

DAY HỌC CHỦ ĐỀ “NHUỘM ÁO CHÀM” (VẬT LÝ 11) THEO MÔ HÌNH STEM GẮN VỚI BỐI CẢNH XÃ HỘI (STEMS)

Đỗ Hương Trà¹,
Nguyễn Quang Linh^{2,+},
Trần Thị Thu Huệ³

¹Trường Đại học Sư phạm Hà Nội;
²Trường Đại học Sư phạm - Đại học Thái Nguyên;
³Trường THPT Chuyên Cao Bằng, tỉnh Cao Bằng
+ Tác giả liên hệ • Email: linhnq@tnue.edu.vn

Article history

Received: 01/6/2025

Accepted: 30/6/2025

Published: 20/8/2025

Keywords

Social context, indigo
dyeing, social responsibility,
cultural values, STEM
education, STEMS model

ABSTRACT

STEM education has become an effective and popular teaching approach in many countries with the aim of helping students solve practical problems based on knowledge of science, technology, engineering and mathematics. The STEMS model - combining STEM with the social context, not only aims to develop scientific capacity but also raise awareness of social responsibility and preserve cultural values for learners. This study develops a teaching process according to the STEMS model and illustrates this process in teaching the topic “Indigo dyeing” (Physics 11) to help students solve practical problems related to local culture and environment. The teaching activities were designed with the integration of scientific theory and practice, creating opportunities for students to develop scientific capacity and understand the value of traditional occupations. The application of the STEMS model aims to help students not only consolidate scientific knowledge but also raise awareness of environmental protection and preservation of local cultural heritage; create a vibrant learning environment and connect students with the community.

1. Mở đầu

Giáo dục STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) đã và đang là một phương thức dạy học được ứng dụng rộng rãi tại nhiều Quốc gia, trong đó có Việt Nam. Chương trình giáo dục phổ thông 2018 đặc biệt chú trọng đến việc phát triển năng lực và phẩm chất cho HS, với mục tiêu thực hiện đổi mới căn bản và toàn diện GD-ĐT. Một trong những nhiệm vụ quan trọng là tích hợp kiến thức khoa học vào bối cảnh thực tiễn của xã hội và văn hóa địa phương, qua đó giúp HS nhận thức rõ hơn về giá trị của các vấn đề khoa học trong đời sống (Aikenhead, 2005).

Giáo dục STEM với sự bổ sung yếu tố xã hội (Social) được gọi là STEMS, đang thu hút được sự quan tâm của các nhà nghiên cứu trong việc thiết kế các hoạt động dạy học nhằm kết nối kiến thức khoa học với bối cảnh xã hội cụ thể. Việc áp dụng STEMS không chỉ giúp HS hiểu sâu các nguyên lý khoa học, mà còn nâng cao ý thức xã hội và trách nhiệm công dân, góp phần giải quyết các vấn đề xã hội một cách hiệu quả (Develaki, 2019). Những bài học gắn liền với bối cảnh xã hội tại địa phương giúp HS phát triển tư duy phản biện, sáng tạo, đồng thời nâng cao năng lực giải quyết vấn đề trong các tình huống cụ thể (Arshad, 2021; Bybee, 2013). Trong đó, khái niệm “bối cảnh xã hội” được hiểu là tổng thể các điều kiện, yếu tố và mối quan hệ thực tiễn liên quan đến đời sống, hoạt động và nhu cầu của cộng đồng nơi HS đang sinh sống, bao gồm các vấn đề về kinh tế, văn hóa, môi trường và tập quán xã hội. Bối cảnh xã hội không tách rời mà thường bao hàm và chịu ảnh hưởng sâu sắc bởi yếu tố văn hóa. Do vậy, thuật ngữ “bối cảnh xã hội” và “bối cảnh văn hóa, xã hội” đôi khi được dùng với cùng một nội hàm. Bối cảnh xã hội đã bao hàm cả yếu tố văn hóa. Thực tiễn dạy học theo mô hình STEMS cho thấy, việc tích hợp bối cảnh xã hội (trong đó bao gồm cả yếu tố văn hóa) vào dạy học sẽ tạo môi trường học tập giàu tính trải nghiệm, có ý nghĩa và gắn gũi với HS, từ đó nâng cao hiệu quả học tập, phát triển năng lực khoa học gắn với trách nhiệm cộng đồng. Tuy nhiên, việc triển khai dạy học theo mô hình STEMS vẫn gặp phải một số khó khăn, đặc biệt là trong lựa chọn bối cảnh phù hợp và còn thiếu các công cụ đánh giá cụ thể (English, 2016; Holmlund et al., 2018). Vì vậy, thiết kế tiến trình dạy học theo mô hình STEMS có vai trò quan trọng, giúp GV và HS có thể tổ chức và thực hiện các hoạt động dạy học một cách khoa học và hiệu quả, đồng thời kết nối với các vấn đề thực tiễn (Bybee, 2013; MacPhee et al., 2013).

