



Original Article

# Fostering Design Thinking Competence in High School Students Through STEAM Robotics Lessons Focused on Environmental Protection

Le Thi Thuy Quynh<sup>1</sup>, Ta Thanh Trung<sup>2,3,\*</sup>, Nguyen Thanh Nga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Bui Thi Xuan High School, 73 Bui Thi Xuan, Ben Thanh, Ho Chi Minh, Vietnam*

<sup>2</sup>*Ho Chi Minh University of Education, 280 An Duong Vuong, Cho Quan, Ho Chi Minh City, Vietnam*

<sup>3</sup>*Hanoi National University of Education, 136 Xuan Thuy, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

Received 23<sup>rd</sup> August 2024

Revised 02<sup>nd</sup> March 2026; Accepted 16<sup>th</sup> March 2026

**Abstract:** STEAM education is an integrated teaching model that is gaining attention in many countries worldwide. Among the various forms of STEAM education, several studies have documented the positive impact of STEAM robotics education on students' knowledge, skills, and engagement. Environmental issues create a pressing need to educate students to develop problem-solving thinking skills to tackle these challenges through STEAM/STEAM robotics lessons. Environmental protection education is a frequently incorporated topic in STEAM-related subjects at the upper secondary level. However, the current research gap lies in the lack of experimental studies measuring the impact of STEAM robotics on students' design thinking competence, particularly in the context of environmental education. Additionally, designing highly integrated STEAM robotics lessons remains a challenge for high school teachers, requiring a flexible combination of scientific content, technology, and innovative teaching methodologies. This paper provides an overview of environmental protection education content in the upper secondary school curriculum (grades 10, 11, and 12) under the 2018 General Education Program. It specifically focuses on developing and experimentally implementing a STEAM robotics lesson linked to the topic "Physics and Environmental Protection Education" for grade 10 students. We design the lesson based on the design thinking process, which integrates robotics product design and development to enhance students' design thinking competence. The study employs a pedagogical experimental method with a sample of 42 students, including a detailed evaluation of six cases. The experimental results for grade 10 students indicate that the developed STEAM robotics lesson framework is feasible, providing opportunities for students to demonstrate nine behavioural indicators associated with key components: i) Empathy-based problem setting, ii) Ideation; and iii) Modelling. These findings illustrate a positive development in design thinking competence. The study not only shows that STEAM robotics has an effect on environmental education, but it also suggests an effective integrated teaching model that can help improve the quality of STEM education and students' ability to solve problems in the real world.

**Keywords:** STEAM robotics, STEAM education, design thinking, environmental protection.

\* Corresponding author.

*E-mail address:* kv.trungtt@hcmue.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1159/vnuer.5191>

# Bồi dưỡng năng lực tư duy thiết kế của học sinh trung học phổ thông qua bài học STEAM robotics gắn với giáo dục bảo vệ môi trường

Lê Thị Thúy Quỳnh<sup>1</sup>, Tạ Thanh Trung<sup>2,3,\*</sup>, Nguyễn Thanh Nga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường THPT Bùi Thị Xuân, 73 Bùi Thị Xuân, Bến Thành, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Sư Phạm, 280 An Dương Vương, Chợ Quán, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>3</sup>Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, 136 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 23 tháng 8 năm 2024

Chỉnh sửa ngày 02 tháng 3 năm 2026; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 3 năm 2026

**Tóm tắt:** Giáo dục STEAM là mô hình dạy học tích hợp đang được quan tâm ở nhiều quốc gia trên thế giới. Trong các hình thức giáo dục STEAM, một số nghiên cứu đã ghi nhận tác động tích cực của việc giáo dục STEAM robotics đối với kiến thức, kỹ năng và sự hứng thú của học sinh. Những vấn đề về môi trường đặt ra nhu cầu giáo dục cho học sinh tư duy tìm kiếm các giải pháp để giải quyết vấn đề nan giải này thông qua các bài học STEAM/STEAM robotics. Giáo dục về bảo vệ môi trường là một nội dung xuất hiện thường xuyên trong các môn học thuộc lĩnh vực STEAM ở cấp Trung học phổ thông. Tuy nhiên, khoảng cách nghiên cứu hiện nay là thiếu các nghiên cứu thực nghiệm đo lường tác động của STEAM robotics đến năng lực tư duy thiết kế của học sinh, đặc biệt trong bối cảnh giáo dục về bảo vệ môi trường. Bên cạnh đó, việc thiết kế bài học STEAM robotics có tính tích hợp cao vẫn là một thách thức đối với giáo viên trung học, đòi hỏi sự kết hợp linh hoạt giữa nội dung khoa học, công nghệ và phương pháp dạy học sáng tạo. Bài viết này tổng quan các nội dung giáo dục về bảo vệ môi trường trong chương trình lớp 10, 11, 12 chương trình giáo dục phổ thông 2018, trong đó tập trung xây dựng và thực nghiệm một bài học STEAM robotics gắn với chuyên đề “Vật lý với giáo dục về bảo vệ môi trường” cho học sinh lớp 10. Chủ đề được thiết kế dựa trên quy trình tư duy thiết kế, kết hợp quá trình thiết kế, chế tạo sản phẩm robotics nhằm tạo cơ hội bồi dưỡng năng lực tư duy thiết kế cho học sinh. Nghiên cứu áp dụng phương pháp thực nghiệm sư phạm trên mẫu gồm 42 học sinh và đánh giá chi tiết 6 trường hợp. Kết quả thực nghiệm đối với học sinh lớp 10 cho thấy tiến trình bài học STEAM robotics được xây dựng là khả thi, tạo điều kiện cho học sinh bộc lộ 9 chỉ số hành vi liên quan đến các thành tố: i) Thiết lập vấn đề bằng sự đồng cảm; ii) Đề xuất ý tưởng sáng tạo; và iii) Mô hình hóa thể hiện sự phát triển tích cực của năng lực tư duy thiết kế. Kết quả nghiên cứu không chỉ cung cấp minh chứng thực nghiệm về tác động của STEAM robotics trong giáo dục bảo vệ môi trường mà còn gợi ý một mô hình giảng dạy tích hợp hiệu quả, góp phần nâng cao chất lượng giáo dục STEM và khả năng giải quyết vấn đề thực tiễn của học sinh.

*Từ khóa:* STEAM robotics, giáo dục STEAM, tư duy thiết kế, bảo vệ môi trường.

## 1. Mở đầu

Trong bối cảnh giáo dục toàn cầu, giáo dục STEAM đã trở thành một xu hướng quan trọng,

được nhiều quốc gia quan tâm và phát triển nhằm trang bị cho học sinh những năng lực cần thiết để đáp ứng yêu cầu của thế kỷ 21 [1-4]. STEAM không chỉ tích hợp các lĩnh vực khoa học (Science), công nghệ (Technology), kỹ thuật (Engineering), nghệ thuật (Arts) và toán học (Mathematics), mà còn đề cao sự sáng tạo và khả năng giải quyết vấn đề của người học

\* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: kv.trungtt@hcmue.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1159/vnuer.5191>

thông qua các dự án thực tiễn [5-8]. Trong đó, tư duy thiết kế (design thinking) đã được xác định là một năng lực quan trọng, giúp học sinh phát triển tư duy sáng tạo, kỹ năng giải quyết vấn đề và khả năng ứng dụng kiến thức vào thực tiễn [9, 10].

Việc bồi dưỡng năng lực tư duy thiết kế có thể được thực hiện thông qua các mô hình dạy học tích hợp, đặc biệt là STEAM robotics - một lĩnh vực giàu tiềm năng trong việc kết nối kiến thức khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học với các tình huống thực tiễn [11, 12]. STEAM robotics không chỉ giúp học sinh tiếp cận với công nghệ lập trình và chế tạo robot, mà còn tạo điều kiện để các em áp dụng tư duy thiết kế vào việc tìm kiếm và thử nghiệm các giải pháp cho những vấn đề thực tế [13]. Trong chương trình giáo dục phổ thông 2018, giáo dục về bảo vệ môi trường được tích hợp liên tục trong nội dung các môn học thuộc lĩnh vực STEAM [14]. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết về việc phát triển năng lực tư duy thiết kế của học sinh thông qua các hoạt động học tập ứng dụng, giúp các em có thể thiết kế và triển khai những giải pháp sáng tạo nhằm giải quyết các vấn đề môi trường.

