

# VẬN DỤNG MÔ HÌNH T-SM-E TRONG THIẾT KẾ VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG GIÁO DỤC STEM MÔN KHOA HỌC TỰ NHIÊN 9

Nguyễn Văn Kiệt<sup>1</sup>, Phạm Văn Tội<sup>1</sup>, Lưu Hoàng Hiếu<sup>2</sup>, Phạm Điền Trung<sup>3</sup>, Võ Thanh Tân<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Trường TH&THCS Hòa Thuận, An Giang

<sup>2</sup>Trường THCS Ngô Quyền, An Giang

<sup>3</sup>Trường THCS&THPT An Lạc Thôn, Cần Thơ

Email: kietnv.c2hoathuan2@giongrieng.edu.vn

**Tóm tắt:** Giáo dục STEM trong môn Khoa học tự nhiên (KHTN) ở trung học cơ sở (THCS) cần được tổ chức theo hướng tích hợp, gắn với tình huống thực tiễn và có sản phẩm học tập cụ thể của học sinh. Tuy nhiên, trong thực tiễn dạy học, kiểm tra đánh giá giáo viên còn gặp khó khăn khi chuyển hóa yêu cầu chương trình thành hoạt động STEM có sự kết nối rõ giữa công nghệ, khoa học, toán học và kỹ thuật. Bài viết đề xuất cách vận dụng mô hình T-SM-E (Technology-Science & Mathematics-Engineering) trong thiết kế và tổ chức hoạt động giáo dục STEM môn KHTN 9, tập trung vào mạch nội dung Chất và sự biến đổi của chất. Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích tài liệu, thiết kế các hoạt động dạy, các hoạt động học theo các hình thức tổ chức dạy học và khảo sát phân hồi ban đầu từ 15 giáo viên và 164 học sinh lớp 9. Kết quả nghiên cứu làm rõ cấu trúc sự phạm của mô hình T-SM-E, đề xuất nguyên tắc và quy trình thiết kế hoạt động STEM, đồng thời minh họa qua chủ đề “Lên men tinh bột tạo ethylic alcohol (mô phỏng)”. Kết quả phân hồi cho thấy mô hình có khả năng tăng cường tính thực tiễn của bài học, hỗ trợ học sinh giải thích hiện tượng khoa học, xử lý dữ liệu đơn giản và thiết kế sản phẩm STEM an toàn. Bài viết góp phần cung cấp một hướng tiếp cận khả thi cho giáo viên KHTN trong triển khai giáo dục STEM theo Chương trình giáo dục phổ thông 2018.

**Từ khóa:** Giáo dục STEM; mô hình T-SM-E; Khoa học tự nhiên 9; Chất và sự biến đổi của chất; phát triển năng lực.

## APPLYING THE T-SM-E MODEL TO DESIGN AND ORGANIZE STEM EDUCATION ACTIVITIES IN GRADE 9 NATURAL SCIENCE

**Abstract:** STEM education in Natural Sciences at the lower secondary level should be organized through an integrated approach that is grounded in authentic contexts and oriented toward students' tangible learning products. In classroom practice, however, teachers often encounter difficulties in translating curriculum requirements into STEM learning activities that explicitly articulate the interconnections among technology, science, mathematics, and engineering. This article proposes the application of the T-SM-E model (Technology-Science and Mathematics-Engineering) to the design and implementation of STEM educational activities in Grade 9 Natural Sciences, with a particular focus on the content strand of Matter and Its Transformations. The study employed document analysis, the design of teaching and learning activities across different instructional formats, and a preliminary feedback survey involving 15 teachers and 164 Grade 9 students. The findings clarify the pedagogical structure of the T-SM-E model, propose principles and a procedural framework for designing STEM activities, and provide an illustrative example through the topic “Fermentation of Starch to Produce Ethanol: A Simulation.” Preliminary feedback indicates that the model has the potential to enhance the practical relevance of lessons, support students in explaining scientific phenomena, processing simple data, and designing safe STEM products. The article contributes a feasible pedagogical approach for Natural Sciences teachers in implementing STEM education in alignment with the 2018 General Education Curriculum of Vietnam.

**Keywords:** STEM education; T-SM-E model; Grade 9 Natural Science; substances and transformations; competency development.