Với phương pháp nghiên cứu tài liệu, chúng tôi xây dựng một tiến trình dạy học theo mô hình STEMS và minh họa tiến trình này trong dạy học chủ đề “Nhuộm áo chàm”, thuộc nội dung kiến thức “Dòng điện, mạch điện” (Vật lý 11). Tiến trình dạy học bao gồm các giai đoạn từ xác định bối cảnh xã hội, xây dựng bài tập, thiết kế giải pháp, khám phá kiến thức, đến thực hiện và đánh giá. Mục tiêu là tạo ra các hoạt động dạy học không chỉ truyền thụ kiến thức khoa học mà còn gắn kết HS với văn hóa địa phương và nâng cao ý thức trách nhiệm xã hội cho các em. Cuối cùng, chủ đề “Nhuộm áo chàm” được thiết kế theo mô hình dạy học STEMS không chỉ phản ánh những đặc trưng văn hóa của cộng đồng Tày, Nùng mà còn kết hợp các yếu tố khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học để tạo ra một bài học liên môn, thực tiễn và gắn liền với cuộc sống (Hán Thị Hương Thủy và Đỗ Hương Trà, 2023; Nguyễn Quang Linh và Cao Văn Trung, 2024).

2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Dạy học STEM gắn với bối cảnh xã hội (STEMS)

Việc hiểu và phân tích nguồn gốc của bối cảnh là rất quan trọng trong quá trình dạy học. Khi hiểu rõ và lựa chọn được bối cảnh phù hợp với kiến thức, kinh nghiệm của người học, GV có thể lựa chọn phương pháp dạy học phù hợp để giúp HS lĩnh hội và biết vận dụng kiến thức vào thực tiễn một cách hiệu quả. Bối cảnh xã hội không chỉ là yếu tố quan trọng giúp HS cảm thấy hứng thú với môn học mà còn nhận thức rõ hơn về các vấn đề thực tiễn trong cộng đồng (Bybee, 2013; Nguyễn Quang Linh và cộng sự, 2023). Theo lý thuyết học tập kiến tạo (constructivism), khi HS được trải nghiệm và giải quyết các vấn đề trong bối cảnh thực tiễn, họ sẽ hiểu sâu sắc hơn và vận dụng kiến thức hiệu quả hơn. Bối cảnh gần gũi và có ý nghĩa với HS sẽ tạo động lực và tăng tính hiệu quả trong quá trình lĩnh hội kiến thức (Nguyễn Quang Linh và Cao Văn Trung, 2024). Do đó, khi thiết kế các hoạt động dạy học STEM gắn với bối cảnh xã hội (được gọi là mô hình STEMS), GV cần tạo ra mối liên hệ giữa nội dung học tập và các vấn đề thực tiễn trong cộng đồng. Bối cảnh xã hội được hiểu là những sự kiện, vấn đề, hoặc tình huống phát sinh từ thực tiễn văn hóa, xã hội nơi HS sinh sống và học tập; những bối cảnh này không chỉ chứa đựng nội dung kiến thức khoa học mà còn có thể phát triển thành các tình huống dạy học, qua đó hỗ trợ HS đạt được các mục tiêu học tập (Diekman & Steinberg, 2013; Shaffer et al., 2016). Dạy học theo mô hình STEMS không chỉ giúp HS hiểu biết về các khái niệm khoa học mà còn phát triển khả năng vận dụng kiến thức vào thực tiễn, đồng thời hình thành ý thức trách nhiệm xã hội (Bush, 2019).

Để đảm bảo quá trình dạy học theo mô hình STEMS đạt hiệu quả và khoa học, việc xây dựng tiến trình dạy học là cần thiết nhằm xác định rõ các bước thực hiện, giúp GV dễ dàng lồng ghép bối cảnh văn hóa và xã hội vào từng hoạt động học tập, từ đó phát triển năng lực, ý thức trách nhiệm của HS đối với các vấn đề xã hội (Batdi et al., 2019; Nguyễn Quang Linh và cộng sự, 2023).

