

BỒI DƯỠNG TƯ DUY PHẢN BIỆN TRONG GIÁO DỤC STEM THEO CHƯƠNG TRÌNH GIÁO DỤC PHỔ THÔNG

Tường Duy Hải và Nguyễn Võ Thanh Việt

Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Tóm tắt. Giáo dục STEM đang đóng vai trò quan trọng trong giáo dục khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán trong chương trình giáo dục phổ thông, giúp người học hình thành và phát triển các nhóm năng lực/kỹ năng chủ chốt của thế kỷ XXI, trong đó có tư duy phản biện thuộc nhóm kỹ năng học tập và sáng tạo cần phát triển cho học sinh. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về tư duy phản biện, biểu hiện của tư duy phản biện ở học sinh và đề xuất các khả năng phát triển tư duy phản biện của học sinh trong giáo dục STEM ở trường phổ thông.

Từ khóa: Tư duy phản biện, Giáo dục STEM, Dạy học vật lý.

1. Mở đầu

Theo báo cáo của Diễn đàn Kinh tế thế giới vào năm 2020, tư duy phản biện thuộc nhóm kỹ năng quan trọng trong lĩnh vực nghề nghiệp, được đề cập trong khung năng lực giáo dục phổ thông của một số nước như Hoa Kỳ, Canada, Anh, Bồ Đào Nha, Singapore. Tư duy phản biện xuất hiện trong nghiên cứu của các tổ chức giáo dục với vị trí là một trong những kỹ năng cần thiết cho người học trong thế kỷ XXI [1], được xếp vào nhóm các kỹ năng tư duy cùng với sáng tạo, giải quyết vấn đề, ra quyết định, học cách học, siêu nhận thức và thuộc nhóm năng lực chủ chốt của giáo dục vì sự phát triển bền vững.

Nhiều khái niệm về tư duy phản biện được đưa ra bởi các nhóm nghiên cứu khác nhau trên thế giới. Nhiều nhà nghiên cứu cho rằng tư duy phản biện là một loại tư duy sâu sắc và hợp lý [2] hoặc là một loại tư duy tự điều chỉnh hoặc là một loại tư duy bậc cao, hoặc là một tư duy định hướng và có kỉ luật, hoặc là chế độ tư duy [3],... Nhiều nhà khoa học cũng cho rằng tư duy phản biện như một quá trình tâm lí, chiến lược và đại diện hoặc là quá trình tâm lí chủ động có tổ chức, hoặc là quá trình kỉ luật trí tuệ,... hoặc là khả năng hoặc là kỹ năng, hoặc là một năng lực. Biểu hiện của tư duy phản biện luôn được so sánh ở ba cấp độ cao trong thang nhận thức Blooms (phân tích, tổng hợp và đánh giá) và các biểu hiện của tư duy phản biện thể hiện qua cách người học đặt câu hỏi, thu thập, đánh giá và chuyển hóa thông tin, đưa ra kết luận, xây dựng tranh luận và tiến hành tranh luận,...

Chương trình giáo dục phổ thông nước ta đã đưa ra 3 năng lực chung và các năng lực chuyên biệt riêng cho các môn học/hoạt động giáo dục, trong đó không đề cập cụ thể tên của tư duy phản biện cần phát triển cho học sinh. Tương tự, giáo dục STEM được thể hiện cụ thể trong chương trình giáo dục phổ thông tổng thể, trong các môn khoa học, toán, công nghệ, tin học theo định hướng giáo dục tích hợp, phát triển năng lực và định hướng nghề nghiệp cho học sinh.

Ngày nhận bài: 5/3/2021. Ngày sửa bài: 21/4/2021. Ngày nhận đăng: 28/4/2021.

Tác giả liên hệ: Tường Duy Hải. Địa chỉ e-mail: haitd@hnue.edu.vn

Đây là các điểm mới, nổi bật trong giáo dục khoa học, công nghệ ở chương trình giáo dục phổ thông mới. Vậy làm thế nào bồi dưỡng được tư duy phản biện cho học sinh trong giáo dục STEM là một vấn đề lớn cần nghiên cứu. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về tư duy phản biện, các biểu hiện của tư duy phản biện ở học sinh và biểu hiện của tư duy phản biện trong các yêu cầu cần đạt của chương trình giáo dục phổ thông, và đề xuất một số khả năng bồi dưỡng tư duy phản biện của học sinh theo tiến trình bài học STEM.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lí thuyết tập trung phân tích các bài báo khoa học trong nước và quốc tế thuộc các lĩnh vực tâm lí học, giáo dục học về các quan điểm, khái niệm liên quan đến tư duy phản biện, biểu hiện của tư duy phản biện từ đó đề xuất khái niệm về tư duy phản biện. Các phân tích được đối chiếu với các năng lực chung và chuyên biệt trong chương trình giáo dục phổ thông để làm rõ các biểu hiện của tư duy phản biện trong chương trình giáo dục phổ thông làm cơ sở bồi dưỡng các chỉ số hành vi cho học sinh. Nghiên cứu cơ sở thực tiễn qua phân tích các chủ đề giáo dục STEM dựa trên tiến trình thiết kế kỹ thuật, tìm tòi khám phá để xác định các khả năng bồi dưỡng tư duy phản biện qua các biểu hiện của học sinh trong từng giai đoạn của tiến trình dạy học STEM.

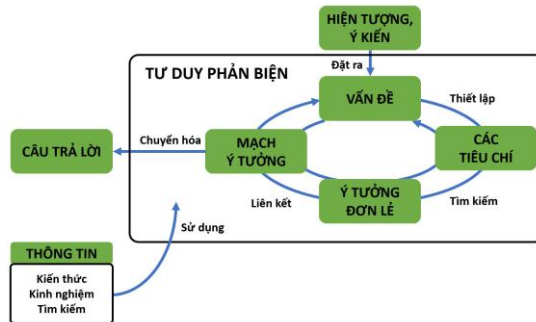
2.2. Kết quả nghiên cứu

2.2.1. Tư duy phản biện

Theo Paul & Elder (2007), tư duy phản biện là quá trình phân tích và đánh giá tư duy với mục đích cải thiện chính tư duy đó [3]. Theo Ennis (2011), tư duy phản biện ảnh hưởng đến khả năng ra quyết định của người học [2]. Bên cạnh đó, các tác giả này cho rằng, tư duy phản biện là một nhóm các khả năng hành động để xác định mục đích, đặt vấn đề, sử dụng thông tin, tận dụng các quan niệm, suy luận, giả định, hàm ý và đưa ra góc nhìn cá nhân... trong giải quyết vấn đề [4].

