bảng 4).

Bảng 4. Xác nhận thực hiện chủ đề STEM của các bên liên quan

Các bên tham gia	Giáo viên	Kĩ thuật viên	Đơn vị phối hợp	...
Kế hoạch bài dạy	✓			
Kiểm tra điều kiện phòng TN	✓	✓		
Kiểm tra điều kiện cơ sở vật chất	✓		✓	
Kiểm tra điều kiện di chuyển	✓			

2.5.2. Lấy giáo dục, phòng ngừa tai nạn là chủ yếu

Trong khi chuẩn bị triển khai thực hiện chủ đề STEM, kế hoạch đảm bảo an toàn phải được thực hiện đồng thời với việc chuẩn bị thực hiện các nội dung khác. Nguyên tắc này đảm bảo là HS đã có được kiến thức về các nguy cơ mất an toàn và những yêu cầu cần thực hiện để đảm bảo an toàn trước khi thực hiện các hoạt động của chủ đề STEM.

GV chuẩn bị giao các nhiệm vụ cùng với các yêu cầu nhắc nhở an toàn dựa trên việc yêu cầu HS thực hiện các hướng dẫn an toàn theo từng giai đoạn (như ví ở Bảng 3). Thực hiện hoạt động đến đâu thì tích vào các nội dung hướng dẫn an toàn đến đó.

Khi biết kế hoạch về thực hiện chủ đề STEM của HS, phụ huynh cũng cần nhắc nhở HS trước khi thực hiện nhiệm vụ. Cần chuẩn bị tốt nhất cho con em mình (sức khỏe, trang phục, đồ dùng cá nhân, đồ sơ cứu cơ bản...) để đáp ứng được các yêu cầu an toàn.

Các lực lượng tham gia (kỹ thuật viên của phòng trải nghiệm, người phụ trách và người hướng dẫn tại các cơ sở trải nghiệm hay cơ sở nghiên cứu) cũng cần kiểm tra các điều kiện an toàn của trang thiết bị, cơ sở vật chất hỗ trợ...tại cơ sở trước khi tổ chức để HS thực hiện nhiệm vụ của chủ đề STEM.

2.5.3. Dùng quy định thực hiện an toàn như là một nội dung quan trọng của giáo dục STEM

Một mục đích quan trọng của giáo dục STEM là qua việc yêu cầu thực hiện an toàn trong các hoạt động STEM, HS được giáo dục về an toàn để có kỹ năng đảm bảo an toàn trong hoạt động thực tiễn nói chung. Để thực hiện điều này, việc đảm bảo an toàn không chỉ thực hiện theo hình thức (theo kiểu đọc nội quy trước khi vào phòng thực hành, hay dán nội quy ở phòng thực hành) mà cần lồng ghép vào với quá trình thực hiện các nhiệm vụ học tập. Điều này đòi hỏi việc giáo dục an toàn cần thực hiện cùng với giáo dục STEM. Để đưa nội dung an toàn như một nội dung cần thực hiện của chủ đề giáo dục STEM. GV có thể giao cho HS một nhiệm vụ xác định các nguy cơ gây mất an toàn khi thực hiện các nhiệm vụ của chủ đề, sau đó mới giới thiệu các quy định chính thức. Cách làm này giúp tạo ra sự quan tâm của HS đến việc giữ an toàn. Về mặt tâm lý, các nguy cơ này do các em tự xây dựng, tự đề ra thì sẽ chấp nhận để thực hiện thay vì bị áp đặt phải thực hiện. Đây là cách biến “Nguy cơ mất an toàn” thành “Cơ hội giáo dục an toàn”.

Ví dụ: GV có thể lựa chọn một số nội dung ở Bảng 5, giao cho các nhóm HS hoàn thiện hai cột bên phải.

Bảng 5. Một số nội dung cần thống nhất để thực hiện an toàn trong học tập chủ đề STEM

Đối tượng	Khu vực	Các nguy cơ mất an toàn	Dự kiến cách thực hiện/xử lý
Người có liên quan	Lp học		
	Phòng TN		
	Trên đường di chuyển		
	Xưởng/nhà máy		
	Trung tâm nghiên cứu		
	...		
Thiết bị có liên quan	Thiết bị TN		
	Thiết bị điện tử		
	Thiết bị gia dụng		
	Đồ dùng học tập		
	Thiết bị cầm tay		

	Hóa chất		
	Mẫu vật		
Môi trường	Sản phẩm của dự án		
	Đồ thừa, vật tư hỗ trợ bị bỏ sau hoạt động		
	Hao phí năng lượng		
	Phát sinh chất độc hại		

2.5.4. Mua sắm trang thiết bị, vật tư tối thiểu phục vụ công tác đảm bảo an toàn trong hoạt động giáo dục STEM

Để thực hiện công tác đảm bảo an toàn trong giáo dục nói chung và trong giáo dục STEM nói riêng, các nhà trường cần có kế hoạch mua sắm các trang thiết bị an toàn phù hợp. Ví dụ: chậu rửa với hệ thống rửa và gom nước thải phù hợp; tủ sơ cứu y tế; hệ thống quạt thông gió; bình chữa cháy và thiết bị bảo vệ cá nhân (kính bảo hộ, găng tay và tạp dề...).