2.2. Nguyên tắc xây dựng và lựa chọn bối cảnh xã hội trong dạy học theo mô hình STEMS

Việc lựa chọn, xây dựng bối cảnh xã hội trong dạy học theo mô hình STEMS cần tuân theo một số nguyên tắc cơ bản để đảm bảo tính phù hợp và hiệu quả trong dạy học. Dựa trên các nghiên cứu của Golan và You (2020), Bybee (2013), Santiago-Delefosse và Odéric-Delefosse (2002), theo chúng tôi đề xuất xây dựng và lựa chọn bối cảnh xã hội trong dạy học theo mô hình STEMS cần đảm bảo các nguyên tắc sau:

(1) Gắn kết bối cảnh với thực tiễn xã hội của cộng đồng địa phương nơi HS đang sinh sống. Việc lựa chọn bối cảnh theo mô hình STEMS cần phản ánh các vấn đề thực tiễn trong cộng đồng, giúp HS thấy rõ ứng dụng của kiến thức STEMS trong cuộc sống hàng ngày. Bối cảnh gần gũi và có ý nghĩa với HS sẽ tăng cường động lực và hiệu quả học tập (Bybee, 2013).

(2) Phát huy tính đa dạng về văn hóa và xã hội. Một trong những nguyên tắc quan trọng trong dạy học theo mô hình STEMS là khuyến khích sự đa dạng về văn hóa và xã hội. HS sẽ phát triển khả năng tư duy sáng tạo, làm việc nhóm và giải quyết vấn đề hiệu quả hơn trong môi trường học tập đa văn hóa (Santiago-Delefosse & Odéric-Delefosse, 2002). Việc lựa chọn bối cảnh cần bao quát sự đa dạng văn hóa và xã hội, đồng thời khuyến khích HS hiểu và tôn trọng sự khác biệt (Niekerk, 2025). Điều này sẽ giúp HS phát triển tư duy phản biện và các kỹ năng xã hội cần thiết trong cuộc sống.

(3) Kết nối lý thuyết với thực hành trong bối cảnh xã hội cụ thể. Trong dạy học theo mô hình STEMS, việc kết nối lý thuyết với thực hành trong bối cảnh xã hội cụ thể giúp HS hiểu rõ các khái niệm khoa học, tạo ra các trải nghiệm học tập gần gũi với thực tiễn. Vì vậy, khi lựa chọn bối cảnh, GV cần đảm bảo rằng các tình huống học tập không chỉ dừng lại ở lý thuyết mà còn có sự kết nối mạnh mẽ với thực hành.

(4) Chú trọng đến tính bền vững và phát triển cộng đồng. Dạy học theo mô hình STEMS cần chú trọng phát triển bền vững, giúp HS nhận thức rõ về vai trò của mình trong việc giải quyết các vấn đề môi trường và xã hội một cách

lâu dài. Thuyết phát triển bền vững nhấn mạnh sự cần thiết của việc bảo vệ môi trường, cải thiện chất lượng cuộc sống và giữ gìn các giá trị văn hóa trong cộng đồng (Nguyễn Quang Linh và Trần Thị Thu Huệ, 2023). Do đó, trong dạy học theo mô hình STEMS, bối cảnh cần hướng tới việc giải quyết các vấn đề xã hội và môi trường bền vững, giúp HS nhận thức và hành động để bảo vệ và phát triển cộng đồng trong tương lai.

Các nguyên tắc trên dựa trên các lý thuyết học tập hiện đại như học tập kiến tạo, học tập trải nghiệm và phát triển bền vững. Việc áp dụng các nguyên tắc này trong dạy học STEMS giúp HS hiểu các vấn đề khoa học, phát triển các kỹ năng thiết yếu để ứng dụng kiến thức vào thực tiễn, từ đó hình thành và rèn luyện tính trách nhiệm với xã hội.

2.3. Tiến trình dạy học theo mô hình STEMS

Dựa trên nền tảng của dạy học dự án, lý thuyết học tập trải nghiệm của Kolb (1984), tham khảo các nghiên cứu về giáo dục STEMS, chúng tôi đề xuất tiến trình dạy học theo mô hình STEMS gồm 6 bước cơ bản, được thiết kế nhằm giúp HS phát triển năng lực khoa học thông qua việc tích hợp kiến thức khoa học, công nghệ, kỹ thuật, toán học vào trong bối cảnh xã hội cụ thể. Cụ thể gồm các bước sau:

Bước 1: Xác định bối cảnh xã hội và vấn đề thực tiễn cần giải quyết (Social Context Identification). Trong bước đầu tiên, GV và HS cùng xác định một vấn đề thực tiễn có nguồn gốc từ bối cảnh của địa phương - những yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống, tập quán, môi trường, nhu cầu phát triển cộng đồng nơi HS đang sinh sống. Bối cảnh xã hội đặt ra những thách thức cần giải quyết có thể liên quan đến việc mai một các nghề truyền thống, sự thay đổi trong tập quán sinh hoạt, ô nhiễm môi trường, suy giảm tài nguyên, tăng tình trạng thất nghiệp tại địa phương, hoặc những thay đổi do đô thị hóa, công nghiệp hóa gây ra.