Nhận bài: 05/04/2026

Phản biện: 10/05/2026

Duyệt đăng: 15/05/2026

### I. MỞ ĐẦU

Trong Chương trình giáo dục phổ thông 2018, giáo dục STEM được xem là một định hướng quan trọng nhằm tăng cường tính tích hợp, phát triển năng lực vận dụng kiến thức và kết nối hoạt động học tập với các vấn đề của đời sống. Ở cấp THCS, môn KHTN có nhiều lợi thế để triển khai giáo dục STEM vì bản thân môn học đã tích hợp các lĩnh vực vật lý, hóa học, sinh học và khoa học Trái Đất. Đối với lớp 9, mạch nội dung Chất và sự biến đổi của chất có nhiều tri thức gắn gũi với sản xuất, môi trường, vật liệu, thực phẩm và sức khỏe; do đó có thể trở thành nền tảng để thiết kế các chủ đề STEM phù hợp với đặc điểm nhận thức của học sinh.

Các nghiên cứu về giáo dục STEM nhấn mạnh rằng hoạt động học tập có hiệu quả khi học sinh được đặt trong bối cảnh có vấn đề, sử dụng kiến thức khoa học và toán học để phân tích dữ liệu, sau đó thiết kế hoặc cải tiến một giải pháp kỹ thuật. Bybee (2013) cho rằng giáo dục STEM không chỉ là sự cộng gộp các môn học mà là cách tổ chức học tập giúp người học huy động tri thức liên ngành trong một tình huống có ý nghĩa. Kelley và Knowles (2016) cũng đề xuất cần xây dựng khung tích hợp STEM theo hướng làm rõ mối quan hệ giữa kiến thức khoa học, tư duy kỹ thuật và quá trình giải quyết vấn đề. Trong bối cảnh Việt Nam,

Bộ GD-ĐT đã ban hành hướng dẫn triển khai giáo dục STEM trong giáo dục trung học, trong đó nhấn mạnh yêu cầu tổ chức hoạt động học tập thông qua thực hành, trải nghiệm, thiết kế sản phẩm và đánh giá quá trình.

Tuy vậy, thực tiễn triển khai ở trường THCS còn bộc lộ một số khó khăn. Một số hoạt động STEM vẫn thiên về làm sản phẩm thủ công, chưa thể hiện rõ cơ sở khoa học và dữ liệu; ngược lại, có hoạt động nặng về giải thích kiến thức nhưng thiếu yếu tố thiết kế kỹ thuật. Thành tố công nghệ nhiều khi chỉ được hiểu như việc sử dụng thiết bị trình chiếu hoặc tìm kiếm thông tin, chưa trở thành bối cảnh đặt vấn đề và định hướng yêu cầu thiết kế. Khoảng trống này làm cho hoạt động STEM dễ bị hình thức, chưa phát huy đầy đủ vai trò phát triển năng lực khoa học, năng lực giải quyết vấn đề và năng lực sáng tạo của học sinh.

Mô hình T-SM-E do Saito, Gunji và Kumano (2015) đề xuất có thể xem là một gợi ý phù hợp để khắc phục hạn chế nêu trên. Mô hình này tổ chức hoạt động STEM theo logic: Technology định hướng bối cảnh và yêu cầu công nghệ; Science & Mathematics cung cấp cơ sở khoa học và công cụ phân tích định lượng; Engineering hiện thực hóa tri thức thành phương án thiết kế, chế tạo, thử nghiệm và cải tiến. Ở Việt Nam, mô hình T-SM-E đã bước đầu được giới thiệu trong thiết kế hoạt động STEM cho học sinh tiểu học (Nguyễn Thị Trúc Minh et al., 2025), nhưng việc vận dụng mô hình này trong dạy học KHTN 9, đặc biệt ở mạch Chất và sự biến đổi của chất, vẫn cần được tiếp tục nghiên cứu và cụ thể hóa.

Từ những lí do trên, bài viết tập trung trả lời ba vấn đề: (1) Mô hình T-SM-E có thể được diễn giải như thế nào trong dạy học KHTN 9? (2) Quy trình thiết kế và tổ chức hoạt động STEM theo T-SM-E cần được xây dựng ra sao để phù hợp với Chương trình giáo dục phổ thông 2018 và điều kiện trường THCS? (3) Chủ đề minh họa về lên men tinh bột tạo ethylic alcohol có thể được tổ chức thế nào để bảo đảm tính khoa học, an toàn và phát triển năng lực học sinh? Đóng góp chính của bài viết là đề xuất một cấu trúc sơ phạm và quy trình vận dụng T-SM-E có thể tham khảo trong thiết kế bài học STEM môn KHTN 9.