Việc chuẩn bị đầu tư để mua sắm cần được thực hiện theo kế hoạch đã được xây dựng theo từng năm học.

2.5.5. Thường xuyên điều chỉnh và cập nhật các quy định an toàn

Sau mỗi đợt thực hiện các chủ đề giáo dục STEM, GV cần dựa trên các thông tin thực tế và/hoặc từ những quy định mới về an toàn được các cấp quản lý đưa ra, để có những đánh giá về rủi ro, từ đó điều chỉnh, bổ sung các quy định an toàn nhằm đảm bảo tốt hơn khi thực hiện các chủ đề STEM cho các lần sau.

2.6. Kết quả khảo nghiệm về các biện pháp đã đề xuất

Thông qua trao đổi với GV như đã mô tả ở trên, chúng tôi cũng đã thu thập thông tin về vẻ tính hợp lý của các biện pháp an toàn khi thực hiện triển khai giáo dục STEM được xây dựng. Với câu hỏi: Thầy (cô) cho ý kiến về 5 biện pháp triển khai thực hiện an toàn khi tổ chức các chủ đề STEM tại trường học:

- (1) Các bên liên quan cùng thực hiện đảm bảo an toàn khi tổ chức chủ đề giáo dục STEM.
- (2) Lấy giáo dục, phòng ngừa các tai nạn là chủ yếu.
- (3) Đưa ra quy định thực hiện an toàn như là một nội dung quan trọng của giáo dục STEM.
- (4) Mua sắm trang thiết bị, vật tư tối thiểu phục vụ công tác đảm bảo an toàn trong hoạt động giáo dục STEM.
- (5) Thường xuyên điều chỉnh và cập nhật các quy định an toàn.

Qua trao đổi, thu được các thông tin thu được như sau:

Đa số các GV của các đơn vị khi trao đổi đều thống nhất cao ở biện pháp 2 và 3 khi lấy phòng ngừa để giảm thiểu nguy cơ là quan trọng và lấy yêu cầu về an toàn như là nội dung của giáo dục STEM là thiết thực. 100% GV đều thống nhất với cách làm là cho HS tham gia vào xác định các nguy cơ an toàn ứng với từng hoạt động như ở bảng 5. Nguyên vọng của GV là các cấp quản lý quan tâm thực sự, cùng với GV thực hiện được biện pháp 1, 4.

Đặc biệt, một số GV của tỉnh Hòa Bình còn nhấn mạnh đến việc quan tâm đến một số nguy cơ tai nạn, mất an toàn đặc thù cho miền núi như tai nạn giao thông khi các HS di chuyển trải nghiệm là rất cao. GV đề nghị các cấp quản lý quan tâm trang bị các vật tư hỗ trợ an toàn đặc thù như vật tư, dụng cụ sơ cấp cứu ở dạng túi lưu động để người phụ trách mang theo khi tổ chức trải nghiệm.

Một số GV cũng nêu ý kiến là khi thực hiện một chủ đề giáo dục STEM đã có quá nhiều nội dung, nên việc phải lo thêm nội dung về đảm bảo an toàn với nhiều đối tượng như vậy là rất khó khăn.

Từ đó, các GV nêu nguyện vọng là khi thực hiện biện pháp 1, biện pháp 4 thì rất cần sự chung tay của lãnh đạo nhà trường, lãnh đạo địa phương và nếu được thì cho phép sự tham gia của hội phụ huynh HS, hay sự giúp đỡ của các nhà hảo tâm theo hình thức xã hội hóa để có các vật tư về an toàn được trang bị như đồ bảo hộ, túi cứu thương phù hợp cho hoạt động STEM.

Đa số GV đều mong muốn ngành Giáo dục sớm có quy định cụ thể về thực hiện an toàn trong giáo dục STEM như một dạng sổ tay hay cẩm nang về an toàn, để dựa vào đó GV triển khai các chủ đề giáo dục STEM một cách hiệu quả và an toàn.