Xét về mục đích và kết quả, tư duy phản biện là làm cho suy nghĩ của chủ thể tư duy trở nên rõ ràng, chính xác, khúc chiết, logic, có tính thuyết phục, có mối liên hệ và có ý nghĩa hơn, hay nói cách khác, cải thiện suy nghĩ của chính bản thân chủ thể [3]. Theo Ennis (2011) thì tư duy phản biện làm tăng tính khả thi, mở rộng hình dung về giải pháp, câu trả lời được đưa ra của chủ thể [2]. Do đó, tư duy phản biện không đơn thuần là một quá trình diễn ra một lần và tuyến tính mà có sự lặp lại nhiều lần của cả quá trình, đồng thời cũng có sự lặp lại của một số bước trong quá trình đó nhằm cải thiện không ngừng chất lượng cho câu trả lời và cho giải pháp đưa ra. Tư duy phản biện giúp người học hiểu rõ hơn về mọi thứ, mọi người xung quanh, đưa ra những đánh giá, nhận định có cơ sở về những gì họ nghe thấy, nhìn thấy và suy nghĩ, định hướng cho niềm tin và hành động, làm cho những quyết định hợp lí, có cơ sở hơn [2], đặc biệt tư duy phản biện giúp người học giải quyết các vấn đề phức hợp và phục vụ quá trình học tập suốt đời [1]. Theo Paul & Elder (2007), người học sẽ huy động tư duy phản biện khi họ nghe, nói, đọc, viết, quan sát và trình bày [3]. Theo Scriven & Paul (1978) thì những thông tin người học thu thập được trong quá trình quan sát, qua kinh nghiệm của bản thân, sự phản ánh, lí luận và giao tiếp sẽ là cơ sở cho tư duy phản biện phát triển [4]. Như vậy, tư duy phản biện là một quá trình tư duy có mục đích nhằm cải thiện chất lượng câu trả lời, có biểu hiện là đặt ra được các câu hỏi theo bản chất của vấn đề [5], chất lọc thông tin và đề xuất được các giải pháp phù hợp với tình huống, vấn đề bối cảnh, xây dựng và tiến hành tranh luận [6], dựa trên cơ sở kiến thức, kinh nghiệm và qua giao tiếp, thu thập thông tin.

Căn cứ các phân tích trên, chúng tôi đề xuất khái niệm về tư duy phản biện là quá trình tư duy của chủ thể nhằm cải thiện không ngừng chất lượng cho câu trả lời của chính mình thông qua việc đặt ra chuỗi câu hỏi và tự trả lời nó để từ kiến thức, kinh nghiệm và những thông tin thu thập được đưa ra giải pháp, lời giải thích, chứng minh, bảo vệ hay bác bỏ một vấn đề, một quan điểm. Có thể sơ đồ hóa tư duy phản biện và diễn giải các thành phần, biểu hiện của tư duy phản biện như Hình 1.



Hình 1. Tư duy phản biện

Tư duy phản biện không phải là một hành động đơn lẻ, không phải là một kỹ năng độc lập mà là một quá trình tư duy với nhiều bước, nhiều hành động, đòi hỏi nhiều kỹ năng. Các bước của quá trình tư duy phản biện có sự lặp đi lặp lại nhằm cải thiện không ngừng chất lượng cho câu trả lời. Câu trả lời ở đây dùng để gọi chung cho các giải pháp, phương án, lời chứng minh, bảo vệ, báo cáo,... Bản thân câu trả lời không thuộc tư duy phản biện, mà quá trình tìm ra câu trả lời mới là tư duy phản biện. Câu trả lời chỉ là kết quả cuối cùng của quá trình đó.

Hiện tượng, ý kiến và thông tin là những yếu tố bên ngoài kích thích quá trình tư duy phản biện. Hiện tượng hay một ý kiến là khởi đầu cho quá trình tư duy phản biện, nó thể hiện cho bối cảnh cần đến tư duy phản biện. Thông tin sử dụng trong tư duy phản biện bao gồm kiến thức và kinh nghiệm của người học, hoặc thông qua quá trình tìm kiếm của người học. Bản thân thông tin cũng không phải là tư duy phản biện, mà các thao tác với thông tin, cách sử dụng thông tin mới thuộc về tư duy phản biện. Thông tin đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng câu trả lời. Về chức năng, thông tin có thể là ý tưởng, lập luận, bằng chứng, và cũng có thể chính là câu trả lời. Về mặt hình thức, thông tin có thể tồn tại dưới dạng các khái niệm, định luật, phát biểu, số liệu, hình ảnh, sơ đồ, bài báo,... Thông tin là đối tượng để người học phân tích, tổng hợp, đánh giá trong tư duy phản biện.