## II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được thực hiện theo hướng nghiên cứu thiết kế sơ phạm, kết hợp phân tích tài liệu, xây dựng mô hình tổ chức hoạt động dạy của giáo viên, tổ chức các hoạt động học cho học sinh và

khảo sát phản hồi ban đầu. Cách tiếp cận này phù hợp với mục tiêu của bài viết là đề xuất một khung vận dụng mô hình T-SM-E trong thiết kế hoạt động giáo dục STEM và minh họa bằng một chủ đề cụ thể trong môn KHTN 9.

Nguồn tài liệu được phân tích gồm Chương trình giáo dục phổ thông môn KHTN, các văn bản hướng dẫn triển khai giáo dục STEM ở giáo dục trung học, sách giáo khoa KHTN 9, bộ Kết nối tri thức với cuộc sống, tài liệu bồi dưỡng giáo viên và một số công trình nghiên cứu về giáo dục STEM, giáo dục tích hợp, mô hình T-SM-E. Việc phân tích tài liệu nhằm xác định yêu cầu cần đạt của mạch Chất và sự biến đổi của chất, các điều kiện tổ chức dạy học ở cấp trung học cơ sở, cũng như các thành tố năng lực cần được phát triển thông qua hoạt động STEM.

Trên cơ sở phân tích lí luận và chương trình, nghiên cứu thiết kế một số chủ đề STEM có thể triển khai trong KHTN 9, trong đó lựa chọn chủ đề “Lên men tinh bột tạo ethylic alcohol (mô phỏng)” để minh họa sâu. Chủ đề này được lựa chọn vì có liên hệ rõ với bài Ethylic alcohol, gắn với sản xuất truyền thống và đời sống địa phương, đồng thời cho phép tổ chức hoạt động mô phỏng an toàn trong môi trường học đường. Việc nhấn mạnh yếu tố mô phỏng là yêu cầu bắt buộc nhằm tránh tổ chức chưng cất hoặc tạo sản phẩm alcohol sử dụng thật trong nhà trường.

Để có thêm căn cứ thực tiễn, nghiên cứu sử dụng phiếu hỏi phản hồi sau khi giới thiệu và tổ chức thử nghiệm hoạt động minh họa ở quy mô nhỏ. Khách thể phản hồi gồm 15 giáo viên và 164 học sinh lớp 9. Nội dung khảo sát tập trung vào ba phương diện: mức độ gắn kết bài học với thực tiễn; tính khả thi khi tổ chức hoạt động theo mô hình T-SM-E; mức độ hứng thú, hiểu biết hiện tượng và khả năng vận dụng kiến thức khoa học - toán học của học sinh trong quá trình thiết kế sản phẩm. Dữ liệu được xử lí bằng thống kê mô tả, chủ yếu là tỉ lệ phần trăm; các nhận định trong bài vì thế được diễn giải như kết quả phản hồi ban đầu, không sử dụng để khẳng định quan hệ nhân quả.

## III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 3.1. Cấu trúc sơ phạm của mô hình T-SM-E trong dạy học KHTN 9

Trong dạy học KHTN 9, mô hình T-SM-E không nên được hiểu là một tiến trình cứng nhắc mà là một khung tổ chức hoạt động học tập cho học sinh từ việc tổ chức các hoạt động dạy của giáo viên. Ba thành tố Technology, Science &

Mathematics và Engineering được triển khai theo quan hệ tương tác: công nghệ tạo bối cảnh và yêu cầu thực tiễn; khoa học và toán học cung cấp cơ sở giải thích, đo lường và lựa chọn phương án; kỹ thuật chuyển hóa tri thức thành sản phẩm hoặc mô hình có thể quan sát, thử nghiệm và cải tiến.

