

CƠ SỞ THỰC TIỄN ĐỂ VẬN DỤNG GIÁO DỤC STEM TRONG DẠY HỌC CHỦ ĐỀ “TRAO ĐỔI CHẤT VÀ CHUYỂN HÓA NĂNG LƯỢNG Ở SINH VẬT” -KHOA HỌC TỰ NHIÊN 7

Phạm Thị Mỹ Duyên

Trường Đại học Giáo dục - Đại học Quốc gia Hà Nội

Nguyễn Kiến Huyền

Trường Phổ thông DTNT THCS & THPT huyện Đắk Glong, Tỉnh Đắk Nông

Tóm tắt: Bài báo nghiên cứu việc vận dụng giáo dục STEM trong dạy học chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật” trong môn Khoa học tự nhiên lớp 7. Nội dung bài viết phân tích đặc điểm của chủ đề này, nhận diện các thách thức trong thực tiễn dạy học và đánh giá tiềm năng tích hợp STEM. Bài báo cũng đề xuất một số hình thức tổ chức dạy học phù hợp, như dạy học theo dự án (PBL), hoạt động trải nghiệm và nghiên cứu khoa học, nhằm giúp học sinh không chỉ hiểu lý thuyết mà còn phát triển kỹ năng thực hành, giải quyết vấn đề và sáng tạo. Ngoài ra, bài viết còn đưa ra các giải pháp nâng cao hiệu quả giáo dục STEM, bao gồm bồi dưỡng giáo viên, ứng dụng công nghệ và kết nối nội dung học với thực tiễn địa phương.

Từ khóa: Giáo dục STEM; Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật; Khoa học Tự nhiên 7

PRACTICAL BASIS FOR THE APPLICATION OF STEM EDUCATION IN TEACHING THE TOPIC “SUBSTANCE EXCHANGE AND ENERGY TRANSFORMATION IN LIVING ORGANISMS” – NATURAL SCIENCE 7

Pham Thi My Duyên

University of Education – Vietnam National University, Hanoi

Nguyen Kien Huyen

Ethnic Boarding Secondary and High School, Dak Glong District, Dak Nong Province

Abstract: This paper examines the application of STEM education in teaching the topic “Substance Exchange and Energy Transformation in Living Organisms” for seventh-grade students in Natural Science. The article analyzes the characteristics of this topic, identifies challenges in current teaching practices, and evaluates the potential for integrating STEM. It proposes suitable teaching methods, such as project-based learning (PBL), experiential activities, and scientific research, to help students not only grasp theoretical knowledge but also develop practical skills, problem-solving abilities, and creativity. Furthermore, the paper suggests solutions to enhance the effectiveness of STEM education, including teacher professional development, the use of technology, and connecting lessons with local real-world issues.

Keywords: STEM education; Substance exchange and energy transformation in living organisms; Natural Science 7

Nhận bài: 09/3/2025

Phản biện: 28/3/2025

Duyệt đăng: 31/3/2025

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc áp dụng giáo dục STEM trong dạy học không chỉ tập trung vào việc truyền đạt kiến thức lý thuyết mà còn tạo cơ hội cho học sinh vận dụng kiến thức vào thực tiễn, phát triển các kỹ năng giải quyết vấn đề, sáng tạo và hợp tác. Chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật” trong chương trình Khoa học tự nhiên lớp 7 là một trong những nội dung quan trọng, mang tính liên môn cao, tích hợp nhiều kiến thức từ các lĩnh vực khác nhau như sinh học, hóa học và vật lý. Chủ đề này không chỉ giúp học sinh hiểu rõ về các quá trình sinh học cơ bản trong cơ thể sinh vật mà còn tạo nền tảng để học sinh có thể áp dụng các kiến thức vào giải quyết các vấn đề thực tiễn.

Tuy nhiên, thực trạng dạy học chủ đề này trong các trường học hiện nay vẫn còn nhiều hạn chế. Một trong những vấn đề lớn là học sinh thường

thiếu hứng thú và động lực học tập, không có nhiều cơ hội để tìm tòi, khám phá và áp dụng kiến thức vào các tình huống thực tế. Điều này chủ yếu xuất phát từ việc dạy học chủ yếu theo phương pháp truyền thống, thiếu các hoạt động học tập tích cực, thiếu thí nghiệm và ứng dụng công nghệ để minh họa các quá trình sinh học phức tạp. Hơn nữa, giáo viên cũng gặp không ít khó khăn trong việc tổ chức các hoạt động học tập tích hợp liên môn do hạn chế về cơ sở vật chất, thiếu nguồn lực hỗ trợ và năng lực thiết kế bài học STEM phù hợp.