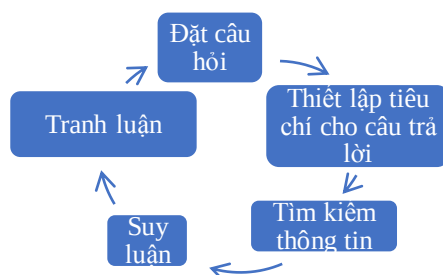
Đặt ra vấn đề (câu hỏi) là điểm bắt đầu của quá trình tư duy phản biện. Sau khi xác định được vấn đề, cần xác định các tiêu chí về câu trả lời/về giải pháp cho vấn đề. Dựa vào các tiêu chí, chủ thể tư duy bắt đầu tìm kiếm các ý tưởng đơn lẻ (phân tích, tổng hợp, đánh giá các thông tin), sau đó liên kết các thông tin để tạo thành mạch ý tưởng. Cuối cùng là chuyển hóa mạch ý tưởng thành câu trả lời, thành giải pháp. Suy luận là một hình thức của tư duy, ta có thể rút ra được một phán đoán mới từ một hay nhiều phán đoán đã biết. Suy luận giúp ta có thể thu được những thông tin mang tính khái quát hơn hoặc chi tiết hơn, giúp liên kết các ý tưởng nhằm tạo mạch ý tưởng. Trong suy luận, người học sẽ nêu ra được các tiên đề một cách đầy đủ và chứng minh nó đúng, đưa ra được kết luận từ các tiên đề thông qua lập luận và đánh giá tính chắc chắn của kết luận. Xây dựng được tranh luận khoa học một cách hợp lý và hiệu quả là một thành tố của tư duy phản biện [6]. Đây là bước để chuyển hóa mạch ý tưởng thành câu trả lời, giải pháp.

2.2.2. Các biểu hiện của tư duy phản biện

Người có tư duy phản biện phải có khả năng đặt các câu hỏi dựa trên tình huống được đưa ra hoặc các tình huống phát sinh trong quá trình giải quyết các vấn đề. Vì thế các câu hỏi được

đặt ra ngoài việc xác định vấn đề chính cần giải quyết thì còn để xây dựng các tiêu chí, phân tích đánh giá các nguồn thông tin, kiểm tra lại mạch suy luận, làm rõ trong tranh luận,...

Theo Lipman (1987), tư duy phản biện là tư duy dựa trên các tiêu chí. Tiêu chí là thước đo, là hình dung ban đầu cho câu trả lời của vấn đề. Tiêu chí là cơ sở xác định khi nào vấn đề được giải quyết, câu trả lời thế nào là thỏa mãn cho câu hỏi, định hình cần thiết để đi đến câu trả lời. Thiết lập được các tiêu chí tức là đã định ra được mức tối thiểu mà một giải pháp, lời giải, ý kiến, lập luận,... trở thành một câu trả lời. Thiết lập tiêu chí là đã phân tích, tổng hợp các yếu tố có liên quan, lựa chọn những yếu tố quan trọng và loại bỏ các yếu tố phụ, không cần thiết để có một câu trả lời phù hợp [7]. Như vậy, các biểu hiện của tư duy phản biện bắt đầu từ việc đặt câu hỏi đến quá trình tìm kiếm giải pháp để trả lời các câu hỏi theo 5 nhóm biểu hiện với các biểu hiện cụ thể như Hình 2



Hình 2. Các nhóm biểu hiện của tư duy phản biện

Bảng 1. Biểu hiện của tư duy phản biện

Nhóm biểu hiện	Biểu hiện cụ thể
1. Đặt câu hỏi	(1) Đặt được câu hỏi có liên quan đến tình huống, có tính khoa học và được diễn đạt theo nhiều phương thức khác nhau.
2. Thiết lập tiêu chí	(2) Liệt kê được các tiêu chí có thể giúp xác định tính chất và đo đặc chất lượng của câu trả lời, của giải pháp.
3. Tìm kiếm thông tin	(3) Tìm kiếm, thu thập được các thông tin liên quan, tin cậy và đầy đủ, phân biệt được thông tin và suy luận rút ra từ thông tin.
4. Suy luận	(4.1) Xây dựng được tiền đề dựa trên các thông tin liên quan, tin cậy và đầy đủ.
	(4.2) Đưa ra kết luận phù hợp tính logic và đánh giá tính chắc chắn của kết luận thu được.
5. Tranh luận	(5.1) Đưa ra được các luận điểm một cách đầy đủ, chính xác.
	(5.2) Đưa ra các minh chứng có hỗ trợ cho luận điểm, đầy đủ và chính xác.
	(5.3) Liên kết được giữa các minh chứng với luận điểm, đầy đủ và phù hợp.
	(5.4) Đưa ra được kết luận phù hợp với các luận điểm đã nêu.

2.2.3. Biểu hiện của tư duy phản biện trong chương trình giáo dục phổ thông

Tư duy phản biện nằm trong mục tiêu giáo dục của nhiều quốc gia và là một trong các chuẩn đầu ra của chương trình giáo dục phổ thông như Hoa Kỳ, Anh, Canada, Singapore, Bồ Đào Nha,... nhằm hướng đến xây dựng một thế hệ công dân được trang bị đầy đủ các kỹ năng cần thiết trong thế kỉ XXI, đáp ứng cho yêu cầu ngày càng cao của thị trường lao động. Ở nước ta, tư duy phản biện không được gọi tên cụ thể trong chương trình giáo dục phổ thông tổng thể và chương trình môn học/hoạt động giáo dục mà các biểu hiện của tư duy phản biện được tích hợp lồng ghép trong trong các năng lực chung và năng lực chuyên biệt của các môn học

học/hoạt động giáo dục. Biểu hiện của tư duy phản biện trong các năng lực chung và năng lực chuyên biệt [8] được tổng hợp như Bảng 2.

Bảng 2. Biểu hiện của tư duy phản biện trong các năng lực giải quyết vấn đề và sáng tạo, giao tiếp và hợp tác