Bước 2: Xây dựng bài toán/chủ đề học tập liên quan đến STEMS (Define the Problem/Theme). Sau khi xác định được bối cảnh, GV cho HS xây dựng một bài tập hoặc chủ đề học tập liên môn, trong đó HS cần vận dụng kiến thức từ các lĩnh vực khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học để giải quyết vấn đề. Điều này giúp HS nhận thức rõ ràng về mục đích của việc học và biết ứng dụng kiến thức vào giải quyết tình huống thực tiễn. Bước 2 nhằm phát triển tư duy phân biện và khả năng giải quyết vấn đề cho HS.

Bước 3: Thiết kế giải pháp (Solution Design). Ở bước này, HS sẽ thiết kế các giải pháp để giải bài tập/chủ đề đã được xác định. Việc thiết kế và phát triển giải pháp không chỉ yêu cầu HS áp dụng kiến thức khoa học mà còn phải xét đến các yếu tố văn hóa và xã hội, đảm bảo tính khả thi và hiệu quả. Bước 3 nhằm giúp HS phát triển khả năng sáng tạo, kỹ năng làm việc nhóm và cải tiến quy trình, hiểu rõ hơn về quá trình đổi mới sáng tạo.

Bước 4: Khám phá và kiến tạo kiến thức cốt lõi (Explore & Construct Knowledge). HS sẽ tham gia vào các hoạt động thực hành, thí nghiệm, nghiên cứu tài liệu, thảo luận để tìm hiểu các khái niệm khoa học liên quan đến bài tập/chủ đề. Các phương pháp học tập tích cực được áp dụng để giúp HS xây dựng kiến thức từ những trải nghiệm thực tiễn. Quá trình này khuyến khích HS phát triển kỹ năng nghiên cứu và hợp tác, đồng thời tạo ra sự kết nối giữa lý thuyết và thực hành trong bối cảnh xã hội cụ thể.

Sau bước 4, HS có thể quay lại bước 3 để xem xét lại giải pháp khi đã tích lũy thêm kiến thức từ các hoạt động thí nghiệm và nghiên cứu. Việc quay lại và điều chỉnh giải pháp giúp HS củng cố và mở rộng kiến thức khoa học, cải thiện quy trình học tập và sáng tạo. Điều này tạo ra một vòng lặp học tập liên tục, trong đó HS có thể kiểm tra lại các giả thuyết, phương pháp và kết quả để đưa ra giải pháp tối ưu hơn.

Bước 5: Thực hiện, thử nghiệm và điều chỉnh (Implementation & Reflection). Trong bước thực hiện, HS sẽ triển khai các giải pháp đã thiết kế, thực hiện thí nghiệm, đo đạc kết quả và điều chỉnh theo các phản hồi thu được. Các hoạt động thực tiễn giúp HS áp dụng kiến thức vào thực tiễn. Bước này khuyến khích HS tự đánh giá và đánh giá lẫn nhau, từ đó nhận thức rõ hơn về trách nhiệm xã hội của mình khi áp dụng các giải pháp vào thực tiễn.

Bước 6: Đánh giá và mở rộng (Evaluate & Extend). Cuối cùng, HS sẽ đánh giá các kết quả đạt được trong quá trình thực hiện, đánh giá tính khả thi và ứng dụng của giải pháp trong cộng đồng. Việc đánh giá giúp HS nhận xét về tính khoa học, sáng tạo và tính bền vững của giải pháp, mở rộng ý tưởng đến các vấn đề xã hội lớn hơn như phát triển bền vững, bảo vệ môi trường hoặc chính sách xã hội. Bước này là cơ hội để HS suy ngẫm lại quá trình học tập, từ đó hoàn thiện kỹ năng giải quyết vấn đề và phát triển năng lực khoa học một cách toàn diện.

Điểm khác biệt cốt lõi và cũng là ưu thế nổi bật của mô hình STEMS so với mô hình STEM truyền thống chính là sự tích hợp sâu rộng và xuyên suốt của yếu tố xã hội (Social - S) trong toàn bộ tiến trình dạy học, chứ không đơn thuần là một yếu tố bổ sung hay đứng riêng lẻ. Cụ thể, yếu tố “S” được thể hiện rõ nét trong từng bước: Ngay từ bước 1, bối cảnh và vấn đề cần giải quyết phải xuất phát từ chính thực tiễn đời sống, văn hóa, kinh tế hoặc môi trường của cộng đồng địa phương, đảm bảo tính gần gũi và ý nghĩa xã hội cho HS. Ở bước 2, khi xây dựng bài tập/chủ đề học tập, yếu tố xã hội định hướng việc lựa chọn các vấn đề có nội dung khoa học có tác động về giá trị xã hội, đòi