Trước thực tế đó, bài báo này được thực hiện với mục đích làm rõ cơ sở thực tiễn của việc vận dụng giáo dục STEM trong dạy học chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật”, đánh giá tiềm năng tích hợp STEM vào dạy học, đồng thời đề xuất các hình thức tổ chức dạy học

sáng tạo và các giải pháp nhằm nâng cao chất lượng dạy học, từ đó giúp học sinh không chỉ tiếp thu kiến thức lý thuyết mà còn phát triển các kỹ năng ứng dụng thực tiễn, góp phần cải thiện hiệu quả dạy học trong bối cảnh giáo dục hiện nay.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

STEM là một từ viết tắt của bốn lĩnh vực chính trong giáo dục: **Science** (Khoa học), **Technology** (Công nghệ), **Engineering** (Kỹ thuật) và **Mathematics** (Toán học). Mỗi lĩnh vực này đều có vai trò quan trọng trong việc cung cấp cho học sinh một nền tảng kiến thức vững chắc về các khía cạnh khác nhau của thế giới xung quanh, đồng thời thúc đẩy khả năng tư duy phản biện và sáng tạo. STEM không chỉ dạy lý thuyết mà còn khuyến khích học sinh áp dụng kiến thức vào thực tiễn, giúp các em giải quyết các vấn đề cụ thể trong cuộc sống.

2.1. Đặc trưng chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật”

Trong khuôn khổ Chương trình Giáo dục phổ thông 2018, chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật” trong môn Khoa học tự nhiên lớp 7 được thiết kế với sự tích hợp kiến thức từ nhiều lĩnh vực khoa học, bao gồm các chủ đề về Vật sống, Chất và sự biến đổi của chất và Năng lượng và sự biến đổi. Chủ đề này đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng nền tảng kiến thức cơ bản cho học sinh về các quá trình sinh học và hoạt động sống của sinh vật, qua đó giúp học sinh hiểu rõ các cơ chế hoạt động trong tự nhiên.

Về mặt nội dung, chủ đề này cung cấp các kiến thức cơ bản và tổng quan về quá trình trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật, bao gồm các yếu tố như: khái quát về quá trình trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng, vai trò của quá trình này trong sự sống của sinh vật, cơ chế chuyển hóa năng lượng tại tế bào, cũng như các quá trình trao đổi khí, nước và các chất dinh dưỡng. Việc dạy học chủ đề này đòi hỏi sử dụng các mô hình minh họa để giải thích các quá trình như quang hợp và hô hấp tế bào, từ đó giúp học sinh trực quan hóa và hiểu rõ cơ chế sinh học phức tạp. Ngoài ra, việc thiết kế các thí nghiệm, như xác định sự hiện diện của khí CO₂ trong hô hấp hay sử dụng công nghệ để theo dõi quá trình thoát hơi nước, là một phần quan trọng của quá trình dạy học, nhằm khuyến

khích học sinh tham gia tích cực vào các hoạt động học tập thực tiễn.

Mục tiêu của chủ đề không chỉ dừng lại ở việc học sinh ghi nhớ các khái niệm lý thuyết, mà còn mở rộng đến khả năng vận dụng những kiến thức và kỹ năng đã học để giải thích và ứng dụng vào các hiện tượng thực tiễn. Chẳng hạn, học sinh sẽ có thể giải thích vai trò của cây xanh trong việc bảo vệ môi trường, cơ chế thoát hơi nước của thực vật, hay quá trình hấp thu nước và các chất khoáng. Đồng thời, học sinh cũng cần thực hiện các thí nghiệm và mô phỏng các quá trình sinh học của sinh vật để hiểu rõ hơn về sự tương tác giữa các yếu tố môi trường và sự sống.