Năng lực giải quyết vấn đề và sáng tạo		
Thành phần năng lực	Yêu cầu cần đạt	Biểu hiện cụ thể của tư duy phản biện
Nhận ra ý tưởng mới	Biết xác định và làm rõ thông tin, ý tưởng mới và phức tạp từ các nguồn thông tin khác nhau. Biết phân tích các nguồn thông tin độc lập để thấy được khuynh hướng và độ tin cậy của ý tưởng mới.	(3)
Phát hiện và làm rõ vấn đề	Phân tích được tình huống trong học tập, trong cuộc sống. Phát hiện và nêu được tình huống có vấn đề trong học tập, trong cuộc sống.	(1)
Đề xuất, lựa chọn giải pháp	Biết thu thập và làm rõ các thông tin có liên quan đến vấn đề. Biết đề xuất và phân tích được một số giải pháp giải quyết vấn đề, lựa chọn được giải pháp phù hợp nhất.	(3), (4)
Thiết kế và tổ chức hoạt động	Lập được kế hoạch hoạt động có mục tiêu, nội dung, hình thức, phương tiện hoạt động phù hợp. Tập hợp và điều phối được nguồn lực (nhân lực, vật lực) cần thiết cho hoạt động. Biết điều chỉnh kế hoạch và việc thực hiện kế hoạch, cách thức và tiến trình giải quyết vấn đề cho phù hợp với hoàn cảnh để đạt hiệu quả cao. Đánh giá được hiệu quả của giải pháp và hoạt động.	(2)
Tư duy độc lập	Biết đặt nhiều câu hỏi có giá trị, không dễ dàng chấp nhận thông tin một chiều, không thành kiến khi xem xét, đánh giá vấn đề. Biết quan tâm tới các lập luận và minh chứng thuyết phục, sẵn sàng xem xét, đánh giá lại vấn đề.	(1), (5)
Năng lực giao tiếp và hợp tác		
Thành phần năng lực	Yêu cầu cần đạt	Biểu hiện của tư duy phản biện
Xác định trách nhiệm và hoạt động của bản thân	Phân tích được các công việc cần thực hiện để hoàn thành nhiệm vụ của nhóm, sẵn sàng nhận công việc khó khăn của nhóm.	(2)
Xác định nhu cầu và khả năng của người hợp tác	Qua theo dõi, đánh giá được khả năng hoàn thành công việc của từng thành viên trong nhóm để đề xuất điều chỉnh phương án phân công công việc và tổ chức hoạt động hợp tác.	(2), (4), (5)
Đánh giá hoạt động hợp tác	Căn cứ vào mục đích hoạt động của các nhóm, đánh giá được mức độ đạt mục đích của cá nhân, của nhóm và nhóm khác. Rút kinh nghiệm cho bản thân và góp ý được cho từng người trong nhóm.	(2), (5)

2.2.4. Bồi dưỡng tư duy phản biện thông qua giáo dục STEM

Theo Bybee (2010) thì STEM là chữ viết tắt của bốn lĩnh vực Khoa học (Science), Công nghệ (Technology), Kỹ thuật (Engineering) và Toán (Mathematic) và thuật ngữ này có thể sử dụng trong tất cả những gì bao gồm bốn lĩnh vực trên [9]. Sự tăng lên về số lượng nghề nghiệp trong lĩnh vực STEM đặt ra yêu cầu về kiến thức thuộc các nhóm môn STEM. Người lao động cần phải có năng lực STEM là khả năng xác định, vận dụng và tích hợp các khái niệm trong khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán nhằm hiểu được các vấn đề phức hợp và đổi mới để giải quyết chúng. Như vậy, giáo dục STEM là một cách tiếp cận liên ngành của bốn lĩnh vực khoa học, công nghệ, kỹ thuật và ứng dụng của chúng vào thế giới thực và nhằm phát triển các năng lực STEM cho học sinh. Năng lực STEM bao gồm 4 nhóm năng lực: năng lực khoa học, năng lực công nghệ, năng lực kỹ thuật và năng lực toán. Năng lực STEM là sự đan xen của 4 nhóm năng lực này, không chỉ đơn thuần là tổng của chúng. Năng lực STEM là một năng lực thiết yếu trong thế kỷ XXI cần phát triển ở người học.

Theo Reynders và cộng sự (2020), tư duy phản biện thường xuất hiện trong mục tiêu của các chương trình STEM phổ thông [6] và được đề cập đến trong định nghĩa, cấu trúc của 4 nhóm năng lực thành phần của năng lực STEM. Giáo dục STEM giúp phát triển tư duy phản biện của học sinh dựa trên sự gắn kết với bối cảnh thực tế, giải quyết các vấn đề phức hợp và giúp học sinh tìm cách vận dụng kiến thức và kỹ năng liên môn để giải quyết vấn đề nhằm phát triển các nhóm kỹ năng tư duy bậc cao. Bối cảnh thực tế mang lại cơ hội để học sinh rèn luyện việc tìm kiếm, tiếp cận và khai thác các thông tin chính xác. Học sinh phải đánh giá, phân loại, lựa chọn thông tin phù hợp trong quá trình tìm tòi kiến thức của mình và từ nguồn khai thác được, học sinh sẽ chuyển hóa nó thành các giải pháp cho vấn đề phức hợp đó, xây dựng tranh luận khoa học một cách hiệu quả.

Giáo dục STEM trong chương trình giáo dục phổ thông tổng thể đề cập đến các khía cạnh là dạy học tích hợp liên môn, phát triển năng lực học sinh và giáo dục định hướng nghề nghiệp cho học sinh. Các khía cạnh này được thể hiện cụ thể dưới dạng bài học STEM tích hợp trong các môn khoa học, công nghệ, tin học, toán học để phát triển các nhóm năng lực chung và năng lực chuyên biệt trong các môn học. Đối với cấp THCS, THPT giáo dục STEM giúp học sinh tìm hiểu về nghề nghiệp thuộc lĩnh vực STEM và trải nghiệm một số quy trình thiết kế kỹ thuật, định hướng nghề nghiệp.

Trong chương trình giáo dục phổ thông, các chủ đề STEM được thực hiện dựa trên quy trình tìm tòi khám phá, quy trình thiết kế kỹ thuật, trong đó các giai đoạn của các quy trình này đều tạo cơ hội phát triển tư duy phản biện cho học sinh. Dưới đây trình bày một số biện pháp bồi dưỡng tư duy phản biện trong giáo dục STEM theo từng quy trình đề xuất thực hiện giáo dục STEM trong trường phổ thông.