hội các giải pháp mang tính trách nhiệm. Ở bước 3, trong quá trình thiết kế và xây dựng giải pháp, HS cần cân nhắc đến các khía cạnh văn hóa, tính khả thi trong điều kiện xã hội cụ thể và những ảnh hưởng tiềm tàng của giải pháp đối với cộng đồng. Ở bước 4, khi khám phá và kiến tạo kiến thức, các khái niệm khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học được soi chiếu qua lăng kính của vấn đề xã hội đang giải quyết, giúp HS thấy rõ mục đích và ý nghĩa thực tiễn của tri thức. Ở bước 5, giai đoạn thực hiện, thử nghiệm và điều chỉnh không chỉ tập trung vào tính hiệu quả kỹ thuật mà còn chú trọng đến sự phản hồi từ góc độ xã hội, sự phù hợp của giải pháp với nhu cầu và đặc điểm của cộng đồng. Ở bước 6, đánh giá và mở rộng giải pháp luôn gắn liền với việc xem xét các giá trị và tác động xã hội, khuyến khích HS suy ngẫm về trách nhiệm công dân và tiềm năng đóng góp của KH-CN cho sự phát triển bền vững của xã hội. Như vậy, yếu tố “Social” trong STEMS đã làm tăng tính thực tiễn và hấp dẫn của hoạt động học tập, góp phần quan trọng vào việc hình thành ý thức xã hội, năng lực giải quyết vấn đề gắn với thực tiễn và trách nhiệm công dân cho HS, điều mà mô hình STEM truyền thống có thể chưa chú trọng đầy đủ.

2.4. Minh họa dạy học chủ đề “Nhuộm áo chàm” (Vật lí 11) theo mô hình STEMS

Chủ đề “Nhuộm áo chàm”, thuộc nội dung kiến thức “Dòng điện, mạch điện” trong chương trình Vật lí 11, được xây dựng theo mô hình STEMS nhằm phát triển năng lực khoa học cho HS thông qua việc tích hợp kiến thức liên môn với các vấn đề thực tiễn xuất phát từ bối cảnh xã hội của địa phương. Tại tỉnh Cao Bằng, nơi có truyền thống lâu đời về nghề nhuộm chàm của dân tộc Tày, Nùng, HS không chỉ được tìm hiểu các kiến thức về Hóa học, Vật lí và ứng dụng kỹ thuật trong quy trình nhuộm, mà còn được nâng cao nhận thức về trách nhiệm bảo tồn giá trị văn hóa truyền thống, phát triển kỹ năng giải quyết các vấn đề xã hội và môi trường gắn liền với nghề này.

Bước 1: Xác định bối cảnh xã hội và vấn đề thực tiễn cần giải quyết. Ở bước 1, GV cho HS xác định vấn đề thực tiễn liên quan đến bối cảnh xã hội địa phương, cụ thể trong dự án này là nghề nhuộm chàm truyền thống của dân tộc Tày, Nùng tại Cao Bằng. Đây là một nghề thủ công gắn liền với đời sống văn hóa, tín ngưỡng và môi trường sống của địa phương. Tuy nhiên, quá trình nhuộm chàm hiện tại ở Cao Bằng được thực hiện thủ công, rất vất vả và mất nhiều thời gian, đặc biệt trong các công đoạn như thu hoạch lá chàm, chế biến nguyên liệu, nhuộm từng sản phẩm. Câu hỏi quan trọng cần được đặt ra là: Có những khó khăn gì trong các giai đoạn của quy trình nhuộm áo chàm hiện tại của các nghệ nhân? Làm thế nào để tăng năng suất lao động, tăng chất lượng sản phẩm mà không làm mất đi giá trị truyền thống? Để giải quyết vấn đề, HS sẽ tham gia thảo luận về các vấn đề phát sinh từ quy trình nhuộm thủ công, so sánh với phương pháp nhuộm công nghiệp hiện nay. Thông qua quá trình này, HS sẽ xác định được kiến thức STEM cần thiết, chẳng hạn như kiến thức về hóa học trong quá trình nhuộm, kiến thức về công nghệ và vật lí trong chế tạo máy sấy vải, các phương pháp tối ưu hóa quy trình để nâng cao năng suất mà vẫn bảo tồn giá trị văn hóa truyền thống.