Tại Việt Nam, giáo dục STEAM robotics ban đầu chủ yếu xuất hiện trong các trung tâm đào tạo ngoài nhà trường hoặc trong các chương trình ngoại khóa dành cho học sinh tiểu học và trung học. Tuy nhiên, ngày càng có nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng STEAM robotics có thể mang lại tác động tích cực đến sự phát triển năng lực của học sinh, đặc biệt là trong việc rèn luyện khả năng tư duy thiết kế [11, 12]. Robot không chỉ là công cụ hỗ trợ giảng dạy mà còn đóng vai trò như một phương tiện giúp học sinh kết nối kiến thức liên ngành theo hướng ứng dụng: kỹ thuật và công nghệ là nền tảng trong hoạt động thiết kế và chế tạo; trong khi đó, toán học và khoa học cung cấp định hướng giải pháp cho lập trình và vận hành robot.

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu thực nghiệm về STEAM robotics [4, 15-17], hiện vẫn còn thiếu các nghiên cứu sư phạm đo lường tác động cụ thể của STEAM robotics đến năng lực tư duy thiết kế của học sinh trong bối cảnh giáo dục về bảo vệ môi trường. Việc xác định

và kiểm chứng các mô hình giảng dạy STEAM robotics có tính tích hợp cao không chỉ giúp học sinh tiếp thu kiến thức hiệu quả hơn, mà còn góp phần bồi dưỡng khả năng thiết kế, sáng tạo và giải quyết các vấn đề thực tiễn liên quan đến môi trường.

Xuất phát từ thực tế đó, nghiên cứu này tập trung vào việc phát triển một bài học STEAM robotics trong bộ môn Vật lý lớp 10, gắn kết chặt chẽ với chuyên đề “Vật lý với giáo dục về bảo vệ môi trường”. Quá trình thực nghiệm sư phạm được tiến hành trên 42 học sinh lớp 10 nhằm đánh giá tác động của bài học đối với năng lực tư duy thiết kế, thông qua phân tích chi tiết 6 trường hợp tiêu biểu. Kết quả nghiên cứu không chỉ cung cấp minh chứng thực nghiệm về hiệu quả của STEAM robotics trong phát triển năng lực tư duy thiết kế, mà còn đề xuất một mô hình giảng dạy tích hợp có thể áp dụng rộng rãi trong giáo dục phổ thông.

## 2. Tổng quan nghiên cứu

### 2.1. Giáo dục STEAM robotics trong giáo dục phổ thông

Giáo dục STEAM là mô hình giáo dục dựa theo quan điểm dạy học tích hợp, giúp học sinh áp dụng các kiến thức khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học, kết hợp với kiến thức xã hội vào giải quyết vấn đề trong những bối cảnh cụ thể, trong đó đề cao yếu tố nghệ thuật khai phóng nhằm giúp người học thích nghi với sự phát triển của khoa học và công nghệ [6, 8]. Ngoài ra, trước xu hướng vận dụng công nghệ trong dạy học, robot trở thành một công cụ học tập hỗ trợ học sinh khám phá ý tưởng của mình và tìm hiểu các khái niệm rõ ràng hơn bằng cách sử dụng một vật thể hữu hình được tăng cường về mặt kỹ thuật và tính toán. Giáo dục Robotics đề cập đến việc giáo viên và học sinh sử dụng robot như một công cụ tương tác trong lớp học hay robot là sản phẩm của quá trình học tập. Điều này đạt được thông qua sự tiếp xúc của học sinh với robot với các hoạt động quan sát, trải nghiệm tính năng, chế tạo, lập trình, vận hành và sửa chữa. Đồng thời, nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng các khái niệm về robot và giáo dục STEAM có mối liên hệ chặt chẽ với

nhau [9, 18]. Cả hai đều phát triển khả năng sáng tạo và trí tưởng tượng ở học sinh, dựa trên việc kiểm tra, thử nghiệm và khám phá kiến thức mới. Robot giúp dạy đồng thời tất cả các lĩnh vực STEAM theo hướng ứng dụng. Robotics được xem là chủ đề học tập trong giáo dục STEAM và giáo dục STEAM robotics được hiểu là quan điểm dạy học trong đó học sinh khám phá và vận dụng kiến thức tích hợp thông qua nghiên cứu, thiết kế và chế tạo robot để giải quyết vấn đề thực tiễn [19]. *Trong phạm vi bài báo này, có thể hiểu giáo dục STEAM robotics là mô hình dạy học tích hợp các kiến thức khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học, kết hợp với kiến thức xã hội vào giải quyết vấn đề trong những bối cảnh cụ thể, trong đó đề cao yếu tố nghệ thuật khai phóng và sử dụng robot là phương tiện học tập hoặc tạo ra sản phẩm học tập là robot nhằm giúp người học thích nghi với sự phát triển của khoa học và công nghệ.*

## 2.2. Giáo dục bảo vệ môi trường trong bối cảnh giáo dục STEAM

Ô nhiễm môi trường và biến đổi khí hậu hiện nay được xem là những thách thức toàn cầu phức tạp, đòi hỏi những giải pháp mang tính tổng hợp và liên ngành [20, 21]. Ở phạm vi toàn cầu, các vấn đề như suy thoái hệ sinh thái, ô nhiễm không khí, ô nhiễm nguồn nước và biến đổi khí hậu đang gây ra những tác động nghiêm trọng đến môi trường tự nhiên và đời sống con người, đồng thời tạo ra những tổn thất kinh tế - xã hội đáng kể. Đối với Việt Nam, tình trạng ô nhiễm môi trường và những hệ quả của biến đổi khí hậu cũng đang trở thành vấn đề đáng lo ngại, đòi hỏi sự tham gia của nhiều lĩnh vực khoa học và các giải pháp giáo dục nhằm nâng cao nhận thức cũng như năng lực giải quyết vấn đề của thế hệ trẻ.

Trong bối cảnh đó, giáo dục được xem là một trong những giải pháp quan trọng nhằm trang bị cho học sinh kiến thức, kỹ năng và thái độ cần thiết để ứng phó với các thách thức môi trường. Theo Tổ chức Giáo dục, Khoa học và Văn hóa của Liên hiệp quốc (UNESCO), “giáo dục bảo vệ môi trường là một quá trình học tập giúp nâng cao nhận thức của con người về môi trường và các vấn đề liên quan, đồng thời phát

triển các kỹ năng và năng lực cần thiết để giải quyết những thách thức môi trường, từ đó thúc đẩy các hành động có trách nhiệm đối với môi trường” [22]. Dựa trên các mục tiêu phát triển bền vững (Sustainable Development Goals - SDGs), giáo dục bảo vệ môi trường có thể được triển khai thông qua nhiều chủ đề như năng lượng sạch, ô nhiễm môi trường và biến đổi khí hậu, môi trường nước và môi trường đất.

Trong giáo dục hiện đại, việc tích hợp giáo dục bảo vệ môi trường vào các hoạt động học tập mang tính trải nghiệm và giải quyết vấn đề được xem là một hướng tiếp cận hiệu quả. Đặc biệt, mô hình giáo dục STEAM tạo điều kiện thuận lợi để học sinh vận dụng kiến thức liên ngành nhằm tìm kiếm các giải pháp sáng tạo cho các vấn đề thực tiễn. Trong bối cảnh này, năng lực tư duy thiết kế được xem là một năng lực quan trọng, giúp người học xác định vấn đề, đề xuất ý tưởng và phát triển các giải pháp sáng tạo nhằm giải quyết những thách thức phức tạp như vấn đề môi trường.