2.2.5. Bồi dưỡng tư duy phản biện cho học sinh theo quy trình thiết kế kỹ thuật

Quy trình thiết kế kỹ thuật (EDP – Engineering Design Process) là quy trình có hệ thống, yêu cầu áp dụng các kiến thức khoa học để tạo ra một thiết bị hoặc hệ thống có thể hoàn thành mục tiêu đã cho dưới các điều kiện ràng buộc cụ thể. Để đưa ra giải pháp cho vấn đề kỹ thuật, học sinh cần phát triển các mô hình. Thông qua các hoạt động khảo sát, lên ý tưởng, thiết kế và diễn giải thiết kế, học sinh có thể vận dụng và phát triển tư duy phản biện. Ngoài ra, EDP tạo cơ hội để học sinh tham gia vào quá trình tìm tòi, khám phá thông qua việc đặt ra các câu hỏi. Việc đặt câu hỏi trong EDP khuyến khích học sinh tư duy, phân tích, biện luận cho thiết kế của họ. Tư duy phản biện có thể được phát triển thông qua các hoạt động trong EDP như đặt vấn đề, thiết kế giải pháp, thử nghiệm, đánh giá mô hình và chia sẻ thông tin, cụ thể như sau:

Bảng 3. Bồi dưỡng tư duy phản biện theo quy trình thiết kế kỹ thuật trong giáo dục STEM

Các bước của quy trình thiết kế kỹ thuật	Hoạt động của học sinh	Bồi dưỡng các biểu hiện cụ thể của tư duy phản biện
Xác định bối cảnh thực tiễn	Nghiên cứu, phân tích tình huống thực tiễn của thiết bị kỹ thuật, sản phẩm cần thực hiện	(1) Đặt câu hỏi (3) Tìm kiếm thông tin
Đặt câu hỏi xác định vấn đề cần giải quyết	Xác định vấn đề đang tồn tại ở thiết bị, sản phẩm hiện có hoặc đặt ra yêu cầu sản xuất thiết bị mới. Đưa ra các tiêu chí cho thiết bị cần cải tiến, chế tạo.	(1) Đặt câu hỏi (2) Thiết lập tiêu chí
Tưởng tượng, đề xuất các ý tưởng	Đề xuất các ý tưởng nhằm cải tiến, chế tạo thiết bị kỹ thuật theo các tiêu chí đã đặt ra.	(3) Tìm kiếm thông tin.
Lập kế hoạch, lựa chọn giải pháp từ các ý tưởng đưa ra	So sánh, phân tích, đánh giá các ý tưởng nhằm chọn ra ý tưởng tối ưu nhất để chuyển thành sản phẩm.	(1) Đặt vấn đề (5) Tranh luận
Thử nghiệm và đánh giá sản phẩm	Chạy thử sản phẩm và đánh giá theo các tiêu chí đã đề ra.	(4) Suy luận
Cải tiến và điều chỉnh sản phẩm	Dựa trên kết quả đánh giá khi vận hành thử nghiệm, đề xuất phương án cải thiện hoạt động, tính mỹ thuật cho sản phẩm	(5) Tranh luận
Chia sẻ và trình bày, giới thiệu sản phẩm	Trình bày, trình diễn sản phẩm đã chế tạo cũng như quy trình chế tạo. Thảo luận về hiệu quả của sản phẩm. Đánh giá sản phẩm của mình và của các nhóm khác.	(1) Đặt câu hỏi (5) Tranh luận
Phát triển các giải pháp có thể	Mở rộng và nâng cao yêu cầu cho mô hình sản phẩm vừa chế tạo được bằng chạy thật và làm thật.	(2) Thiết lập tiêu chí
Mở rộng thành dự án sáng tạo phục vụ cuộc sống.	Yêu cầu đề xuất, cải tiến, sáng tạo sản phẩm mới cùng loại để phục vụ trong cuộc sống.	(2) Thiết lập tiêu chí (3) Tìm kiếm thông tin

2.2.6. Bồi dưỡng tư duy phản biện cho học sinh dựa trên tiến trình bài học STEM

Bộ giáo dục và Đào tạo ban hành công văn hướng dẫn triển khai giáo dục STEM trong nhà trường [10], với 3 hình thức là Bài học STEM được thực hiện trong các môn khoa học, công nghệ, toán, tin học, Trải nghiệm STEM trong và ngoài nhà trường và Nghiên cứu khoa học trong lĩnh vực STEM. Trong đó, Bài học STEM được hướng dẫn theo 8 bước với 5 hoạt động cụ thể để giáo viên có thể xây dựng chủ đề giáo dục STEM trong môn học. Dựa trên các bước tổ chức Bài học STEM theo 5 hoạt động này, chúng tôi đã phân tích sự phù hợp, tương ứng với cơ hội bồi dưỡng tư duy phản biện cho học sinh như trong Bảng 4.

Bảng 4. Bồi dưỡng tư duy phản biện dựa trên tiến trình Bài học STEM

Hoạt động	Bước	Bồi dưỡng các biểu hiện cụ thể của tư duy phản biện
<i>Hoạt động 1:</i> Xác định vấn đề hoặc yêu cầu chế tạo một sản phẩm ứng dụng gắn với nội dung bài học với các tiêu chí cụ thể.	1. Xác định vấn đề	(1) Đặt câu hỏi
<i>Hoạt động 2:</i> Nghiên cứu kiến thức nền và đề xuất các giải pháp thiết kế đáp ứng các tiêu chí đã nêu	2. Nghiên cứu kiến thức nền	(2) Thiết lập tiêu chí (3) Tìm kiếm thông tin (4) Suy luận
	3. Đề xuất các giải pháp	(5) Tranh luận
<i>Hoạt động 3:</i> Trình bày và thảo luận phương án thiết kế, sử dụng kiến thức nền để giải thích, chứng minh và lựa chọn, hoàn thiện phương án tốt nhất	4. Lựa chọn giải pháp	(5) Tranh luận
<i>Hoạt động 4:</i> Chế tạo sản phẩm theo phương án thiết kế đã được lựa chọn; thử nghiệm và đánh giá trong quá trình chế tạo	5. Chế tạo sản phẩm 6. Thử nghiệm và đánh giá	(3) Tìm kiếm thông tin (5) Tranh luận
<i>Hoạt động 5:</i> Trình bày, thảo luận về sản phẩm đã chế tạo, điều chỉnh, hoàn thiện thiết kế ban đầu	7. Chia sẻ và thảo luận	(1) Đặt câu hỏi (5) Tranh luận
	8. Điều chỉnh thiết kế	(2) Thiết lập tiêu chí

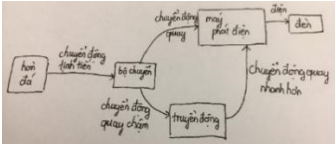
Như vậy, giáo dục STEM là môi trường quan trọng trong bồi dưỡng tư duy phản biện, góp phần hình thành năng lực và tư duy chủ chốt, cốt lõi cho học sinh trong thế kỷ XXI và được tích hợp sâu rộng trong chương trình giáo dục phổ thông mới ở nước ta.