Bước 2: Xây dựng bài tập/chủ đề học tập liên quan đến STEMS. Sau khi xác định được bối cảnh xã hội là nghề nhuộm chàm truyền thống tại Cao Bằng, bước tiếp theo là xây dựng một bài tập mang tính liên môn, thể hiện rõ yêu cầu tích hợp các lĩnh vực Khoa học (Science), Công nghệ (Technology), Kỹ thuật (Engineering) và Toán học (Mathematics). Bài tập cần có sự gắn kết chặt chẽ giữa kiến thức trong nhà trường và vấn đề thực tiễn, giúp HS hình thành năng lực giải quyết vấn đề. Nội dung bài tập được xây dựng như sau:

Bài tập: Làm thế nào để cải tiến quy trình nhuộm chàm truyền thống nhằm tăng chất lượng sản phẩm, giảm sức lao động và hạn chế tác động xấu đến môi trường, đồng thời vẫn giữ được các giá trị văn hóa đặc trưng của nghề truyền thống?

Từ bài tập đưa ra, GV hướng dẫn cho HS cụ thể hóa thành các tiểu vấn đề gắn với từng lĩnh vực trong STEM. Để giải bài tập này, HS cần huy động kiến thức từ nhiều lĩnh vực khác nhau trong STEM. Bảng sau đây thể hiện cụ thể các kiến thức liên quan trong từng lĩnh vực (xem bảng 1):

Bảng 1. Các nội dung kiến thức có liên quan trong chủ đề “Nhuộm áo chàm” (Vật lí 11)

Lĩnh vực	Nội dung kiến thức có liên quan trong chủ đề “Nhuộm áo chàm”
Khoa học (S)	- Phản ứng hóa học trong quá trình lên men và oxy hóa tạo màu chàm. - Đặc tính của thuốc nhuộm tự nhiên hơn so với thuốc nhuộm công nghiệp. - Tác động môi trường của chất thải từ quy trình nhuộm. - Các kiến thức về dòng điện, mạch điện, cảm biến,... để thực hiện các giải pháp nhằm đưa công nghệ vào nghề nhuộm chàm truyền thống.
Công nghệ (T)	- Quy trình chế tạo và sử dụng dụng cụ nhuộm. - Ứng dụng công nghệ đơn giản trong thiết kế máy khuấy, máy sấy, hệ thống xử lý nước thải.
Kỹ thuật (E)	- Thiết kế mô hình cải tiến quy trình nhuộm. - Tính toán và lắp ráp thiết bị đơn giản, hỗ trợ thao tác thủ công. - Sáng chế giải pháp thân thiện với môi trường.

Toán học (M)	- Tính toán tỉ lệ nguyên liệu (lá chàm, vôi, tro bếp,...). - Phân tích dữ liệu từ thí nghiệm: độ bền màu, thời gian, nhiệt độ. - Đọc hiểu và trình bày kết quả bằng biểu đồ, bảng số liệu.
--------------	--

Bảng 1 cho thấy, GV cần cho HS xác định rõ các kiến thức cần được tích hợp và khai thác trong chủ đề, từ đó xây dựng kế hoạch học tập cụ thể, định hướng hoạt động thực hành - trải nghiệm và phân công nhiệm vụ phù hợp với năng lực của cá nhân và nhóm.

Bước 3: Thiết kế giải pháp. Dựa trên kết quả nghiên cứu và thí nghiệm, HS sẽ đưa ra quy trình nhuộm áo chàm cải tiến. Quy trình này sẽ bao gồm việc lựa chọn tỉ lệ các nguyên liệu sao cho đạt được màu chàm bền và đẹp, đồng thời giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường. GV cho HS làm việc theo nhóm, mỗi nhóm thảo luận và phác thảo sơ đồ quy trình nhuộm cải tiến của mình, trong đó nêu rõ các bước cụ thể, dụng cụ cần thiết và cách thức thực hiện. HS cũng cần tính lượng nguyên liệu cần dùng cho một mẻ nhuộm thử nghiệm nhỏ; các em có thể sử dụng các công cụ khoa học và kỹ thuật để thiết kế mô hình máy khuấy, máy sấy, sử dụng năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời để phơi áo, góp phần bảo vệ môi trường.