Trong nhà trường, giáo dục STEAM robotics có thể được triển khai thông qua nhiều hình thức khác nhau, như tổ chức các cuộc thi robotics, xây dựng các chủ đề học tập tích hợp, hoặc triển khai dưới dạng câu lạc bộ và môn học tự chọn. Trong nghiên cứu này, giáo dục STEAM robotics được triển khai dưới dạng một bài học tích hợp trong chương trình học. *Bài học STEAM robotics gắn với nội dung giáo dục về bảo vệ môi trường được hiểu là hoạt động dạy học tích hợp các kiến thức khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học nhằm giải quyết các vấn đề liên quan đến môi trường, trong đó robot được sử dụng như một phương tiện học tập và sản phẩm của quá trình thiết kế. Thông qua quá trình thiết kế, chế tạo và vận hành robot, học sinh có cơ hội vận dụng kiến thức liên ngành để đề xuất và thử nghiệm các giải pháp nhằm giải quyết các vấn đề môi trường trong bối cảnh thực tiễn.*

## 2.3. Tích hợp STEAM robotics trong chương trình giáo dục phổ thông

Trong chương trình giáo dục phổ thông 2018 của Việt Nam, nội dung giáo dục về bảo vệ môi trường được tích hợp trong các yêu cầu

cần đạt của nhiều môn học thuộc lĩnh vực khoa học và công nghệ như Vật lý, Hóa học, Sinh học và Công nghệ (Bảng 1). Việc tích hợp này nhằm giúp học sinh nhận thức được mối liên hệ giữa kiến thức khoa học với các vấn đề môi trường trong thực tiễn, đồng thời khuyến khích học sinh vận dụng kiến thức liên môn để đề xuất các giải pháp cho những thách thức của xã hội hiện đại.

Trong phạm vi nghiên cứu này, chúng tôi tập trung minh họa một bài học STEAM robotics thuộc chuyên đề “Vật lý với giáo dục về bảo vệ môi trường” trong chương trình Vật lý lớp 10. Với điều kiện kinh phí hạn chế, vi điều khiển Arduino được lựa chọn như một giải pháp phù hợp nhằm hỗ trợ học sinh trong quá trình thiết kế và chế tạo sản phẩm robotics, đồng thời tạo điều kiện linh hoạt để học sinh phát triển và thử nghiệm các ý tưởng sáng tạo.

### 3. Phương pháp nghiên cứu

*3.1. Thiết kế quy trình dạy học bài học STEAM robotics gắn với nội dung giáo dục về bảo vệ môi trường nhằm bồi dưỡng năng lực tư duy thiết kế của học sinh*

Chúng tôi đề xuất tiến trình tổ chức gồm 5 giai đoạn chính bám sát quy trình tư duy thiết kế [4, 6, 9] và dựa trên quá trình thiết kế chế tạo sản phẩm robotics (Hình 1).

- Giai đoạn 1: thấu hiểu vấn đề

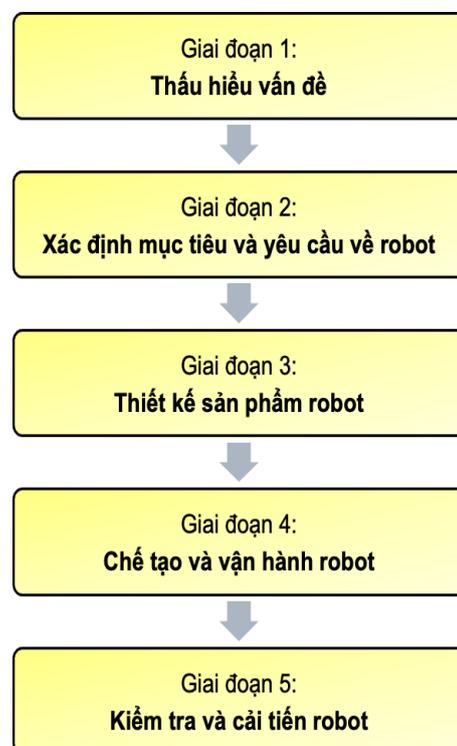
Bước đầu tiên trong quá trình tư duy thiết kế chính là đạt đến sự thấu hiểu đồng cảm với vấn đề đang tìm cách giải quyết. Bước này đòi hỏi học sinh phải tìm hiểu nhiều hơn về lĩnh vực mình quan tâm: quan sát, trao đổi với các đối tượng mình hướng đến để thấu hiểu được những trải nghiệm, động lực của họ từ đó có góc nhìn toàn diện về vấn đề.

Thấu hiểu và phân tích vấn đề bằng cách làm rõ cấu trúc của robot cùng các thông tin liên quan: các bộ phận (cảm biến, bộ vi xử lý, vận hành), nhiệm vụ của mỗi bộ phận.

- Giai đoạn 2: xác định mục tiêu và yêu cầu về robot

Trong giai đoạn này, các thông tin được học sinh được thu thập và tập hợp ở giai đoạn 1 sẽ

được đặt chung lại với nhau. Nhóm học sinh sẽ phân tích và tổng hợp chúng để xác định trọng tâm của vấn đề. Giai đoạn này giúp tập hợp các ý tưởng tốt để thiết lập các điểm đặc trưng, chức năng và nhiều yếu tố khác, làm nền tảng cho việc đề xuất giải pháp giải quyết vấn đề, đó là đề xuất linh kiện phù hợp với các bộ phận robot dựa trên chức năng của thiết bị và cơ sở khoa học. Sau đó, học sinh tìm hiểu, khám phá các linh kiện: cấu tạo, nguyên lý hoạt động; cách kết nối các linh kiện; cách ghi nhận, xử lý dữ liệu và thực hành kỹ năng thao tác với bộ thiết bị.



Hình 1. Quy trình dạy học bài học STEAM robotics nhằm bồi dưỡng năng lực tư duy thiết kế của học sinh.

- Giai đoạn 3: thiết kế sản phẩm robot

Mục đích của giai đoạn này trong quá trình tư duy thiết kế là giúp học sinh tạo ra thật nhiều ý tưởng. Với nền tảng từ các giai đoạn trước đó, học sinh có thể bắt đầu thực hiện quá trình suy nghĩ sáng tạo và tưởng tượng để đề xuất các giải pháp mới cho vấn đề đã được xác định trước đó bằng các hoạt động: xác định ý tưởng

xử lý thông tin (lưu đồ) dựa vào kiến thức đã tìm hiểu, trình bày bản vẽ chi tiết dựa vào tiến trình xử lý thông tin với các linh kiện và nguyên liệu phù hợp.

- Giai đoạn 4: chế tạo và vận hành robot

Ở bước này, học sinh tiếp cận thực tiễn bằng việc hiện thực hóa ý tưởng bằng các nguyên mẫu ban đầu. Nhóm học sinh thiết lập kế hoạch theo từng bước nội dung cụ thể để đảm bảo tính khoa học và thực hiện chế tạo sản phẩm: viết chương trình cho bộ vi điều khiển; lắp ráp mạch điện với các linh kiện; thử nghiệm hoạt động của hệ thống theo chương trình thiết lập; chế tạo phần cứng và hoàn thiện sản phẩm theo thiết kế.

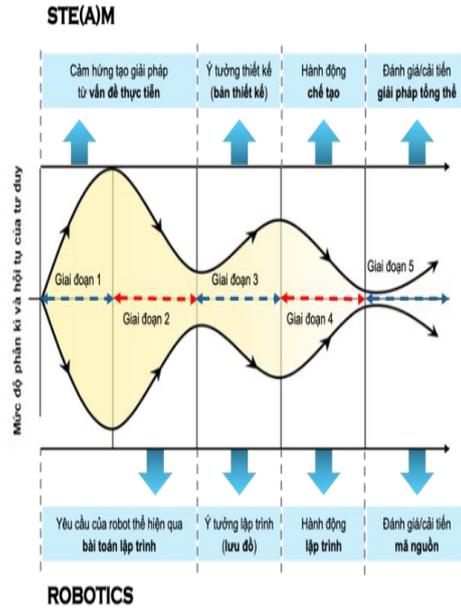
- Giai đoạn 5: cải tiến và kiểm tra robot

Đây là bước cuối cùng của quá trình tư duy nhằm phát triển bản mẫu giải quyết vấn đề một cách hiệu quả, triệt để nhất. Nhóm học sinh sẽ tiến hành chế tạo lại sản phẩm hoàn chỉnh, đồng thời kiểm tra nghiêm ngặt quá trình chế tạo sản phẩm bằng cách sử dụng các giải pháp tốt nhất được rút ra thông qua giai đoạn dựng bản mẫu trước đó.