3. Kết luận

Dựa trên thực tiễn triển khai giáo dục STEM ở Việt Nam, cùng với các cơ sở lý luận về an toàn trong giáo dục STEM, bài báo phân tích các hành động cơ bản trong thực tiễn, tương ứng với các loại hình STEM, từ đó xác định được các nguy cơ tiềm ẩn gây ra mất an toàn với HS trong khi thực hiện các hoạt động STEM. Dựa vào việc phân tích, bài báo xác định được 14 tiêu chí đảm bảo an toàn cho 3 đối tượng là con người, thiết bị và môi trường, từ đó đề xuất quy trình xây dựng các quy định an toàn trong giáo dục STEM với 3 bước, để dựa vào đó, GV xác định được quy định an toàn gắn với chủ đề giáo dục STEM cụ thể. Từ đó, bài báo đề xuất 5 biện pháp để triển khai thực hiện các quy định an toàn đồng bộ với triển khai thực hiện chủ đề giáo dục STEM. Qua ý kiến trao đổi với một số GV đã tham gia triển khai các chủ đề giáo dục STEM tại các địa phương, bước đầu cho thấy cách thực hiện an toàn này là khả thi, phù hợp với điều kiện của Việt Nam. Trong thời gian tới, chúng tôi sẽ tiếp tục thực hiện nghiên cứu khảo sát định lượng trên diện rộng hơn để đưa ra những định hướng cụ thể cho việc đảm bảo an toàn trong thực hiện giáo dục STEM ở nước ta.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thủ tướng Chính phủ, 2017. Chỉ thị số 16/CT-TTg ngày 4/5/2017 về việc tăng cường năng lực tiếp cận cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư.
- [2] Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2018. Chương trình Giáo dục phổ thông - Chương trình tổng thể. Thông tư số 32/2018/TT- Bộ Giáo dục và Đào tạo.
- [3] Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2020. Công văn số 3089/BGDĐT–GDTrH, ngày 14/8/2020 về triển khai giáo dục STEM trong giáo dục trung học.
- [4] Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2020. Hướng dẫn thực hiện bài dạy STEM và hoạt động trải nghiệm STEM lớp 12. Nhà xuất bản Thanh niên.
- [5] Nguyễn Văn Biên và Trương Duy Hải (đồng chủ biên), 2019. *Giáo dục STEM trong nhà trường phổ thông*. Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.
- [6] National Science Teaching Association-NSTA, 2015. Safety and School Science Instruction.
- [7] Tyler S. Love, 2014. Safety and liability in STEM education laboratories: Using case law to inform policy and practice, technology and engineering teacher. *Technology and Engineering Journal*.
- [8] NSTA, 2020. STEM Education Teaching and Learning.
- [9] Tyler S. Love, Philip Sirinides, & Kenneth R. Roy, 2022. *Examining Factors Associated with Accidents in CTE and STEM Education Labs: A National Safety Study*. Presented at the 2022 Annual Meeting of the American Education Research Association (AERA). San Diego, CA - April 22, 2022.

- [10] Tyler S. Love, Kenneth R. Roy, and Phillip Sirinides, 2021. What factors have the greatest impact on safety in Pennsylvania's T&E courses? *Technology and Engineering Education Association of Pennsylvania Journal*, 69(1).
- [11] Nguyễn Thành Hải, 2019. *Giáo dục STEM/STEAM từ trải nghiệm thực hành đến tư duy sáng tạo*, NXB Trẻ.
- [12] Bộ Khoa học Công nghệ, 2019. Thông tư 04/2019 “Quy định sử dụng hóa chất để thực hiện thí nghiệm, nghiên cứu khoa học”.
- [13] Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2021. Thông tư 45/2021 “Quy định về việc xây dựng trường học an toàn, phòng chống tai nạn thương tích trong cơ sở giáo dục mầm non”.
- [14] Bộ Công Thương, 2021. Thông tư 05/2021 “Quy định chi tiết một số nội dung an toàn điện”.
- [15] <https://www.labmanager.com/lab-health-and-safety/electrical-safety-in-the-lab-20059>.
- [16] <https://www.flinnsci.com/api/library/Download/7c83c19cdb5d476eb5c2e7983a23ceba>.
- [17] <https://www.nsta.org/nstas-official-positions/safety-and-school-science-instruction>.
- [18] <https://stemtc.scimathmn.org/science-safety>.

ABSTRACT

Proposed criteria and solutions for ensuring safety when implementing STEM education in Vietnam

Tran Thi Huyen¹ and Duong Xuan Quy²

¹*Department of Basic Science, Hanoi University of Pharmacy*

²*Faculty of Physics, Hanoi National University of Education*

STEM education is one of the effective ways to contribute to the achievement of the goal of developing students' qualities and competencies. However, when organizing activities associated with practical contexts in STEM education, there are always many risks of unsafety for students, damage to learning facilities and equipment, and environmental harm. Based on the literature review on safety in STEM education and the exchange and consultation of some teachers who have participated in STEM education organizations in the past time in Vietnam, the article identifies the safety performance criteria in STEM education, thereby proposing appropriate measures to ensure safety when implementing STEM education topics in high schools in Vietnam.

Keywords: safety assurance, STEM education, practical activities, scientific research, environment.