Vì vậy, việc ứng dụng giáo dục STEM trong việc tổ chức và triển khai dạy học chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật” là một hướng đi phù hợp và cần thiết trong bối cảnh đổi mới giáo dục hiện nay. Triển khai giáo dục STEM sẽ không chỉ đáp ứng các yêu cầu của Bộ Giáo dục và Đào tạo mà còn tạo ra một môi trường học tập chủ động, sáng tạo, giúp học sinh phát triển toàn diện về cả kiến thức và kỹ năng.

2.1.1. Tính phù hợp của chủ đề với giáo dục STEM

Chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật” là một nội dung quan trọng và cốt lõi trong chương trình Khoa học Tự nhiên lớp 7, với tính tích hợp cao từ nhiều chủ đề khoa học khác nhau, bao gồm Vật sống, Chất và sự biến đổi của chất và Năng lượng và sự biến đổi. Chủ đề này không chỉ cung cấp kiến thức cơ bản về các quá trình sống thiết yếu, chẳng hạn như quang hợp và hô hấp tế bào, mà còn mở ra cơ hội cho học sinh thực hành và nghiên cứu, cũng như thiết kế các sản phẩm khoa học, giải quyết các vấn đề thực tiễn trong cuộc sống. Điều này hoàn toàn phù hợp với tinh thần của giáo dục STEM, trong đó học sinh được khuyến khích vận dụng kiến thức vào thực tế và phát triển các kỹ năng giải quyết vấn đề sáng tạo.

Theo nghiên cứu của Trần Thị Gái, Nguyễn Thị Phương và Nguyễn Thị Hoài Thanh (2018), chủ đề này có thể được phân tích theo các yếu tố của STEM như sau:

Khoa học (Science): Học sinh được nghiên cứu về cơ chế của các quá trình chuyển hóa vật chất và năng lượng trong sinh vật. Những kiến

thức này đóng vai trò nền tảng để học sinh hiểu về sinh lý học, sinh thái học và môi trường học, qua đó hình thành nên nhận thức sâu sắc về các hiện tượng sinh học quan trọng.

Công nghệ (Technology): Các phần mềm mô phỏng như PhET có thể được sử dụng để minh họa các chuỗi phản ứng trong hô hấp tế bào hoặc mối quan hệ giữa ánh sáng và tốc độ quang hợp, giúp học sinh dễ dàng hình dung và hiểu rõ các quá trình phức tạp. Công nghệ cũng đóng vai trò hỗ trợ học sinh trong việc thu thập và phân tích dữ liệu sinh học, chẳng hạn như đo lường nồng độ CO₂ qua các cảm biến.

Kỹ thuật (Engineering): Học sinh có thể tham gia vào các hoạt động thiết kế mô hình, chẳng hạn như xây dựng mô hình hệ tiêu hóa bằng vật liệu tái chế, thiết kế nhà kính sinh học mô phỏng môi trường tối ưu cho quang hợp, hoặc thiết kế khẩu phần ăn cân đối năng lượng cho sinh vật. Những hoạt động này không chỉ giúp học sinh phát triển khả năng thiết kế và sáng tạo kỹ thuật mà còn rèn luyện kỹ năng giải quyết vấn đề thực tiễn.

Toán học (Mathematics): Học sinh có thể sử dụng toán học để thực hiện các phép tính liên quan đến năng lượng tiêu thụ, đo nồng độ CO₂– O₂ và vẽ đồ thị thể hiện các quá trình sinh học như quang hợp và hô hấp. Việc áp dụng toán học trong phân tích và đánh giá các hiện tượng sinh học không chỉ giúp học sinh củng cố kiến thức toán học mà còn phát triển khả năng sử dụng các công cụ toán học để giải quyết các vấn đề khoa học.

Như vậy, chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật” trong chương trình Khoa học Tự nhiên lớp 7 có tính liên môn cao, góp phần phát triển toàn diện năng lực của học sinh thông qua việc tích hợp các yếu tố STEM, đồng thời tạo cơ hội cho học sinh ứng dụng kiến thức vào giải quyết các vấn đề thực tiễn.