Các bài học STEAM đều xuất phát từ những nhu cầu hoặc vấn đề cụ thể trong cuộc sống hàng ngày (gọi là bài toán thực tiễn). Trong quá trình học tập, học sinh vận dụng luân phiên tư duy mở (để đưa ra nhiều ý tưởng sáng tạo) và tư duy đóng (để phân tích, so sánh, đánh giá), từ đó tạo ra sản phẩm cuối cùng cho quá trình tư duy thiết kế (Hình 2).

Trong tiến trình bài học STEAM thông thường, sau khi thấu hiểu vấn đề ở giai đoạn 1, học sinh thường tập hợp các ý tưởng và đề xuất giải pháp ở giai đoạn 2. Tuy nhiên, trong bài học STEAM robotics gắn với giáo dục bảo vệ môi trường, giải pháp được cụ thể hóa thông qua việc xác định các yêu cầu chức năng của robot, từ đó chuyển hóa thành bài toán lập trình. Ở giai đoạn 3, ý tưởng thiết kế được mô hình hóa thông qua bản vẽ thiết kế và lưu đồ điều khiển. Trên cơ sở đó, học sinh tiến hành chế tạo và thử nghiệm nguyên mẫu ở giai đoạn 4, bao gồm việc lắp ráp phần cứng và xây dựng chương trình điều khiển cho hệ thống robot. Đến giai đoạn 5, học sinh tiến hành đánh giá và cải tiến sản phẩm, bao gồm việc đánh giá mức

độ phù hợp của giải pháp đối với vấn đề môi trường cũng như hiệu quả hoạt động của phần cứng và chương trình điều khiển trong việc đáp ứng các yêu cầu thiết kế của robot.



Hình 2. Các pha tư duy trong quy trình dạy học bài học STEAM robotics và sản phẩm của học sinh ở từng pha.

### 3.2. Phương pháp thực nghiệm

Để đánh giá mức độ mà bài học STEAM robotics có thể bồi dưỡng năng lực tư duy thiết kế của học sinh, chúng tôi đã xây dựng và triển khai một kế hoạch bài dạy cho chủ đề STEAM “Thùng rác thông minh”. Nội dung bài học tích hợp kiến thức vật lý với giáo dục bảo vệ môi trường, phù hợp với chương trình Vật lý lớp 10 (Bảng 1) [14].

Quy trình thiết kế bài học STEAM robotics được đề xuất dựa trên mô hình phát triển chủ đề tích hợp [23], kết hợp với các đặc trưng và cơ sở lý thuyết về giáo dục STEAM robotics. Quy trình này bao gồm bốn bước chính:

i) Đề xuất ý tưởng bài học STEAM robotics: xác định vấn đề thực tiễn, liên kết với chương trình học và lựa chọn bộ thiết bị phù hợp;

ii) Lựa chọn bài học STEAM robotics: đánh giá sự phù hợp của bài học với chương trình học, năng lực học sinh và thời gian dành cho bài học;

iii) Xác định nội dung bài học: tạo lập mối liên hệ giữa các lĩnh vực STEAM robotics, bao

gồm kiến thức nền tảng, kỹ năng cần thiết và cách vận dụng để giải quyết các nhiệm vụ trong chủ đề;

iv) Xây dựng nội dung bài học: xác định cụ thể bộ thiết bị robotics cần thiết và cấu trúc chương trình học.

Bảng 1. Các nội dung về giáo dục bảo vệ môi trường được đề cập trong chương trình giáo dục phổ thông cấp Trung học phổ thông

Nội dung	Vật lý			Hóa học			Sinh học			Công nghệ		
	K10	K11	K12	K10	K11	K12	K10	K11	K12	K10	K11	K12
Năng lượng sạch	√				√		√		√			
Ô nhiễm môi trường - Biến đổi khí hậu	√				√	√	√			√	√	√
Môi trường nước					√							√
Môi trường đất					√		√		√	√	√	√

Dựa trên quy trình này, chúng tôi đã thiết kế bài học chi tiết cho chủ đề “Thùng rác thông minh” (Bảng 2, Bảng 3), với mục tiêu nâng cao năng lực tư duy thiết kế của học sinh thông qua hoạt động thực hành sáng tạo. Trong quá trình giảng dạy, các phương pháp sư phạm được áp dụng nhằm khuyến khích tư duy phản biện, giải quyết vấn đề và sáng tạo [24]. Thực nghiệm được triển khai tại Trường THPT Bùi Thị Xuân, Thành phố Hồ Chí Minh trong ba tuần (25/4/2024-17/5/2024). Chúng tôi xây dựng rubric đánh giá biểu hiện năng lực tư duy thiết kế của học sinh từ các nghiên cứu trước đó [9, 10]. Năng lực này được hiểu là một tổ hợp

phức hợp, thể hiện khả năng huy động tổng hợp kiến thức, kỹ năng và các đặc điểm tâm lý cá nhân như hứng thú, niềm tin, ý chí,... nhằm tạo ra các giải pháp thiết kế sáng tạo [10]. Điều này dựa trên hoạt động giải quyết các nhiệm vụ học tập hoặc các vấn đề phức tạp trong thực tiễn bằng phương pháp luận kết hợp hài hòa giữa tư duy phân tích (tư duy đóng) và tư duy trực giác (tư duy mở) trong các bối cảnh cụ thể, trong đó yếu tố con người được đặt làm trung tâm của quá trình giải quyết vấn đề (giải quyết vấn đề phù hợp với một đối tượng thụ hưởng giải pháp nhất định) [25-27].

Bảng 2. Tóm tắt bài học chủ đề STEAM “Thùng rác thông minh”

Vấn đề thiết kế	Sản phẩm	Nội dung các lĩnh vực STEAM				
		Khoa học (S)	Công nghệ (T)	Kỹ thuật (E)	Nghệ thuật khai phóng (A)	Toán (M)
Thiết kế và thực hiện giải pháp chế tạo thùng rác thông minh	Thùng rác thông minh có khả năng đóng, mở tự động	Kiến thức về nguyên lý hoạt động của cảm biến hồng ngoại, động cơ servo	- Quy trình lắp ráp, thực hiện thùng rác theo bản vẽ. - Quy trình vận hành sản phẩm. - Giải quyết các bài toán lập trình cho các chức năng vận hành của thùng rác.	Phác thảo bản vẽ thùng rác và sơ đồ mạch. - Tìm hiểu thông số và cách vận hành các thiết bị điện tử.	Mục tiêu bài học có ý nghĩa xã hội, hướng đến giáo dục bảo vệ môi trường và giải pháp khắc phục khó khăn khi đưa rác vào thùng.	Tính toán kích thước khung thùng rác và các bộ phận phù hợp.