Đặc điểm nổi bật của mô hình là làm rõ vai trò mở đầu của Technology. Trong nhiều bài học

STEM, công nghệ thường bị giản lược thành việc sử dụng công cụ hỗ trợ dạy học. Theo tiếp cận T-SM-E, công nghệ cần được xem là bối cảnh ứng dụng, quy trình, vật liệu, thiết bị hoặc nhu cầu thực tiễn đang đặt ra vấn đề cần giải quyết. Nhờ đó, học sinh có lí do để tìm hiểu kiến thức khoa học và toán học thay vì chỉ học kiến thức theo trình tự nội dung sách giáo khoa.

**Bảng 1. Vai trò các thành tố T-SM-E trong dạy học KHTN 9**

Thành tố	Vai trò sự phạm	Biểu hiện trong mạch Chất và sự biến đổi của chất	Năng lực có thể phát triển
Technology	Định hướng bối cảnh, nhu cầu, vật liệu, thiết bị và yêu cầu công nghệ của vấn đề	Nhận diện quy trình lên men, xử lí vật liệu, bảo quản thực phẩm, sử dụng thiết bị đo hoặc mô hình mô phỏng	Nhận thức công nghệ; lựa chọn công cụ; xác định yêu cầu và ràng buộc
Science & Mathematics	Cung cấp cơ sở khoa học và công cụ xử lí dữ liệu	Giải thích sự biến đổi của chất; tính tỉ lệ nguyên liệu; đo thời gian, so sánh hiện tượng, biểu diễn dữ liệu	Năng lực KHTN; tư duy định lượng; ra quyết định dựa trên minh chứng
Engineering	Thiết kế, chế tạo, thử nghiệm, đánh giá và cải tiến sản phẩm	Thiết kế mô hình, poster, quy trình, thiết bị mô phỏng; thử nghiệm và điều chỉnh phương án	Thiết kế kĩ thuật; giải quyết vấn đề; hợp tác và sáng tạo

### 3.2. Nguyên tắc thiết kế hoạt động STEM theo mô hình T-SM-E

Từ yêu cầu của Chương trình giáo dục phổ thông 2018 và đặc điểm của môn KHTN 9, việc thiết kế hoạt động STEM theo mô hình T-SM-E cần tuân thủ một số nguyên tắc cơ bản.

Thứ nhất, hoạt động phải xuất phát từ vấn đề thực tiễn có ý nghĩa đối với học sinh. Vấn đề có thể gắn với sản xuất địa phương, đời sống gia đình, môi trường, vật liệu hoặc sức khỏe. Bối cảnh thực tiễn cần đủ gần gũi để học sinh có nhu cầu tìm hiểu, nhưng cũng đủ thách thức để đòi hỏi các em vận dụng kiến thức khoa học, toán học và kĩ thuật.

Thứ hai, nội dung khoa học phải bám sát yêu cầu cần đạt của môn KHTN 9. Hoạt động STEM không thay thế bài học khoa học mà phải làm sâu sắc hơn tri thức cốt lõi của bài học. Với mạch Chất và sự biến đổi của chất, giáo viên cần giúp học sinh nhận biết, mô tả và giải thích hiện tượng biến đổi của chất ở mức độ phù hợp với lứa tuổi, tránh mở rộng sang các cơ chế sinh hóa hoặc công nghệ vượt quá yêu cầu cấp trung học cơ sở.

Thứ ba, yếu tố toán học và dữ liệu cần được đưa vào một cách tự nhiên. Học sinh có thể đo, đếm, tính tỉ lệ, so sánh, lập bảng, vẽ sơ đồ hoặc biểu đồ đơn giản. Điều quan trọng không phải là tính toán phức tạp mà là hình thành thói quen sử dụng dữ liệu để nhận xét, lựa chọn và điều chỉnh phương án thiết kế.

Thứ tư, yêu cầu kĩ thuật phải phù hợp với điều kiện trường học và bảo đảm an toàn. Các sản phẩm STEM nên ưu tiên mô hình, poster, quy trình mô phỏng, thiết bị đơn giản, vật liệu rẻ tiền và dễ kiểm soát. Những nội dung liên quan đến hóa chất, nhiệt, khí, alcohol hoặc thiết bị chung cất cần được tổ chức ở mức mô phỏng, trình chiếu hoặc quan sát gián tiếp; tuyệt đối không tạo ra nguy cơ mất an toàn trong lớp học.