2.1.2. Các hình thức tổ chức dạy học STEM chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật”, Khoa học tự nhiên lớp 7

Theo Lê Huy Hoàng (2022), việc tổ chức hoạt động giáo dục STEM trong trường phổ thông có thể được triển khai qua ba hình thức chính: (1) Dạy học các môn khoa học theo bài học STEM; (2) Tổ chức hoạt động trải nghiệm STEM; (3) Tổ chức hoạt động nghiên cứu khoa học và kỹ thuật.

Mỗi hình thức này đều đóng vai trò quan trọng trong việc giúp học sinh phát triển toàn diện các kỹ năng khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học.

Đối với chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật” trong môn Khoa học Tự nhiên lớp 7, có thể áp dụng các hình thức giáo dục STEM như sau:

Dạy học các môn khoa học theo bài học STEM: Hình thức này tích hợp các yếu tố STEM vào bài học Khoa học Tự nhiên, tập trung vào việc thiết kế bài học theo phương pháp học dự án (Project-Based Learning - PBL) hoặc giải quyết các vấn đề thực tiễn. Cụ thể, học sinh có thể tham gia vào các dự án thiết kế mô hình minh họa quá trình quang hợp, hoặc thực hiện thí nghiệm đo lượng khí CO₂ hoặc O₂ sinh ra từ lá cây trong quá trình quang hợp. Các dự án này không chỉ giúp học sinh hiểu rõ vai trò của thực vật trong chuyển hóa năng lượng mà còn rèn luyện kỹ năng làm việc nhóm và tư duy sáng tạo, qua đó ứng dụng lý thuyết vào thực tiễn.

Tổ chức hoạt động trải nghiệm STEM: Hoạt động này giúp học sinh áp dụng kiến thức đã học vào các dự án thực tế, như thiết kế mô hình chu trình trao đổi chất hoặc xây dựng hệ thống trồng cây thủy canh nhỏ. Những hoạt động này mang tính ứng dụng cao, không chỉ giúp học sinh củng cố kiến thức về vai trò của thực vật trong chuyển hóa năng lượng mà còn phát triển kỹ năng làm việc nhóm và tư duy sáng tạo. Thông qua các hoạt động này, học sinh được khuyến khích tự do sáng tạo và tìm hiểu sâu hơn về các vấn đề thực tiễn trong khoa học.

Tổ chức hoạt động nghiên cứu khoa học và kỹ thuật: Hình thức này tập trung vào việc khuyến khích học sinh thực hiện các dự án nghiên cứu khoa học, thường thông qua các cuộc thi khoa học kỹ thuật. Ví dụ, học sinh có thể phát triển các dự án như thiết bị đo hiệu suất quang hợp hoặc hệ thống lọc khí dựa trên thực vật. Các dự án nghiên cứu này giúp học sinh không chỉ tìm hiểu sâu hơn về các quá trình sinh học mà còn rèn luyện kỹ năng nghiên cứu khoa học, phân tích và giải quyết vấn đề trong môi trường học tập thực tiễn.

Như vậy, chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật” hoàn toàn phù hợp để triển khai giáo dục STEM. Theo Nguyễn Thành

Hải (2019), việc kết hợp giữa lý thuyết khoa học và ứng dụng công nghệ, kỹ thuật trong một môi trường học tập tích cực giúp học sinh phát triển toàn diện các năng lực cần thiết, đồng thời phù hợp với định hướng đổi mới giáo dục hiện nay.

Việc tích hợp các yếu tố STEM trong dạy học chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật” không chỉ giúp học sinh hiểu sâu về các quá trình sinh học của sinh vật mà còn phát triển khả năng giải quyết vấn đề, tư duy sáng tạo và làm việc nhóm. Thực tiễn từ các nghiên cứu về mô hình dạy học STEM cho thấy phương pháp này có thể được áp dụng thành công trong bối cảnh giáo dục Việt Nam, mang lại hiệu quả rõ rệt trong việc phát triển năng lực và phẩm chất của học sinh.