Bảng 3. Tiến trình dạy học bài học STEAM robotics Thùng rác thông minh

Hoạt động	Pha	Nội dung	Kĩ thuật dạy học	Thời gian
1. Thấu hiểu vấn đề	1. Tìm hiểu tình huống có vấn đề	Giáo viên (GV) tổ chức cho học sinh (HS) thu thập hiện trạng của các thùng rác bên trong khu vực trường học.	Phòng vấn	Tại nhà
		HS thành lập nhóm học tập từ 6 - 7 thành viên, chọn 01 nhóm trưởng, 01 thư ký.	Làm việc nhóm	5 phút
	2. Phát hiện và phát biểu vấn đề	HS phát biểu vấn đề thông qua khảo sát và tình huống: thùng rác không sạch, gây mất vệ sinh khi người dùng mở trực tiếp bằng tay	Nghiên cứu bối cảnh/ Đàm thoại	10 phút
2. Xác định mục tiêu và yêu cầu robot	4. Định hướng kiến thức cần nghiên cứu	HS dựa trên nhu cầu đã xác định, tìm kiếm thông tin về các phương án xây dựng thùng rác tự động đóng, mở.	Đàm thoại	15 phút
		HS trình bày phương án thực hiện thùng rác đóng, mở tự động.	Động não	5 phút
	5. Nghiên cứu kiến thức nền	HS tìm hiểu kiến thức mới, ghi chép vào phiếu học tập.		10 phút
	6. Định hướng ý tưởng thiết kế	HS dựa trên tìm hiểu nguyên lý và nhu cầu của người sử dụng, phát biểu nhiệm vụ cần thực hiện là chế tạo thùng rác thông minh sử dụng cảm biến siêu âm và động cơ servo để đóng mở tự động.	Đàm thoại	60 phút
3. Thiết kế sản phẩm robot	7. Tạo ý tưởng thiết kế	HS tự hình thành ý tưởng riêng và phác thảo ý tưởng của mình.	Kí họa	10 phút
	8. Hệ thống ý tưởng tạo giải pháp thiết kế nguyên mẫu thùng rác sử dụng cảm biến siêu âm	HS tổng hợp ý kiến.	Làm việc nhóm, Bản thiết kế	15 phút
	9. Phác thảo và lựa chọn bản mẫu thiết kế thùng rác thông minh	HS phác thảo bản thiết kế và trình bày bản thiết kế trước lớp để nhận được góp ý trước khi thực hiện chế tạo.	Làm việc nhóm, Phòng tranh	20 phút
4. Chế tạo và vận hành robot	10. Lập kế hoạch thực hiện chế tạo thùng rác thông minh	HS thảo luận, phân công nhiệm vụ chế tạo.	Làm việc nhóm	5 phút
	11. Thi công và thử nghiệm nguyên mẫu	HS sử dụng các vật liệu như giấy, bìa cứng, gỗ,... thường là vật liệu tái chế, kết hợp cùng các linh kiện điện tử để tạo ra nguyên mẫu đáp ứng bản thiết kế.	Tạo mẫu	Tại nhà
5. Kiểm tra và cải tiến	12. Đánh giá giải pháp	HS đưa ra những phản hồi nhanh dựa trên kết quả thử nghiệm và sự đối chiếu giữa nguyên mẫu so với ý tưởng thiết kế trước đó.	90 giây đánh giá	45 phút

Bộ công cụ đánh giá tập trung vào ba thành tố chính đã được kiểm định độ tin cậy bằng CFA [10]: i) Thiết lập vấn đề bằng sự đồng cảm ( $\alpha_{EM} = 0,892$ ); ii) Đề xuất ý tưởng sáng

tạo ( $\alpha_{ID} = 0,882$ ); và iii) Mô hình hóa ( $\alpha_{MO} = 0,920$ ) (Bảng 4). Nhằm đảm bảo tính khách quan, dữ liệu được thu thập bởi hai quan sát viên độc lập và một giáo viên thực nghiệm, sử

dụng rubric hành vi bốn cấp độ này. Các nguồn dữ liệu bao gồm: giao tiếp bằng lời nói (phát biểu, thảo luận); ngôn ngữ viết (phiếu học tập, bản thiết kế); sản phẩm robot.

Sau mỗi buổi học, nhóm nghiên cứu thảo luận với giáo viên để đánh giá phương pháp giảng dạy, điều chỉnh chiến lược hướng dẫn và xác thực kết quả đánh giá. Hiệu suất học tập của học sinh được đo lường thông qua đối chiếu dữ liệu quan sát, nhận xét của giáo viên và phản hồi từ học sinh [28]. Nhằm đảm bảo độ tin cậy và tính khách quan trong đánh giá, nhóm nghiên cứu áp dụng các tiêu chuẩn khoa học chặt chẽ, bao gồm phương pháp đánh giá có cấu trúc, phản hồi theo tiêu chí cụ thể, đồng thời tích hợp đánh giá vào tiến trình học tập để theo dõi sự tiến bộ của học sinh một cách hệ thống [29].

Trong quá trình triển khai bài học, lớp học được chia thành 6 nhóm học tập để thực hiện các nhiệm vụ thiết kế và chế tạo sản phẩm STEAM robotics. Do nhiều hoạt động nhóm diễn ra đồng thời trong lớp học, việc quan sát toàn bộ học sinh cùng lúc mà vẫn bảo đảm độ chính xác của dữ liệu là khó thực hiện. Vì vậy, nghiên cứu lựa chọn ngẫu nhiên một học sinh trong mỗi nhóm để thực hiện quan sát tập trung

(focused observation) trong suốt quá trình học tập. Cách tiếp cận này cho phép theo dõi chi tiết các biểu hiện hành vi liên quan đến năng lực tư duy thiết kế, bao gồm quá trình xác định vấn đề, phát triển ý tưởng, mô hình hóa giải pháp và thử nghiệm sản phẩm. Sáu học sinh được lựa chọn được sử dụng như các trường hợp minh họa cho phân tích định tính về quá trình bộc lộ năng lực tư duy thiết kế trong bài học STEAM robotics.

Trong bài viết, các học sinh được mã hóa dưới dạng HS1, HS2,... nhằm bảo đảm tính ẩn danh và các mã này được sử dụng nhất quán trong phân tích dữ liệu. Phương pháp quan sát tập trung này cũng đã được áp dụng trong một số nghiên cứu trước đây về giáo dục STEAM và năng lực tư duy thiết kế nhằm thu thập dữ liệu hành vi chi tiết trong các môi trường học tập có nhiều tương tác đồng thời [4, 30]. Mặc dù việc quan sát tập trung chỉ được thực hiện trên một số trường hợp, cách tiếp cận này cho phép thu thập dữ liệu hành vi với độ chi tiết và độ chính xác cao hơn trong bối cảnh lớp học có nhiều hoạt động diễn ra đồng thời, qua đó cung cấp những minh chứng định tính quan trọng cho phân tích quá trình phát triển năng lực tư duy thiết kế của học sinh.

Bảng 4. Rubric đánh giá năng lực tư duy thiết kế của học sinh trong bài học STEAM robotics Thùng rác thông minh

Thành tố	Mức độ biểu hiện					
	Mã	Hành vi	Mức 4	Mức 3	Mức 2	Mức 1
Thiết lập vấn đề bằng sự đồng cảm	EM1	Tổng hợp thông tin và đưa ra cách hiểu/quan điểm của bản thân về tình trạng thiếu vệ sinh khi sử dụng nắp thùng rác không sạch	Trình bày lại vấn đề <i>đầy đủ</i> vào PHT: người dùng gấp vấn đề mất vệ sinh khi sử dụng thùng rác, nguyên nhân là do nắp thùng dơ, sử dụng tay mở trực tiếp sẽ lây vi khuẩn	Trình bày lại vấn đề <i>trông đối đầy đủ</i> vào PHT: người dùng gấp vấn đề mất vệ sinh khi sử dụng thùng rác	Trình bày vấn đề <i>chưa đầy đủ</i>	<i>Chưa trình bày</i> quan điểm
	EM2	Thu thập được thông tin người dùng sản phẩm là các bạn trong nhóm để biết sự thiếu vệ sinh khi đóng, mở nắp thùng rác trực tiếp bằng tay	Tìm kiếm thông tin <i>chính xác</i> và <i>ghi nhận đầy đủ</i> thông tin đã thu thập được từ bạn bè	Tìm kiếm thông tin <i>chính xác</i> nhưng <i>ghi nhận chưa đầy đủ, chính xác</i>	Tìm kiếm thông tin và ghi nhận <i>chưa đầy đủ</i>	<i>Chưa tìm kiếm</i> thông tin