Bước 4: Khám phá và kiến tạo kiến thức cốt lõi. Trong bước này, HS sẽ thực hiện các thí nghiệm để khám phá các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nhuộm áo chàm. Cụ thể, các nhóm sẽ tiến hành các thí nghiệm nhỏ theo sự hướng dẫn của GV. Chẳng hạn: HS sẽ tự pha chế dung dịch nhuộm với các tỉ lệ lá chàm, vôi, tro bếp khác nhau để quan sát sự thay đổi màu sắc và độ đậm nhạt. Các em cũng sẽ thực hiện các phép đo đơn giản như đo độ pH của dung dịch bằng giấy thử pH, hoặc theo dõi sự thay đổi nhiệt độ của dung dịch lên men qua các khoảng thời gian nhất định. Các thí nghiệm sẽ bao gồm việc đo pH của dung dịch nhuộm, nghiên cứu phản ứng oxy hóa tạo màu chàm, khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian lên men đến chất lượng màu sắc. HS sẽ tìm hiểu về các nguyên liệu như lá chàm, tro bếp, vôi, đồng thời vận dụng kiến thức toán học để tính toán các tỉ lệ nguyên liệu cần thiết. GV sẽ cung cấp tài liệu hoặc hướng dẫn HS tìm kiếm thông tin về tính chất hóa học của các nguyên liệu, vai trò của chúng trong quá trình tạo màu, cũng như các yếu tố ảnh hưởng đến độ bền màu. HS cần ghi chép lại toàn bộ quá trình thí nghiệm, từ khâu chuẩn bị, các bước tiến hành, đến kết quả quan sát được và các số liệu đo đạc. Sau khi thực hiện bước 4, HS có thể quay lại bước 3 để chỉnh sửa giải pháp mà mình đã đưa ra, quá trình này có thể lặp lại nhiều lần.

Bước 5: Thực hiện, thử nghiệm và điều chỉnh. Ở bước 5, HS sẽ triển khai quy trình nhuộm áo chàm theo các giải pháp đã thiết kế ở bước 3 và đã có sự điều chỉnh sau bước 4. Các nhóm sẽ tiến hành nhuộm thử nghiệm trên các mảnh vải nhỏ theo quy trình cải tiến mà nhóm đã đề xuất. HS tiến hành thử nghiệm và điều chỉnh các yếu tố như thời gian ngâm, nhiệt độ, lượng chất phụ gia. Trong quá trình thử nghiệm, HS sẽ quan sát sự thay đổi của màu sắc trên vải, độ đều màu, ghi nhận lại các vấn đề nào phát sinh (ví dụ: màu không lên đều, vải bị cứng sau nhuộm, thời gian nhuộm quá lâu,...). HS ghi chép lại kết quả thử nghiệm, phân tích các thay đổi về màu sắc, độ bền màu, độ an toàn của sản phẩm nhuộm. Bước này giúp HS không chỉ kiểm tra và điều chỉnh quy trình mà còn rèn luyện kỹ năng phân biện, đánh giá kết quả và vận dụng các điều chỉnh để cải tiến sản phẩm. Sau mỗi lần thử nghiệm, các nhóm sẽ cùng thảo luận, phân tích kết quả, so sánh với dự kiến ban đầu và đưa ra những điều chỉnh cần thiết cho quy trình và giải pháp của mình. Chẳng hạn, nếu màu nhuộm quá nhạt, nhóm có thể quyết định tăng thời gian ngâm hoặc điều chỉnh lại tỉ lệ nguyên liệu. HS cũng sẽ suy ngẫm về các tác động xã hội và môi trường của quy trình nhuộm, từ đó tìm cách giảm thiểu ô nhiễm và bảo vệ sức khỏe cộng đồng.

Bước 6: Đánh giá và mở rộng. GV hướng dẫn HS đánh giá kết quả của quy trình nhuộm chàm đã cải tiến và so sánh với các phương pháp nhuộm công nghiệp hiện nay. GV cho HS trình bày kết quả trước lớp, mời các nghệ nhân địa phương tham gia để thảo luận về các giá trị văn hóa, xã hội và nghề nhuộm chàm. HS sẽ đề xuất các giải pháp cải tiến quy trình nhuộm sao cho hiệu quả và bền vững hơn, từ đó phát triển dự án nhuộm chàm trong cộng đồng địa phương. Bước này không chỉ giúp HS củng cố kiến thức khoa học mà còn tạo cơ hội để các em hiểu rõ hơn về trách nhiệm xã hội của mình trong việc bảo vệ và phát triển văn hóa địa phương.

3. Kết luận

Mô hình STEMS được vận dụng trong dạy học chủ đề “Nhuộm áo chàm” (Vật lí 11) là một cách tiếp cận nhằm giúp HS hiểu sâu về các nguyên lí khoa học cơ bản, khơi gợi ý thức về giá trị văn hóa và trách nhiệm cộng đồng. Chủ đề “Nhuộm áo chàm” là một ví dụ điển hình về việc kết hợp giữa khoa học và văn hóa trong dạy học. Qua việc nghiên cứu và cải tiến quy trình nhuộm chàm, HS hiểu rõ hơn về các phản ứng hóa học, yếu tố vật lí ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm; đồng thời hiểu rõ giá trị văn hóa và xã hội của nghề nhuộm chàm truyền thống, đặc biệt là trong bối cảnh hiện đại khi nghề này đang đối mặt với nguy cơ mai một. Nhờ đó, HS phát triển được năng lực khoa học theo định hướng của Chương trình giáo dục phổ thông 2018, nâng cao nhận thức về trách nhiệm bảo tồn và phát triển di sản văn hóa địa phương. Tính đặc trưng của mô hình STEMS nằm ở sự tích hợp xuyên suốt của yếu tố xã