2.2.7. Tổ chức một số chủ đề STEM bồi dưỡng tư duy phản biện của học sinh

Từ cơ sở lý luận trên, đề tài đã tổ chức, phân tích định tính sự phát triển tư duy phản biện cho học sinh trong một số chủ đề STEM như trong Bảng 5 và 6.

Bảng 5. Chủ đề 1- Điện trọng lực (theo quy trình thiết kế kỹ thuật trong giáo dục STEM)

Các bước của quy trình	Hoạt động của học sinh	Bồi dưỡng các biểu hiện cụ thể của tư duy phản biện
1. Xác định bối cảnh thực tiễn	Xem clip về dự án phát điện từ đá và cho học sinh thảo luận về nội dung trong clip. Sau đó yêu cầu học sinh đặt các câu hỏi liên quan đến dự án. Link clip: https://www.youtube.com/watch?v=XXQZcvPld-4 .	(3) Tìm kiếm, thu thập được các thông tin về nơi triển khai dự án, cách thức sử dụng, ý nghĩa của máy phát điện trọng lực đối với cộng đồng. (1) Đặt câu hỏi: Đặt được câu hỏi về cấu tạo và hoạt động, về kiến thức cần áp dụng để chế tạo, về bối cảnh sử dụng thiết bị, về lợi ích mà thiết bị mang lại,...
2. Đặt câu hỏi xác định vấn đề cần giải quyết	Đặt ra yêu cầu chế tạo thiết bị có nguyên lý hoạt động tương tự: Chế tạo máy phát điện trọng lực. Đưa ra các tiêu chí, tiêu chuẩn cho thiết bị cần chế tạo.	(1) Đặt câu hỏi: Đặt được câu hỏi về nguyên lý hoạt động, cấu tạo và vận hành thiết bị cần chế tạo. (2) Thiết lập tiêu chí: Liệt kê được các tiêu chí như: hiệu điện thế đầu ra, thời gian cấp điện, độ chắc chắn, độ ổn định,... một cách rõ ràng, định lượng.

3. Tường tượng, đề xuất các ý tưởng	Thảo luận nhóm: Tìm kiếm và đọc các tài liệu về các phần liên quan của thiết bị. Thiết kế máy phát điện trọng lực, trong đó chỉ ra: - Các bộ phận chính và chức năng của nó. - Cấu tạo (hình dáng, kích thước, số lượng) của từng bộ phận. - Vật liệu sử dụng và cách gia công.	(3) Tìm kiếm, thu thập được các thông tin về cách thức chuyển hóa năng lượng, về cấu tạo và nguyên lí hoạt động của máy phát điện, về các loại vật liệu cần sử dụng để chế tạo máy phát điện, các kiến thức về ròng rọc và hệ ròng rọc,...  (Sơ đồ thiết kế của học sinh)
4. Lập kế hoạch, lựa chọn giải pháp từ các ý tưởng đưa ra	Trình bày ý tưởng trước lớp. Các nhóm khác theo dõi, đặt câu hỏi, góp ý, phản biện. Nhóm trình bày bảo vệ, chỉnh sửa thiết kế của nhóm. Lập kế hoạch làm việc nhóm, phân công nhiệm vụ cho từng thành viên trong nhóm.	(1) Đặt câu hỏi: Đặt được câu hỏi về thiết kế của nhóm trình bày: bộ phận, chức năng, kết nối, vật liệu, cách thức gia công, về nguyên lí hoạt động.. (5) Tranh luận: Đưa ra các luận điểm, chứng minh luận điểm bằng các minh chứng và lập luận phù hợp. Từ đó đưa ra thiết kế tối ưu nhất.
5. Tạo mẫu sản phẩm	Thực hiện các bước tạo ra sản phẩm máy phát điện trọng lực.	(5) Tranh luận: Học sinh trao đổi với nhau về tính hợp lí của từng phần của máy phát điện (hình dáng, kích thước, số lượng các chi tiết,...) nhằm đảm bảo thiết bị hoạt động đúng như các tiêu chí đề ra.  (Mẫu sản phẩm của học sinh)
6. Thử nghiệm và đánh giá sản phẩm	Chạy thử sản phẩm và đánh giá theo các tiêu chí đã đề ra, trong đó làm thí nghiệm: Khảo sát sự phụ thuộc của suất điện động đầu ra vào khối lượng trọng vật.	(4) Xây dựng được tiên đề dựa trên các thông tin từ quá trình thử nghiệm sản phẩm (các điều kiện thí nghiệm, các số liệu đo đạc được). Từ đó đưa ra kết luận phù hợp tính logic và đánh giá tính chắc chắn của kết luận thu được.
7. Cải tiến và điều chỉnh sản phẩm	Dựa trên kết quả đánh giá khi vận hành thử nghiệm, đề xuất phương án cải thiện hoạt động, tính mỹ thuật cho sản phẩm. Một số gợi ý cải tiến: - Ổn định hiệu điện thế đầu ra. - Tăng thời gian phát điện.	(5) Tranh luận: Đưa ra các luận điểm, chứng minh luận điểm bằng các minh chứng và lập luận phù hợp. Từ đó đưa ra kết luận về khả năng vận hành của sản phẩm.
8. Chia sẻ và trình bày, giới thiệu sản phẩm	Xây dựng bài trình bày; trình bày và trình diễn sản phẩm đã chế tạo cũng như quy trình chế tạo. Thảo luận về hiệu quả của sản phẩm. Đánh giá sản phẩm của mình và của các nhóm khác.	(1) Đặt câu hỏi: Đặt được câu hỏi có liên quan đến sản phẩm, có tính khoa học và được diễn đạt theo nhiều phương thức khác nhau. (5) Tranh luận: Đưa ra các luận điểm, chứng minh luận điểm bằng các minh chứng và lập luận phù hợp. Từ đó bảo vệ cho sản phẩm của mình hay phản biện cho sản phẩm của những nhóm khác.