	EM3	Xác định được các nhiệm vụ, mục tiêu cụ thể để giải quyết vấn đề	Nêu được các mục tiêu cụ thể để chế tạo thùng rác và <i>phát biểu được</i> nhiệm vụ để giải quyết vấn đề, đáp ứng các mục tiêu cụ thể	Nêu được các mục tiêu cụ thể để chế tạo thùng rác nhưng <i>chưa phát biểu được</i> đầy đủ nhiệm vụ để giải quyết vấn đề, đáp ứng các mục tiêu cụ thể	Nêu các mục tiêu và nhiệm vụ <i>chưa đầy đủ</i>	<i>Chưa nêu được</i> mục tiêu và nhiệm vụ
Đề xuất ý tưởng sáng tạo	ID1	Đưa ra các giải pháp mới, hiểm, lạ dựa trên sự kết hợp giữa kinh nghiệm và kiến thức khoa học	Đưa ra được giải pháp <i>mới lạ, sáng tạo và khả thi</i> để thiết kế thùng rác thông minh	Đưa ra được giải pháp mới lạ, sáng tạo để thiết kế thùng rác thông minh nhưng <i>chưa khả thi</i>	Đưa ra được giải pháp để thiết kế thùng rác thông minh nhưng <i>không sáng tạo</i>	<i>Chưa đưa ra được</i> giải pháp để thiết kế thùng rác thông minh
	ID2	Thể hiện yếu tố thẩm mỹ trên sản phẩm	Bản vẽ cá nhân thể hiện <i>rõ ràng, đẹp, đầy đủ</i> cấu tạo thùng rác	Bản vẽ cá nhân thể hiện <i>rõ ràng, đầy đủ</i> cấu tạo thùng rác nhưng <i>chưa đẹp</i>	Bản vẽ cá nhân <i>chưa thể hiện rõ ràng, đầy đủ</i> cấu tạo thùng rác và <i>chưa đẹp</i>	<i>Chưa vẽ được</i> bản vẽ thiết kế
	ID3	Phát hiện những điểm có thể cải tiến của sản phẩm dựa trên sự nghiên cứu kiến thức	<i>Phát hiện ra những hạn chế</i> của mô hình thùng rác thông minh khi đặt trong bối cảnh thực tế (việc sử dụng cảm biến siêu âm và servo) để <i>đưa ra phương án cải tiến</i> mô hình <i>khả thi</i> (thể hiện qua việc giải quyết bài toán 2, 3)	<i>Phát hiện ra những hạn chế</i> của mô hình thùng rác thông minh khi đặt trong bối cảnh thực tế (việc sử dụng cảm biến siêu âm và servo) nhưng <i>đưa ra phương án cải tiến</i> mô hình <i>chưa khả thi</i>	<i>Phát hiện ra những hạn chế</i> của mô hình thùng rác thông minh khi đặt trong bối cảnh thực tế (việc sử dụng cảm biến siêu âm và servo) nhưng <i>chưa đưa ra được</i> phương án cải tiến mô hình	<i>Chưa phát hiện</i> những hạn chế
Mô hình hóa	MO1	Thực hiện mô hình thùng rác thông minh để hiện thực hóa giải pháp	<i>Thực hiện được</i> mô hình thùng rác thông minh theo đúng phương án đề ra, <i>giải quyết được các vấn đề nảy sinh</i> từ quá trình thực hiện sản phẩm	<i>Thực hiện được</i> mô hình thùng rác thông minh theo đúng phương án đề ra, <i>giải quyết được một số vấn đề đơn giản</i> nảy sinh từ quá trình thực hiện sản phẩm	<i>Thực hiện được</i> mô hình thùng rác thông minh nhưng <i>chưa theo đúng phương án</i> đề ra	<i>Chưa thực hiện được</i> mô hình sản phẩm
	MO2	Cụ thể hóa ý tưởng bằng bản vẽ thiết kế sản phẩm thùng rác thông minh (thể hiện rõ các thông số kỹ thuật về kích thước, nguyên vật liệu, hình dáng)	Bản vẽ thiết kế thể hiện <i>đầy đủ</i> bộ phận, chú thích thông số kỹ thuật, kích thước, nguyên vật liệu	Bản vẽ thiết kế thể hiện <i>tương đối đầy đủ</i> bộ phận, chú thích thông số kỹ thuật, kích thước, nguyên vật liệu	Bản vẽ thiết kế <i>chưa thể hiện đầy đủ</i> bộ phận, chú thích thông số kỹ thuật, kích thước, nguyên vật liệu	<i>Chưa thực hiện được</i> bản vẽ
	MO3	Giải thích nguyên lý hoạt động của thùng rác (nguyên lý cảm biến siêu âm, động cơ servo) dựa trên bản thiết kế	Giải thích được <i>đầy đủ và mạch lạc</i> về nguyên lý hoạt động của sản phẩm	Giải thích được <i>đầy đủ</i> về nguyên lý hoạt động của sản phẩm nhưng <i>chưa mạch lạc, logic</i>	Giải thích <i>chưa đầy đủ</i> về nguyên lý hoạt động của sản phẩm	<i>Chưa giải thích được</i> nguyên lý hoạt động của sản phẩm

## 4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

### 4.1. Tính khả thi của bài học STEAM robotics gắn với gắn với nội dung giáo dục về bảo vệ môi trường

Bài học STEAM robotics được thiết kế với mục tiêu chính là tạo điều kiện để học sinh phát triển và thể hiện các biểu hiện hành vi của năng lực tư duy thiết kế. Trong quá trình thực nghiệm, chúng tôi đã tập trung quan sát và ghi nhận 9 chỉ số hành vi khác nhau. Trong số đó, 7 chỉ số có thể được đánh giá qua các phiếu học tập mà học sinh hoàn thành và 2 chỉ số khác (MO1, MO3) được quan sát và ghi nhận thông qua các phát biểu và hành động của học sinh.

Bài học được triển khai trong lớp học chính khóa, mỗi tiết kéo dài 45 phút, theo đúng thời lượng được quy định trong Bảng 2. Về cơ sở vật chất, bài học STEAM robotics “Thùng rác thông minh” được tiến hành thuận lợi nhờ trang thiết bị tại trường học, bao gồm phòng STEAM và phòng thí nghiệm Vật lý với các dụng cụ kỹ thuật cơ bản cần thiết cho quá trình chế tạo sản phẩm, cũng như máy in 3D hỗ trợ quá trình tạo mẫu. Điều kiện này đã khuyến khích học sinh tích cực tương tác với các linh kiện điện tử (Arduino UNO, cảm biến siêu âm HC-SR04, động cơ servo,...) và áp dụng nhiều công nghệ như in 3D và cắt CNC, qua đó, nâng cao tính thẩm mỹ và chất lượng của sản phẩm cuối cùng.

Sau quá trình thực nghiệm, chúng tôi đã tiến hành phân tích các băng ghi hình, sử dụng các thông tin từ ngôn ngữ nói (các phát biểu, trao đổi) kết hợp với ngôn ngữ viết (phiếu học tập, bản thiết kế) và sản phẩm robot để đánh giá sự phát triển của các biểu hiện hành vi liên quan đến năng lực tư duy thiết kế trong giáo dục STEAM Robotics. Đồng thời, chúng tôi cũng thực hiện đánh giá định lượng các biểu hiện này dựa trên rubrics đánh giá được thiết kế riêng cho bài học.

Với số lượng 40 học sinh, chia thành 6 nhóm, việc triển khai bài học STEAM Robotics đã gặp phải một số hạn chế, chủ yếu do khó khăn trong việc ghi nhận và đánh giá đầy đủ các biểu hiện hành vi của tất cả học sinh thông qua phát biểu và trao đổi. Thay vào đó, chúng tôi phải dựa nhiều vào các thông tin được cung cấp qua ngôn ngữ viết trên phiếu học tập.

Mặc dù có những ưu và khuyết điểm như vậy, kết quả nghiên cứu thực nghiệm đã bước đầu khẳng định tính khả thi của quy trình xây dựng và tiến trình tổ chức dạy học bài học STEAM Robotics được đề xuất. Thông qua quy trình này, học sinh đã có cơ hội thiết lập vấn đề dựa trên sự đồng cảm với các biểu hiện hành vi được ghi nhận phù hợp với khung lý thuyết.

### 4.2. Đánh giá năng lực tư duy thiết kế của học sinh

Trong quá trình thực nghiệm, chúng tôi đã thực hiện quan sát chi tiết và ghi nhận biểu hiện hành vi của học sinh dựa trên từng thành tố của năng lực tư duy thiết kế. Các biểu hiện này được đánh giá theo bốn mức độ, nhằm đảm bảo tính chính xác và toàn diện trong việc đo lường sự tiến bộ của học sinh.