2.1.3. Thực trạng dạy học chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật”, KHTN 7

Thực tế dạy và học hiện nay cho thấy việc tiếp cận và triển khai chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật” trong chương trình Khoa học tự nhiên lớp 7 vẫn còn tồn tại một số hạn chế đáng kể. Theo Chương trình Giáo dục phổ thông 2018, nội dung chủ đề này mang tính trừu tượng và khái quát cao, bao gồm những quá trình sinh học phức tạp như quang hợp, hô hấp tế bào, trao đổi khí ở sinh vật, trao đổi nước và muối khoáng ở thực vật và trao đổi nước và hấp thụ chất dinh dưỡng ở động vật. Để hiểu rõ các cơ chế này, học sinh cần phải vận dụng tư duy logic, khả năng tưởng tượng và khả năng liên hệ với các tình huống thực tiễn. Tuy nhiên, phương pháp dạy học truyền thống chủ yếu tập trung vào việc truyền đạt kiến thức lý thuyết một chiều, thiếu sự khuyến khích học sinh tham gia khám phá, trải nghiệm và thực hành. Điều này hạn chế khả năng của học sinh trong việc áp dụng kiến thức vào thực tế và làm giảm sự hứng thú trong quá trình học tập.

Bên cạnh đó, điều kiện cơ sở vật chất ở nhiều trường phổ thông còn gặp nhiều khó khăn, đặc biệt là sự thiếu thốn các thiết bị dạy học hiện đại và các công cụ phục vụ cho thí nghiệm. Việc tổ chức các hoạt động thí nghiệm và trải nghiệm, vốn là yếu tố quan trọng trong việc giúp học sinh hiểu sâu về các quá trình sinh học, cũng gặp phải rất nhiều trở ngại. Điều này dẫn đến tình trạng học

sinh không thể tiếp cận kiến thức một cách trực quan, sinh động và ảnh hưởng lớn đến hiệu quả tiếp thu cũng như sự hứng thú học tập của các em.

Hơn nữa, mặc dù học sinh hiện nay có khả năng tiếp cận công nghệ hiện đại khá tốt, việc ứng dụng công nghệ trong việc hỗ trợ học tập vẫn chưa được khai thác hiệu quả, đặc biệt là trong các môn khoa học. Công nghệ có thể giúp minh họa các hiện tượng khoa học phức tạp một cách trực quan và sinh động, nhưng nó chưa được sử dụng một cách đầy đủ và hợp lý trong quá trình dạy học. Điều này đòi hỏi một sự đổi mới mạnh mẽ trong phương pháp giảng dạy và học tập, nhằm phát huy tối đa tiềm năng của công nghệ và tạo ra một môi trường học tập tích cực, chủ động và sáng tạo cho học sinh.

2.2. Một số giải pháp giúp nâng cao hiệu quả áp dụng giáo dục STEM trong dạy học chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật”

Để nâng cao hiệu quả áp dụng giáo dục STEM trong việc dạy học chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật”, cần triển khai một số giải pháp cụ thể nhằm tối ưu hóa quá trình dạy học và học tập.

Thứ nhất, cần tăng cường bồi dưỡng chuyên môn cho giáo viên về thiết kế và tổ chức các hoạt động học tập theo định hướng STEM. Theo Bộ Giáo dục và Đào tạo (2024), trong năm học 2022–2023, hơn 75.000 bài dạy STEM đã được triển khai tại các cơ sở giáo dục trung học trên toàn quốc, cho thấy sự phát triển mạnh mẽ của giáo dục STEM. Tuy nhiên, để giúp giáo viên dễ dàng triển khai bài học theo phương pháp tích hợp, việc xây dựng chương trình bồi dưỡng chuyên sâu, tập trung vào các nội dung thực tiễn là điều vô cùng cần thiết. Theo Lê Thị Xinh, Đặng Ngọc Trung và Bùi Văn Hồng (2024), chương trình này sẽ giúp giáo viên cải thiện năng lực thiết kế và thực hiện các bài học theo phương pháp STEM, đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của chương trình giáo dục hiện đại.

Thứ hai, việc ứng dụng công nghệ vào dạy học là một yếu tố không thể thiếu để nâng cao hiệu quả giáo dục STEM. Đặc biệt, các phần mềm mô phỏng như PhET có thể giúp học sinh trực quan hóa các quá trình sinh học phức tạp, chẳng

hạn như quá trình quang hợp hay hô hấp tế bào. Sử dụng mô phỏng không chỉ giúp học sinh hiểu sâu hơn về các hiện tượng khoa học mà còn tạo sự hứng thú học tập, đặc biệt khi tiếp cận những nội dung khó hiểu hoặc trừu tượng. Công nghệ sẽ giúp học sinh dễ dàng hình dung các quá trình phức tạp và tạo ra môi trường học tập sinh động, kích thích sự tò mò và khám phá.