hội (Social - S) trong toàn bộ tiến trình dạy học, chứ không chỉ là một yếu tố bổ sung. Yếu tố “S” đã làm tăng tính thực tiễn và hấp dẫn của hoạt động học tập, góp phần quan trọng vào việc hình thành ý thức xã hội, năng lực giải quyết vấn đề gắn với thực tiễn và trách nhiệm công dân cho HS. Như vậy, việc áp dụng mô hình TEMS trong dạy học không chỉ nhằm phát triển năng lực của HS mà còn gắn kết HS với cộng đồng và xã hội, từ đó tạo ra những công dân có trách nhiệm, sáng tạo và có khả năng giải quyết các vấn đề xã hội.

Tài liệu tham khảo

- Aikenhead, G. S. (2005). Research into STS science education. *Educación Química*, 16(3), 384-397.
- Arshad, A. Y. M. (2021). A systematic review: Issues in implementation of integrated STEM education. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(9), 1124-1133.
- Batdi, V., Talan, T., & Semerci, C. (2019). Meta-analytic and meta-thematic analysis of STEM education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 7(4), 382-399.
- Bush, S. B. (2019). National reports on STEM education: What are the implications for K-12? In A. Sahin & M. Mohr-Schroeder (Eds.), *STEM education 2.0 myths and truths: What has K-12 STEM education research taught us?* Brill.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. National Science Teachers Association.
- Develaki, M. (2019). Methodology and epistemology of computer simulations and implications for science Education. *Journal of Science Education and Technology*, 28(4), 1-24.
- Diekman, A. B., & Steinberg, M. (2013). Navigating social roles in pursuit of important goals: A communal goal congruity account of STEM pursuits. *Social and Personality Psychology Compass*, 7, 487-501. <https://doi.org/10.1111/spc3.12042>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Golan, J., & You, J. (2020). Raising aspirations of boys and girls through role models: Evidence from a field experiment. *The Journal of Development Studies*, 57, 949-979. <https://doi.org/10.1080/00220388.2020.1826445>
- Hán Thị Hương Thủy, Đỗ Hương Trà (2023). Tổ chức dạy học dựa trên vấn đề bài học STEM “Hiện tượng bay hơi và ngưng tụ” (Khoa học tự nhiên 6) nhằm phát triển năng lực khoa học tự nhiên cho học sinh. *Tạp chí Giáo dục*, 23(13), 29-35.
- Holmlund, T. D., Lesseig, K., & Slavitt, D. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5(32), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall.
- MacPhee, D., Farro, S., & Canetto, S. S. (2013). Academic self-efficacy and performance of underrepresented STEM majors: Gender, ethnic, and social class patterns. *Analyses of Social Issues and Public Policy*, 13(1), 347-369.
- Nguyễn Quang Linh, Cao Văn Trung (2024). Thiết kế kế hoạch bài dạy STEM chủ đề “Tương tác từ” trong dạy học kiến thức “Từ trường” (Vật lí 12) nhằm bồi dưỡng năng lực giải quyết vấn đề cho học sinh. *Tạp chí Giáo dục*, 24(11), 37-41.
- Nguyễn Quang Linh, Trần Thị Thu Huệ (2023). Dạy học chủ đề “Năng lượng tái tạo” (Vật lí 11) theo định hướng giáo dục STEMS nhằm phát triển năng lực khoa học cho học sinh. *Tạp chí Giáo dục*, 23(22), 17-22.
- Nguyễn Quang Linh, Vũ Thị Thanh Yến, Dương Văn Tuấn, Nông Minh Ấn (2023). Những năng lực giáo viên cần được bồi dưỡng để triển khai thành công dạy học theo định hướng giáo dục STEM: Nghiên cứu trường hợp tại tỉnh Thái Nguyên. *Tạp chí Giáo dục*, 23(6), 51-57.
- Niekerk, J. V. (2025). Lev Vygotsky. *KinderopvangTotaal Op de Groep*, 35(1), 10-12. <https://doi.org/10.1007/s41189-024-2503-2>
- Santiago-Delefosse, M. J., & Odéric-Delefosse, J. M. (2002). Spielrein, Piaget and Vygotsky. Three positions on child thought and language. *Theory & Psychology*, 12(6), 723-747.
- Shaffer, D. W., Collier, W., & Ruis, A. R. (2016). A tutorial on epistemic network analysis: Analyzing the structure of connections in cognitive, social, and interaction data. *Journal of Learning Analytics*, 3(3), 9-45. <https://doi.org/10.18608/jla.2016.33.3>