Chỉ số về sự đồng cảm (EM1, EM2, EM3) cho thấy mức độ biểu hiện cao, phản ánh sự phù hợp của nhiệm vụ học tập với khả năng nhận thức của học sinh. Ví dụ:

i) EM1: HS2 đã nhận xét rằng: *“Dùng tay mở nắp thùng rác sẽ dễ lây lan vi khuẩn, không đảm bảo an toàn, vệ sinh”* thể hiện sự nhận thức sâu sắc về vấn đề vệ sinh cá nhân và an toàn sức khỏe;

ii) EM2: HS3 đã chủ động “thu thập thông tin về hiện trạng khu vực bỏ rác trong khuôn viên trường, lớp, đánh giá thông tin và thực hiện khảo sát bạn bè”, minh họa khả năng tiếp cận vấn đề một cách toàn diện và khả năng thu thập, xử lý thông tin;

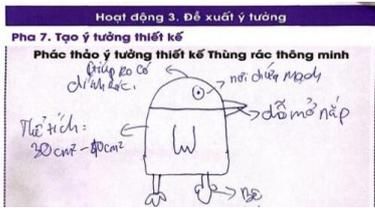
iii) EM3: HS4 đã đưa ra giải pháp sáng tạo bằng cách đề xuất *“dùng loại đũa để mở nắp, thùng rác cảm biến giọng nói, cảm biến từ, lắp tay robot”*, thể hiện sự đồng cảm với người sử dụng và mong muốn cải thiện tính tiện ích của sản phẩm.

Chỉ số về khả năng diễn đạt ý tưởng thiết kế (ID1, ID2, ID3) lại có mức độ biểu hiện từ trung bình đến thấp, cho thấy sự cần thiết của việc hướng dẫn thêm cho học sinh trong việc phát triển ý tưởng và diễn đạt chúng một cách chi tiết. Ví dụ:

ID1: HS4 đưa ra ý tưởng rằng: *“Thùng rác hình con gà, làm từ nhựa in, khi bỏ rác vào sẽ có tiếng gà gáy”*, cho thấy sự sáng tạo trong việc kết hợp yếu tố vui nhộn vào sản phẩm, giúp tạo sự hứng thú cho người sử dụng.

ID2: bản vẽ của HS4 lấy ý tưởng từ động vật, nhằm tạo cảm giác gần gũi và mang đến thông điệp ý nghĩa: “Bỏ rác đúng nơi quy định không chỉ bảo vệ môi trường sống của chúng ta mà còn bảo vệ môi trường sống của các loài động vật.” Tuy nhiên, khả năng diễn đạt chi tiết và trình bày ý tưởng của HS4 còn hạn chế, cho thấy cần có hướng dẫn rõ ràng hơn từ giáo viên (Hình 3).

ID3: HS4 đề xuất “thiết kế nắp thùng rác cong lên để khi thùng rác phía dưới bị đầy sẽ không bị cản nắp thùng và làm nắp thùng dơ”, nhưng chưa biết cách trình bày một cách chi tiết và thuyết phục, điều này chỉ ra rằng học sinh còn gặp khó khăn trong việc chuyển đổi ý tưởng thành thiết kế cụ thể.



Hình 3. Bản phác thảo cá nhân của HS4 về hình dáng của thùng rác.

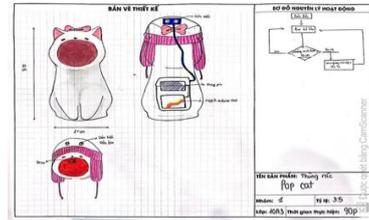
Chỉ số về mô hình hóa (MO1, MO2, MO3) được đánh giá cao, cho thấy học sinh đã có nền tảng vững chắc về kỹ thuật và lập trình. Ví dụ:

MO1: học sinh đã hoàn thành mô hình thùng rác thông minh theo đúng phương án đề ra, thể hiện qua sản phẩm hoàn chỉnh của nhóm. Sản phẩm này minh chứng cho khả năng áp dụng kiến thức vào thực tiễn của học sinh (Hình 4).



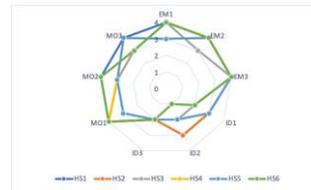
Hình 4. Sản phẩm của Nhóm 1

MO2: học sinh đã thảo luận và cụ thể hóa các ý tưởng bằng bản vẽ thiết kế sản phẩm thùng rác thông minh, trong đó thể hiện rõ ràng các thông số kỹ thuật như kích thước, nguyên vật liệu, hình dáng. Bản vẽ này là một minh chứng cho khả năng hợp tác và tư duy sáng tạo của nhóm.



Hình 5. Bản thiết kế và lưu đồ nguyên lý hoạt động của sản phẩm của nhóm 1.

MO3: học sinh đã trình bày rõ ràng và đầy đủ về nguyên lý hoạt động của sản phẩm thùng rác, bao gồm nguyên lý cảm biến siêu âm và động cơ servo, dựa trên bản thiết kế (Hình 5). Khả năng giải thích và hiểu sâu về nguyên lý hoạt động của sản phẩm cho thấy học sinh đã nắm bắt tốt kiến thức kỹ thuật và có thể ứng dụng hiệu quả trong thực tế.



Hình 6. Ghi nhận mức độ biểu hiện hành vi năng lực tư duy thiết kế của học sinh.

Những biểu hiện tích cực trong quá trình học tập của học sinh khẳng định tính khả thi và hiệu quả của phương pháp dạy học này, đồng thời mở ra hướng đi mới trong việc tích hợp giáo dục bảo vệ môi trường vào chương trình STEAM robotics ở bậc trung học. Mức độ biểu hiện hành vi của 6 học sinh được lựa chọn để đánh giá được thể hiện ở Hình 6.

Kết quả từ quá trình thực nghiệm cho thấy việc tích hợp giáo dục STEAM và bảo vệ môi trường trong các bài học robotics không chỉ phát triển năng lực tư duy thiết kế mà còn nâng cao chất lượng học tập và khả năng thích ứng của học sinh trong môi trường giáo dục hiện đại. Kết quả nghiên cứu về hiệu quả của giáo dục tích hợp STEAM trong phát triển năng lực người học cũng tương đồng với các nghiên cứu trong khu vực ASEAN về việc áp dụng STEAM vào bối cảnh địa phương nhằm giải quyết các vấn đề cộng đồng. Thái Lan, Indonesia và Singapore đang khám phá các

phương pháp tiếp cận công nghệ cao để tăng cường ứng dụng STEAM, tập trung vào học tập linh hoạt và tích hợp công nghệ [13]. Philippines tích hợp nông nghiệp và thủy sản vào chương trình STEAM, phù hợp với nền kinh tế địa phương [31], trong khi Malaysia điều chỉnh chương trình STEAM để giải quyết thách thức giáo dục sau đại dịch COVID-19 [32].

Việc tích hợp bảo vệ môi trường vào chương trình STEAM robotics là một bước đi mới, kết hợp yếu tố giáo dục xanh, giúp học sinh phát triển tư duy thiết kế và nâng cao nhận thức về các vấn đề môi trường. Nghiên cứu này mở rộng phạm vi ứng dụng giáo dục bảo vệ môi trường, tạo ra một mô hình học tập bền vững và phù hợp với xu hướng toàn cầu.

Dựa trên kết quả nghiên cứu, cần mở rộng mô hình STEAM robotics sang các môn học khác như toán học, khoa học tự nhiên hoặc kỹ thuật, giúp học sinh phát triển đồng thời các kỹ năng sáng tạo và giải quyết vấn đề. Các nghiên cứu tương lai có thể tìm hiểu ảnh hưởng của môi trường học tập, sự hỗ trợ từ giáo viên và khả năng tiếp cận công nghệ đối với kết quả học tập. Các nghiên cứu định lượng có thể làm rõ mối liên hệ giữa các yếu tố này và năng lực tư duy thiết kế của học sinh. Một hướng nghiên cứu quan trọng khác là đánh giá tác động lâu dài của mô hình STEAM robotics đối với sự thay đổi hành vi bảo vệ môi trường của học sinh sau khi tham gia các hoạt động giáo dục. Các nghiên cứu theo dõi dài hạn có thể giúp xác định liệu các kỹ năng và nhận thức mà học sinh học được có ảnh hưởng đến hành động bảo vệ môi trường trong thực tế hay không.