Thứ năm, đánh giá cần kết hợp quá trình và sản phẩm. Giáo viên không chỉ đánh giá sản phẩm cuối cùng mà cần quan sát cách học sinh xác định vấn đề, giải thích cơ sở khoa học, xử lí thông tin, hợp tác nhóm, thử nghiệm, phản hồi và cải tiến.

Điều này phù hợp với định hướng đánh giá vì sự tiến bộ của học sinh theo Thông tư 22/2021/TT-BGDĐT.

**3.3. Quy trình thiết kế và tổ chức hoạt động STEM theo T-SM-E**

Dựa trên các nguyên tắc trên, quy trình tổ chức

hoạt động STEM theo mô hình T-SM-E trong môn KHTN 9 có thể thực hiện qua năm bước. Quy trình này không làm thay đổi cấu trúc kế hoạch bài dạy hiện hành mà giúp giáo viên thiết kế rõ hơn logic tích hợp giữa bối cảnh công nghệ, cơ sở khoa học-toán học và nhiệm vụ thiết kế kỹ thuật.

**Bảng 2. Quy trình thiết kế và tổ chức hoạt động STEM theo mô hình T-SM-E**

Bước	Nội dung thực hiện	Yêu cầu cần đạt
1	Xác định bài học/chủ đề và vấn đề thực tiễn	Vấn đề gắn với nội dung KHTN 9, phù hợp điều kiện nhà trường và có khả năng tạo sản phẩm học tập
2	Xác định yêu cầu sản phẩm, tiêu chí và ràng buộc	Sản phẩm có tiêu chí rõ: an toàn, đúng khoa học, dễ quan sát, có dữ liệu minh chứng
3	Thiết kế tiến trình T-SM-E	Technology nêu bối cảnh; Science & Mathematics làm rõ cơ sở khoa học và xử lý dữ liệu; Engineering thiết kế, thử nghiệm và cải tiến
4	Tổ chức hoạt động học tập	Học sinh làm việc nhóm, được giao nhiệm vụ cụ thể, có phiếu học tập, công cụ ghi dữ liệu và sản phẩm cuối
5	Đánh giá, phản hồi và mở rộng	Đánh giá quá trình và sản phẩm; học sinh tự đánh giá, đánh giá đồng đẳng và đề xuất cải tiến

**3.4. Định hướng một số chủ đề STEM trong mạch Chất và sự biến đổi của chất**

Mạch Chất và sự biến đổi của chất trong KHTN 9 cho phép thiết kế nhiều chủ đề STEM gắn với

vật liệu, phản ứng hóa học, sản xuất truyền thống và đời sống. Việc lựa chọn chủ đề cần căn cứ vào yêu cầu cần đạt của chương trình, mức độ an toàn, thời lượng bài học, điều kiện thiết bị và khả

**Bảng 3. Gợi ý chủ đề STEM môn KHTN 9 theo mô hình T-SM-E**

Nội dung KHTN 9	Vấn đề, bối cảnh công nghệ	Sản phẩm học tập	Trọng tâm T-SM-E
Sự khác nhau cơ bản giữa phi kim và kim loại	Lựa chọn vật liệu dẫn điện trong mạch điện đơn giản	Mô hình pin chanh và bảng so sánh khả năng dẫn điện	T: vật liệu dẫn điện; SM: đo, so sánh điện áp; E: thiết kế mạch an toàn
Ethylic alcohol	Quá trình lên men tinh bột trong sản xuất truyền thống	Mô hình mô phỏng lên men và nguyên lý tách ethylic alcohol	T: quy trình lên men; SM: tỉ lệ nguyên liệu, thời gian, hiện tượng; E: thiết kế mô hình mô phỏng
Tinh bột	Biến đổi của tinh bột trong chế biến thực phẩm	Poster, quy trình làm bánh dân gian và giải thích biến đổi của chất	T: quy trình chế biến; SM: tỉ lệ, nhiệt độ, thời gian; E: cải tiến quy trình trình bày
Vật liệu polymer	Sử dụng, phân loại và tái chế vật liệu nhựa	Mô hình phân loại vật liệu hoặc sản phẩm tái chế an toàn	T: công nghệ vật liệu; SM: phân loại, số liệu rác thải; E: thiết kế sản phẩm tái sử dụng

**3.5. Minh họa chủ đề “Lên men tinh bột tạo ethylic alcohol (mô phỏng)”**

Chủ đề “Lên men tinh bột tạo ethylic alcohol (mô phỏng)” được lựa chọn vì có mối liên hệ trực tiếp với bài Ethylic alcohol trong chương trình KHTN 9, đồng thời gắn với một quy trình sản xuất truyền thống quen

thuộc ở nhiều địa phương. Mục tiêu của chủ đề không phải là hướng dẫn học sinh sản xuất alcohol, mà là giúp các em hiểu bản chất khoa học của quá trình lên men tinh bột, nhận biết nguyên lý tách chất ở mức mô phỏng, rèn luyện kỹ năng xử lý dữ liệu đơn giản và thiết kế mô hình minh họa an toàn.