Thứ ba, việc liên hệ nội dung học với các vấn đề thực tiễn địa phương và xã hội hiện nay là một yếu tố quan trọng trong giáo dục STEM. Các vấn đề như bảo vệ môi trường, sử dụng năng lượng sạch và duy trì chế độ dinh dưỡng hợp lý đều có liên quan chặt chẽ đến chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật”. Việc tổ chức các hoạt động STEM như thiết kế mô hình nhà kính sử dụng năng lượng mặt trời, hoặc phân tích nhu cầu năng lượng của con người thông qua các thực đơn dinh dưỡng, sẽ giúp học sinh vận dụng kiến thức khoa học vào những tình huống cụ thể trong đời sống. Những hoạt động này không chỉ giúp học sinh hiểu rõ lý thuyết mà còn tạo cơ hội cho các em áp dụng kiến thức vào thực tiễn, từ

đó nâng cao kỹ năng giải quyết vấn đề và tư duy sáng tạo.

III. KẾT LUẬN

Việc áp dụng giáo dục STEM trong dạy học chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở sinh vật” trong môn Khoa học Tự nhiên lớp 7 là một định hướng phù hợp với yêu cầu đổi mới giáo dục, đồng thời thúc đẩy sự phát triển toàn diện về phẩm chất và năng lực của học sinh. Phân tích đặc trưng liên môn của chủ đề, thực trạng dạy học và tiềm năng tích hợp STEM cho thấy các hình thức tổ chức dạy học STEM có khả năng nâng cao hiệu quả giáo dục, giúp học sinh không chỉ hiểu sâu về lý thuyết mà còn ứng dụng được kiến thức vào thực tiễn. Tuy nhiên, để triển khai thành công mô hình giáo dục STEM, cần khắc phục các thách thức như thiếu hụt cơ sở vật chất, cần tăng cường bồi dưỡng chuyên môn cho giáo viên, đẩy mạnh ứng dụng công nghệ trong dạy học và liên kết nội dung học với thực tiễn địa phương. Đồng thời, cải thiện điều kiện cơ sở vật chất là yếu tố quan trọng để tạo môi trường học tập hiệu quả và tổ chức thành công mô hình này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Giáo dục & Đào tạo (2018), Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26 tháng 12 năm 2018 về Chương trình Giáo dục phổ thông môn Khoa học tự nhiên, Hà Nội.
- Bộ GD-ĐT (2020). Công văn số 3089/BGDĐT-GDTrH ngày 14/08/2020 về việc triển khai thực hiện giáo dục STEM trong giáo dục trung học
- Bộ Giáo dục và Đào tạo. (2024). Nâng cao chất lượng giáo dục STEM trong giáo dục phổ thông.
- Mai Sỹ Tuấn (tổng chủ biên). Khoa học tự nhiên 7. NXB Đại học Sư phạm.
- Lê Thị Xinh, Đặng Ngọc Trung, Bùi Văn Hồng (2024). Phát triển năng lực dạy học STEM cho giáo viên: Một nghiên cứu tổng quan tài liệu. *Tạp Chí Giáo dục*, 24(11), 98–104.
- Lê Huy Hoàng. (2022). Giáo dục STEM trong Chương trình giáo dục phổ thông 2018: định hướng và tổ chức thực hiện. *Tạp Chí Giáo dục*, 2(516), 1–6.
- Nguyễn Thành Hải (2019). Giáo dục STEM/STEAM: Từ trải nghiệm thực hành đến tư duy sáng tạo. NXB Trẻ.
- Sanders, M. (2009). Integrative STEM Education: Primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Trần Thị Gái, Nguyễn Thị Phương, Nguyễn Thị Hoài Thanh (2018). Thiết kế chủ đề giáo dục STEM trong dạy học phần “Chuyển hóa vật chất và năng lượng ở thực vật”, Sinh học 11 - Trung học phổ thông. *Tạp chí Giáo dục*, 443, 59-64.