9. Phát triển các giải pháp có thể	Mở rộng và nâng cao yêu cầu cho mô hình sản phẩm vừa chế tạo được bằng chạy thật và làm thật: Chuyển mô hình nhóm đã chế tạo thành sản phẩm hoàn thiện (đảm bảo về hoạt động, thẩm mỹ, độ chắc chắn,...).	(2) Thiết lập tiêu chí: Liệt kê được các tiêu chí nhằm hoàn thiện về khả năng hoạt động và thẩm mỹ cho sản phẩm.
10. Mở rộng thành dự án sáng tạo phục vụ cuộc sống.	Yêu cầu đề xuất, cải tiến, sáng tạo sản phẩm mới cùng loại để phục vụ trong cuộc sống. Đề xuất phương án thương mại hóa sản phẩm: Làm catalogue cho sản phẩm máy phát điện trọng lực.	(2) Thiết lập tiêu chí: Liệt kê được các tiêu chí có thể giúp xác định tính chất và đo đặc chất lượng của sản phẩm kỹ thuật nhằm đưa giải pháp vào thực tiễn cuộc sống. (3) Tìm kiếm, thu thập được các thông tin liên quan, tin cậy và đầy đủ từ hoạt động thảo luận nhằm phục vụ mục đích cải thiện thiết kế, viết catalogue sản phẩm.

Bảng 6. Chủ đề 2- Nhà chống lũ (dựa trên tiến trình Bài học STEM)

Hoạt động	Bước	Nội dung	Tư duy phản biện
Hoạt động 1: Xác định vấn đề hoặc yêu cầu chế tạo một sản phẩm ứng dụng gắn với nội dung bài học với các tiêu chí cụ thể	Xác định vấn đề	Xem đoạn phim về tình hình lũ và một số giải pháp chống lũ ở miền Trung (link video https://youtu.be/XuB-V2wS6NM) Đoạn phim gồm các thông tin về: - Thời điểm mùa mưa lũ ở các địa phương. - Ảnh hưởng của lũ đến đời sống của người dân. - Một số biện pháp phòng tránh, khắc phục trong thời gian gần đây. Yêu cầu học sinh khai thác thông tin từ đoạn phim và đặt ra các câu hỏi phù hợp về nội dung của đoạn phim.	(3) Đặt được câu hỏi có liên quan đến các nội dung có trong clip nhằm xác định bối cảnh, phân tích mức độ ảnh hưởng của lũ lụt đến đời sống người dân, tìm kiếm giải pháp, đưa ra phương án của bản thân,...
Hoạt động 2: Nghiên cứu kiến thức nền và đề xuất các giải pháp thiết kế đáp ứng các tiêu chí đã nêu	Nghiên cứu kiến thức nền	Tìm hiểu về các mô hình nhà chống lũ thông qua tài liệu đọc, thảo luận về cơ chế hoạt động của các mô hình đó. Phân tích ưu nhược điểm của từng loại nhà chống lũ và bối cảnh sử dụng chúng (dùng cho vùng núi, vùng trung du, vùng đồng bằng,...). Đặt ra các tiêu chí của mô hình nhà chống lũ.	(3) Tìm kiếm, thu thập được các thông tin về mô hình nhà chống lũ. (4) Xây dựng được tiêu đề dựa trên các thông tin thu thập được về các loại nhà chống lũ. Từ đó đưa ra kết luận nhằm đánh giá ưu nhược điểm của các mô hình nhà chống lũ. (2) Thiết lập tiêu chí: Liệt kê được các tiêu chí có thể giúp xác định tính chất và đo đặc chất lượng của mô hình nhà chống lũ sẽ xây dựng.

	Đề xuất giải pháp	Thảo luận nhóm và thiết kế mô hình nhà chống lũ mà nhóm lựa chọn, trong đó chỉ rõ: - Nguyên lý chống lũ. - Hình dạng, kích thước nhà. - Loại vật liệu sử dụng. - Lý do lựa chọn mô hình nhà chống lũ này.	(5) Tranh luận: Đưa ra các luận điểm, chứng minh luận điểm bằng các minh chứng và lập luận phù hợp nhằm xây dựng bản thiết kế cho mô hình nhà chống lũ.
Hoạt động 3: Trình bày và thảo luận phương án thiết kế, sử dụng kiến thức nền để giải thích, chứng minh và lựa chọn, hoàn thiện phương án tốt nhất	Lựa chọn giải pháp	Các nhóm trình bày mô hình nhà chống lũ mà nhóm đã thiết kế. Lắng nghe, góp ý, phản biện cho nhóm trình bày, từ đó điều chỉnh thiết kế sao cho tối ưu. Lập kế hoạch, phân công nhiệm vụ cho các thành viên trong nhóm, trong đó chỉ rõ: - Các nhiệm vụ cần làm. - Tên thành viên phụ trách từng nhiệm vụ. - Thời hạn cho từng nhiệm vụ.	(5) Tranh luận: Đưa ra các luận điểm, chứng minh luận điểm bằng các minh chứng và lập luận phù hợp nhằm bảo vệ cho phương án thiết kế mà nhóm đã lựa chọn.
Hoạt động 4: Chế tạo sản phẩm theo phương án thiết kế đã được lựa chọn; thử nghiệm và đánh giá trong quá trình chế tạo	Chế tạo sản phẩm, Thử nghiệm và đánh giá	Tiến hành chế tạo mô hình nhà chống lũ theo thiết kế và thực hiện các nhiệm vụ như đã phân công. Chạy thử mô hình và đánh giá dựa trên các tiêu chí đã đề ra. Mô phỏng một số tình huống lũ xảy ra với mô hình nhà.	(3) Tìm kiếm, thu thập được các thông tin từ quá trình thử nghiệm sản phẩm. (5) Tranh luận: Đưa ra các luận điểm, chứng minh luận điểm bằng các minh chứng và lập luận phù hợp. Từ đó đưa ra được các đánh giá về hoạt động của nhà chống lũ với các tiêu chí đã đặt ra.
Hoạt động 5: Trình bày, thảo luận về sản phẩm đã chế tạo; điều chỉnh, hoàn thiện thiết kế ban đầu	Chia sẻ và thảo luận	Các nhóm trình bày về mô hình nhà chống lũ và quá trình thực hiện của nhóm. Đưa ra lý do vì sao chọn mô hình nhà đó. Các nhóm theo dõi, đặt câu hỏi, phản biện, góp ý cho nhóm trình bày. Tiến hành tranh luận: Các biện pháp phòng chống lũ cho các tỉnh miền Trung.	(1) Đặt được câu hỏi có liên quan sản phẩm, có tính khoa học và được diễn đạt theo nhiều phương thức khác nhau. (5) Tranh luận: Đưa ra các luận điểm, chứng minh luận điểm bằng các minh chứng và lập luận phù hợp.
	Điều chỉnh thiết kế	Sau phần thảo luận, các nhóm tiến hành điều chỉnh thiết kế, đưa ra phương án cải tiến cho mô hình nhà chống lũ.	(2) Thiết lập tiêu chí: Liệt kê được các tiêu chí nhằm chỉnh sửa, tối ưu hóa, cải tiến hoặc đưa vào thực tế mô hình nhà chống lũ.