Yêu cầu sản phẩm của chủ đề là một mô hình hoặc sơ đồ quy trình mô phỏng được ba nội dung: nguyên liệu và điều kiện lên men; sự biến đổi của tinh bột tạo thành ethylic alcohol ở mức giải thích phù hợp lớp 9; nguyên lí tách ethylic alcohol được thể hiện bằng sơ đồ hoặc mô hình không vận hành thật. Sản phẩm phải bảo đảm an toàn, không dùng thiết bị chung cất, không tạo sản phẩm để sử dụng, có thuyết minh khoa học và có dữ liệu quan sát hoặc bảng theo dõi quá trình mô phỏng.

Tiến trình tổ chức có thể thực hiện trong 2 đến 3 tiết học kết hợp hoạt động chuẩn bị ngoài lớp.

Giai đoạn Technology: giáo viên đưa ra tình huống: trong sản xuất truyền thống, tinh bột có thể được chuyển hóa qua quá trình lên men; vậy có thể mô phỏng quá trình đó trong lớp học như thế nào để vừa đúng khoa học vừa an toàn? Học sinh phân tích bối cảnh, xác định yêu cầu sản phẩm, nhận diện các ràng buộc về an toàn, vật liệu, thời gian và khả năng quan sát.

Giai đoạn Science & Mathematics: giáo viên tổ chức cho học sinh ôn tập kiến thức về ethylic alcohol, sự biến đổi của chất và quá trình lên men ở mức độ phổ thông. Học sinh thảo luận vai trò của tinh bột, men, nước, thời gian và điều kiện môi trường; sau đó xây dựng bảng dự kiến theo dõi hiện tượng theo các mốc thời gian. Các nhóm có thể tính tỉ lệ men : gạo chín ở mức mô phỏng, ví dụ 0,5 %, 1,0 %, 1,5 % tương ứng với 0,5 g; 1,0 g; 1,5 g men cho 100 g gạo chín (com), sau đó so sánh hiện tượng quan sát được như độ sủi bọt, mùi lên men, sự thay đổi trạng thái hỗn hợp. Nếu điều kiện lớp học không cho phép quan sát trực tiếp, giáo viên có thể sử dụng dữ liệu mô phỏng, video tư liệu hoặc bộ dữ liệu đã chuẩn bị sẵn để học sinh xử lí.

Giai đoạn Engineering: học sinh thiết kế mô hình minh họa quy trình lên men và nguyên lí tách ethylic alcohol. Mô hình có thể sử dụng giấy, bìa, đất sét tự khô, ống nhựa trong, hình ảnh, mũi tên quy trình, nhãn chú thích và bảng dữ liệu. Học sinh thử nghiệm cách trình bày, nhận phản hồi từ nhóm khác, điều chỉnh cấu trúc mô hình để bảo đảm dễ quan sát, đúng khoa học và có tính thẩm mỹ. Cuối cùng, mỗi nhóm trình bày sản phẩm, giải thích cơ sở khoa học, nêu dữ liệu đã xử lí và đề xuất điểm cải tiến.

#### IV. KẾT LUẬN

Bài viết đã đề xuất cách vận dụng mô hình T-SM-E trong thiết kế và tổ chức hoạt động giáo

dục STEM môn KHTN 9, tập trung vào mạch Chất và sự biến đổi của chất. Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình T-SM-E có ưu thế ở chỗ làm rõ logic tích hợp giữa bối cảnh công nghệ, cơ sở khoa học-toán học và hoạt động thiết kế kĩ thuật. Khi được vận dụng phù hợp, mô hình giúp giáo viên tránh hai khuynh hướng thường gặp trong dạy học STEM: hoặc thiên về chế tạo sản phẩm nhưng thiếu cơ sở khoa học, hoặc thiên về truyền thụ kiến thức nhưng chưa tạo được cơ hội thiết kế, thử nghiệm và cải tiến.