## 5. Kết luận

Kết quả thực nghiệm cho thấy quy trình dạy học bài học STEAM robotics được đề xuất là khả thi, tạo điều kiện để học sinh bộc lộ năng lực tư duy thiết kế. Tuy nhiên, kết quả cũng cho thấy rằng học sinh mới tiếp cận và có nền tảng kiến thức chưa vững về các môn học STEAM sẽ gặp nhiều khó khăn khi tham gia hoạt động STEM robotics. Do đó, trong khuôn khổ chương trình giáo dục phổ thông 2018 đang được triển khai ngày càng rộng rãi, việc phối hợp giữa giáo viên ở nhiều bộ môn liên quan là rất cần thiết. Tuy nhiên,

hoạt động thực nghiệm sư phạm của nghiên cứu vẫn còn gặp một số khó khăn vì học sinh chưa thích ứng với hình thức học tập mới, do đó hướng nghiên cứu tiếp theo sẽ tiếp tục triển khai thêm các bài học chủ đề STEAM trên đối tượng thực nghiệm để tiếp tục theo dõi, đánh giá tính hiệu quả của tiến trình dạy học này. Tóm lại, nghiên cứu vận dụng quy trình tư duy thiết kế vào bài học STEAM robotics gắn với chuyên đề “Vật lý với giáo dục về bảo vệ môi trường” cho học sinh lớp 10 đã được thực hiện và bước đầu cho thấy những kết quả tích cực đối với việc bồi dưỡng năng lực tư duy thiết kế trong giáo dục STEAM robotics của học sinh.

## Lời cảm ơn

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh vì những hỗ trợ dành cho nghiên cứu, đồng thời ghi nhận sự tạo điều kiện của Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, nơi tác giả Tạ Thanh Trung đang theo học chương trình nghiên cứu sinh, trong suốt quá trình triển khai và hoàn thiện công trình.

## Tài liệu tham khảo

- [1] S. Haesen, E. Van de Put, STEAM Education in Europe: A Comparative Analysis Report, *EuroSTEAM*, 2018.
- [2] A. Feldman, STEAM Rising: Why We Need to Put the Arts into STEM Education, <https://slate.com/>, 2015 (accessed on: April 01<sup>st</sup>, 2023).
- [3] N. H. Kang, A Review of the Effect of Integrated STEM or STEAM Education in South Korea, *Asia-Pacific Science Education*, Vol. 5, No. 6, 2019, pp. 1-22.
- [4] H. D. Nguyen, H. N. Nguyen, T. T. Ta, Enhancing Technology Competence among Primary Students through STEAM Lessons Applying the Design Thinking Process, *Journal of Elementary Education*, Vol. 17, No. 2, 2024, pp. 189-207.
- [5] S. B. Bush et al., Humanistic STE(A)M Instruction through Empathy: Leveraging Design Thinking to Improve Society, *Pedagogies: An International Journal*, Vol. 19, No. 1, 2022, pp. 60-79.
- [6] T. N. Nguyen, T. T. Ta, STEAM Education and the Applicability of Design Thinking as an Approach to Integrate Art-liberal into STEAM Education, *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, Vol. 18, No. 2, 2021, pp. 310-320.

- [7] K. L. Cook, S. B. Bush, Design Thinking in Integrated STEAM Learning: Surveying the Landscape and Exploring Exemplars in Elementary Grades, *School Science and Mathematics*, Vol. 118, No. 3-4, 2018, pp. 93-103.
- [8] H. D. Nguyen, H. N. Nguyen, T. T. Ta, Factors Affecting the Implementation of STEAM Education among Primary School Teachers in Various Countries and Vietnamese Educators: Comparative Analysis, *Education 3-13*, Vol. 54, No. 2, 2026, pp. 382-396.
- [9] A. Rusmann, S. E. Duun, When Design Thinking Goes to School: A Literature Review of Design Competences for the K-12 Level, *International Journal of Technology and Design Education*, Vol. 32, No. 4, 2022, pp. 2063-2091.
- [10] T. T. Ta et al., Framework for Measuring High School Students' Design Thinking Competency in STE(A)M Education, *International Journal of Technology and Design Education*, Vol. 35, 2025, pp. 557-583.
- [11] H. Altin, M. Pedaste, Learning Approaches to Applying Robotics in Science Education, *Journal of Baltic Science Education*, Vol. 12, No. 3, 2013, pp. 365-377.
- [12] M. E. Karim, S. Lemaignan, F. Mondada, A Review: Can Robots Reshape K-12 STEM Education?, in *2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and Its Social Impacts (ARSO)*, 2015.
- [13] C. T. Ha et al., A Bibliometric Review of Research on STEM Education in ASEAN: Science Mapping the Literature in Scopus, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, Vol. 16, No. 10, 2020, pp. 1889.
- [14] MOET, *General Education Program*, Hanoi, 2018.
- [15] K. Kangas, P. S. Hakkarainen, K. Hakkarainen, Design Thinking in Elementary Students' Collaborative Lamp Designing Process, *The Journal of Design and Technology Education*, Vol. 18, No. 1, 2013, pp. 30-43.
- [16] S. B. Bush et al., Elementary Students' STEAM Perceptions: Extending Frames of Reference through Transformative Learning Experiences, *Elementary School Journal*, Vol. 129, No. 4, 2020, pp. 692-714.
- [17] M. Carroll et al., Destination, Imagination and the Fires within: Design Thinking in a Middle School Classroom *International Journal of Art and Design Education*, Vol. 29, No. 1, 2010, pp. 37-53.
- [18] N. Mentzer, K. Becker, M. Sutton, Engineering Design Thinking: High School Students' Performance and Knowledge, *Journal of Engineering Education*, Vol. 104, No. 4, 2015, pp. 417-432.
- [19] S. E. Jung, E. S. Won, Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children, *Sustainability*, Vol. 10, No. 4, 2018, pp. 905.
- [20] R. DeFries, H. Nagendra, Ecosystem Management as a Wicked Problem, *Science*, Vol. 356, No. 6335, 2017, pp. 265-270.
- [21] J. Pryshlakivsky, C. Searcy, Sustainable Development as a Wicked Problem, in *Managing and Engineering in Complex Situations*, S. Kovacic and A. S. Poza, Eds., Springer, Dordrecht, 2013, pp. 109-128.
- [22] W. B. Stapp, International Environmental Education: The UNESCO-UNEP Programme, *The Journal of Environmental Education*, Vol. 8, No. 2, 1976, pp. 19-25.
- [23] V. B. Nguyen, Process of Building Integrated Topics on Natural Sciences, *Hanoi National University of Education Journal of Science*, Vol. 60, No. 2, 2015, pp. 61-66.
- [24] T. T. Ta, T. N. Nguyen, Overview of Research in Applying Design Thinking in Teaching According to STEAM Educational Model in General Education, *HPU2 Journal of Science: Educational Science*, Vol. 2, No. 3, 2023, pp. 86-104.
- [25] R. Razzouk, V. Shute, What is Design Thinking and Why is It Important?, *Review of Educational Research*, Vol. 82, No. 3, 2012, pp. 330-348.
- [26] G. Melles, Z. Howard, S. T. Whiteside, Teaching Design Thinking: Expanding Horizons in Design Education, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 31, 2012, pp. 162-166.
- [27] M. Sharples et al., *Innovating Pedagogy 2016: Open University Innovation Report 5*, The Open University, Milton Keynes, 2016.
- [28] E. J. Clarke, Empowering Educators through Teacher Research: Promoting Qualitative Inquiry among K-12 Educators, *Journal of Ethnographic & Qualitative Research*, Vol. 7, No. 2, 2012, pp. 67-79.
- [29] Y. Botuzova et al., Innovative Approaches to Assessment in Pedagogical Practice: New Technologies, Methods and Development of Objective Assessment Tools, *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, Vol. 16, No. 2, 2023, pp. 386-398.
- [30] T. T. Ta, Cultivating Design Thinking in Vietnamese High School Students: A STEAM-Powered Pedagogical Experiment, *Asten Journal of Teacher Education*, Vol. 9, No. 2, 2025.
- [31] C. P. Sarmiento et al., Assessment Practices in Philippine Higher STEAM Education, *Journal of University Teaching and Learning Practice*, Vol. 17, No. 5, 2020, pp. 1-17.
- [32] A. Nguyen, Empowering Malaysian Early Childhood Practitioners' Sustainable Inclusive Practices through the Integrating and Navigating Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics' (inSTEAM) Framework, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, Vol. 20, No. 11, 2024, pp. em2531.