Qua phân tích 2 chủ đề trên cho thấy, từng bước trong tiến trình giáo dục STEM dựa trên quy trình thiết kế kỹ thuật hoặc theo hướng dẫn các bước thực hiện bài học STEM học sinh đều phát triển được tư duy phản biện qua quá trình thực hiện, thảo luận, trình bày, bảo vệ ý tưởng và báo cáo sản phẩm của mình. Đặc biệt là trong các bước thiết kế sản phẩm, học sinh đưa ra nhiều phương án, tranh luận nhiều giải pháp để lựa chọn giải pháp phù hợp với điều kiện của các em và với yêu cầu sản phẩm.

3. Kết luận

Nghiên cứu đã xác được tư duy phản biện và biểu hiện của tư duy phản biện với 5 nhóm chính: đặt câu hỏi, thiết lập tiêu chí, tìm kiếm thông tin, suy luận và tranh luận. Từng nhóm biểu hiện này đều có các biểu hiện cụ thể được tích hợp lồng ghép trong các năng lực chung và năng lực chuyên biệt ở chương trình giáo dục phổ thông mới. Giáo dục STEM trong nhà trường đang được cụ thể hóa bằng các bài học STEM và hoạt động trải nghiệm STEM, hoạt động nghiên cứu khoa học, qua đó giúp học sinh hình thành và phát triển các năng lực chủ chốt trong thế kỉ XXI. Nghiên cứu đã phân tích và đưa ra được các khả năng bồi dưỡng các biểu hiện cụ thể của tư duy phản biện trong tiến trình thực hiện giáo dục STEM theo đề xuất của Bộ GD&ĐT. Các cơ sở này được phân tích vận dụng trong các chủ đề STEM về Điện trọng lực và Nhà chống lũ cho thấy tính khả thi và thực tiễn của việc phát triển tư duy phản biện cho học sinh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] [attelle for Kids, “Framework for 21st century learning definitions,” Partnersh. 21st Century Learn., p. 9, 2019, [Online]. Available: http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBKF.pdf.
- [2] R. H. Ennis, 2011. The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities. *Univ. Illinois*, Vol. 2, No. 4, doi: 10.22329/il.v6i2.2729.
- [3] R. Paul and L. Elder, 2007. Consequential Validity: Using Assessment To Drive Instruction, *Agriculture*, pp. 6–9.
- [4] M. Scriven and R. Paul, 1987. “Defining critical thinking,” In 8th Annual International Conference on Critical Thinking and Education Reform, Summer. <https://www.criticalthinking.org/pages/defining-critical-thinking/766>.
- [5] C. Rodgers, 2002. Defining reflection: Another look at John Dewey and reflective thinking. *Teach. Coll. Rec.*, Vol. 104, No. 4, pp. 842-866.
- [6] G. Reynders, J. Lantz, S. M. Ruder, C. L. Stanford, and R. S. Cole, 2020. Rubrics to assess critical thinking and information processing in undergraduate STEM courses. *Int. J. STEM Educ.*, Vol. 7, No. 1, doi: 10.1186/s40594-020-00208-5.
- [7] M. Lipman, 1987. Critical Thinking: What can it be?. *Analytic Teaching*, Vol. 8, No. 1. pp. 5-12, [Online]. Available: <http://journal.viterbo.edu/index.php/at/article/view/403/197>.
- [8] Bộ Giáo Dục và Đào Tạo, 2018. Chương trình Giáo dục tổng thể.
- [9] B. R. W. Bybee, 2010. Advancing STEM Education_A 20, No. September 2010, pp. 30-36.
- [10] Bộ Giáo Dục và Đào Tạo, 2020. Công văn 3089/BGDĐT-GDTrH ngày 14/8/2020 về triển khai thực hiện giáo dục STEM trong giáo dục trung học.

ABSTRACT

Enhancing critical thinking through STEM education in Vietnamese National Curriculum

Tuong Duy Hai and Nguyen Vo Thanh Viet

Faculty of Physics, Hanoi National University of Education

STEM education plays an important role in science, technology, engineering, and math education in general education, helping learners form and develop key competencies and 21st century skills, including critical thinking belonging to the group of learning and innovation skills that need to be developed for students. This article presents the concept of critical thinking, critical thinking in students and proposing the ability to develop students' critical thinking through STEM education in high schools.

Keywords: critical thinking, STEM education, didactic physics.