Chủ đề minh họa “Lên men tinh bột tạo ethylic alcohol (mô phỏng)” cho thấy mạch Chất và sự biến đổi của chất có khả năng tổ chức thành hoạt động STEM an toàn, gần gũi và có ý nghĩa thực tiễn. Thông qua chủ đề này, học sinh được tiếp cận quy trình công nghệ ở mức mô phỏng, vận dụng kiến thức về ethylic alcohol để giải thích hiện tượng, xử lí dữ liệu đơn giản và thiết kế mô hình trình bày quy trình. Điều đó phù hợp với định hướng phát triển năng lực Khoa học tự nhiên, năng lực giải quyết vấn đề, hợp tác và sáng tạo trong Chương trình giáo dục phổ thông 2018.

Tuy nhiên, nghiên cứu vẫn có những giới hạn nhất định. Dữ liệu khảo sát mới dừng ở phản hồi ban đầu với quy mô nhỏ; chủ đề minh họa chưa được kiểm chứng qua thiết kế thực nghiệm có đối chứng; công cụ đánh giá năng lực STEM của học sinh cần tiếp tục được chuẩn hóa. Vì vậy, các nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng phạm vi triển khai, xây dựng bộ tiêu chí đánh giá có độ tin cậy cao hơn và phân tích sản phẩm học tập của học sinh theo nhiều mức độ năng lực. Trong thực tiễn nhà trường, giáo viên có thể vận dụng linh hoạt mô hình T-SM-E cho các chủ đề khác của KHTN 9, nhưng cần luôn bảo đảm ba yêu cầu: bám sát chương trình, an toàn học đường và đánh giá dựa trên minh chứng học tập của học sinh.

Từ góc độ triển khai, nhà trường cần tạo điều kiện về thời lượng, học liệu, thiết bị đơn giản và cơ chế phối hợp giữa các tổ chuyên môn để giáo dục STEM không chỉ là hoạt động phong trào mà trở thành một phương thức đổi mới dạy học thường xuyên. Giáo viên cần được bồi dưỡng thêm về thiết kế nhiệm vụ, tổ chức làm việc nhóm, đánh giá sản phẩm STEM và khai thác dữ liệu học tập. Khi các điều kiện này được đáp ứng, mô hình T-SM-E có thể trở thành một hướng tiếp cận khả thi, góp phần nâng cao chất lượng dạy học môn KHTN ở cấp THCS.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Giáo dục và Đào tạo (2018). Chương trình giáo dục phổ thông - Môn Khoa học tự nhiên (ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018).
- Bộ Giáo dục và Đào tạo (2020). Công văn số 3089/BGDĐT-GDTrH ngày 14/8/2020 về việc triển khai thực hiện giáo dục STEM trong giáo dục trung học.
- Bộ Giáo dục và Đào tạo (2021). Thông tư số 22/2021/TT-BGDĐT ngày 20/7/2021 quy định về đánh giá học sinh trung học cơ sở và học sinh trung học phổ thông.
- Bộ Giáo dục và Đào tạo (2023). Tài liệu bồi dưỡng giáo viên thực hiện Chương trình giáo dục phổ thông 2018 - Môn Khoa học tự nhiên cấp trung học cơ sở.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, Article 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Nguyễn Thị Kim Liên (Tổng Chủ biên) (2024). *Khoa học tự nhiên 9 - Kết nối tri thức với cuộc sống*. NXB Giáo dục Việt Nam.
- Nguyễn Thị Trúc Minh, Trần Thụy Hoàng Yến, & Nguyễn Thị Kiều (2025). Thiết kế và tổ chức hoạt động giáo dục STEM cho học sinh lớp 4 theo mô hình T-SM-E. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 14(9), 1-14. <https://doi.org/10.52714/dthu.14.9.2025.1526>
- Saito, T., Gunji, Y., & Kumano, Y. (2015). The problem about Technology in STEM education: Some findings from action research on the professional development & integrated STEM lessons in informal fields. *K-12 STEM Education*, 1(2), 85-100. <https://doi.org/10.14456/k12stemed.2015.16>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.