

**DESIGNING STEM-BASED PROJECTS
TO ENHANCE STUDENTS'
SCIENTIFIC RESEARCH
COMPETENCY IN GRADE 11
BIOLOGY EDUCATION**

Nguyen Ngoc Muu¹, Nguyen Thi Hang Nga^{2*},
Nguyen Thi Bich Ngoc² and Doan Hoai Thu³

¹*Faculty of Primary Education, Saigon University,
Ho Chi Minh city, Vietnam*

²*Faculty of Biology, Hanoi National University of
Education, Hanoi city, Vietnam*

³*Department of Science, Tay Bac University,
Son La province, Vietnam*

*Corresponding author: Nguyen Thi Hang Nga, e-
mail: hangnga@hnue.edu.vn

Received April 22, 2025.

Revised May 23, 2025.

Accepted May 30, 2025.

Abstract. Scientific research competence is one of the key capacities that need to be focused on developing for students, because this competence is the foundation for critical thinking, problem-solving ability, and creativity. Biology 11, with content closely related to phenomena in life and the natural environment, has great potential for organizing experiential learning activities, scientific investigation, and experimentation. Combined with STEM teaching, this subject further promotes its role in forming and developing student research competence. The article studies the theory of scientific research competence, STEM projects to develop scientific research competence, and proposes a 4-step STEAM project design process in teaching Biology 11 content. The results of expert consultation show that the STEM project design process is easy to implement, ensuring scientificity and feasibility. Some STEM projects introduced into teaching have changed some manifestations of scientific research competence. This study supports teachers in the teaching process to develop scientific research competence for students, contributing to meeting the teaching objectives of the 2018 General Education Program.

Keywords: STEM teaching, scientific research competence, learning project, STEM project.

**XÂY DỰNG DỰ ÁN STEM
PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
CHO HỌC SINH TRONG DẠY HỌC
MÔN SINH HỌC 11**

Nguyễn Ngọc Muu¹, Nguyễn Thị Hằng Nga^{2*},
Nguyễn Thị Bích Ngọc² và Đoàn Hoài Thu³

¹*Khoa Giáo dục Tiểu học, Trường Đại học Sài Gòn,
thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*

²*Khoa Sinh học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội,
thành phố Hà Nội, Việt Nam*

³*Phòng Khoa học, Trường Đại học Tây Bắc,
tỉnh Sơn La, Việt Nam*

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Hằng Nga,
e-mail: hangnga@hnue.edu.vn

Ngày nhận bài: 22/4/2025.

Ngày sửa bài: 23/5/2025.

Ngày nhận đăng: 30/5/2025.

Tóm tắt. Năng lực nghiên cứu khoa học (NCKH) là một trong những năng lực then chốt cần được chú trọng phát triển cho học sinh, bởi năng lực này là nền tảng cho tư duy phản biện, khả năng giải quyết vấn đề và sáng tạo. Môn Sinh học 11 với nội dung gắn liền với các hiện tượng trong đời sống và môi trường tự nhiên, có nhiều tiềm năng để tổ chức các hoạt động học tập trải nghiệm, điều tra và thực nghiệm khoa học. Khi kết hợp với dạy học STEM, môn học này càng phát huy được vai trò trong việc hình thành và phát triển năng lực nghiên cứu cho học sinh. Bài báo nghiên cứu lý thuyết về năng lực NCKH, dự án STEM phát triển năng lực NCKH và đề xuất quy trình thiết kế dự án STEAM trong dạy nội dung Sinh học 11 gồm 4 bước. Kết quả tham vấn chuyên gia cho thấy, quy trình thiết kế dự án STEM, dễ thực hiện, đảm bảo tính khoa học và tính khả thi. Một số dự án STEM được đưa vào dạy học đã làm thay đổi tích cực một số biểu hiện của năng lực NCKH. Nghiên cứu này hỗ trợ giáo viên trong quá trình dạy học phát triển năng lực NCKH cho học sinh, góp phần đáp ứng mục tiêu dạy học của Chương trình Giáo dục phổ thông 2018.

Từ khóa: dạy học STEM, năng lực nghiên cứu khoa học, dự án học tập, dự án STEM.

1. Mở đầu

Phát triển phẩm chất và năng lực cho học sinh (HS) đã trở thành định hướng cốt lõi trong Chương trình Giáo dục phổ thông năm 2018 (Bộ GD&ĐT, 2018) [1], thay thế cho mô hình truyền thụ kiến thức một chiều trước đây. Trong các năng lực cần hình thành và phát triển cho HS, năng lực nghiên cứu khoa học (NCKH) được xác định là một trong những năng lực then chốt, bởi đây là nền tảng của tư duy phản biện, năng lực giải quyết vấn đề và khả năng sáng tạo - những yêu cầu thiết yếu của công dân thế kỉ XXI (Nguyễn Xuân Quý, 2015; OECD, 2019) [2], [3]. Môn Sinh học 11, với đặc thù nội dung gắn liền với các hiện tượng trong đời sống và môi trường tự nhiên, có nhiều tiềm năng để tổ chức các hoạt động học tập theo hướng khám phá, điều tra và thực nghiệm. Tuy nhiên, thực tiễn cho thấy, việc phát triển năng lực NCKH trong dạy học Sinh học tại các trường phổ thông còn gặp nhiều khó khăn do thiếu phương pháp tổ chức phù hợp, đặc biệt là thiếu mô hình dạy học cụ thể có tính thực tiễn cao (Nguyễn Thị Hồng Hạnh & Trịnh Thị Lan, 2021) [4]. Trong những năm gần đây, dạy học theo định hướng STEM đã được nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước khẳng định là một phương thức hiệu quả giúp phát triển toàn diện năng lực cho HS, trong đó có năng lực NCKH (Bybee, 2013; Capraro & Slough, 2013; Trần Thị Thu Hà, 2020) [5]-[7]. Tuy nhiên, phần lớn các mô hình STEM hiện nay chủ yếu mang tính tích hợp đa môn hoặc liên môn đơn thuần, chưa có nhiều nghiên cứu đi sâu vào việc thiết kế dự án STEM đặc thù cho từng môn học, đặc biệt là môn Sinh học. Bài báo này đã trình bày và phân tích các đặc trưng cốt lõi của dự án STEM, cũng như mối quan hệ giữa dự án STEM và năng lực NCKH. Đồng thời, đề xuất quy trình thiết kế dự án STEM với 4 bước đảm bảo tính khả thi và có thể áp dụng vào thực tiễn dạy học hiện nay. Kết quả nghiên cứu không chỉ có ý nghĩa về mặt lí luận mà còn có giá trị thực tiễn trong việc hỗ trợ giáo viên (GV) triển khai dạy học Sinh học theo định hướng phát triển năng lực, đáp ứng yêu cầu của Chương trình Giáo dục phổ thông 2018.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng một số phương pháp nghiên cứu như: (1) Phương pháp nghiên cứu lí thuyết được thực hiện thông qua tổng quan các tài liệu được tìm kiếm trên một số tạp chí khoa học như Tạp chí Giáo dục, Tạp chí Thiết bị Dạy học và Kỷ yếu Hội thảo Khoa học Giáo dục. Trên cơ sở phân tích các tài liệu được trích dẫn nhiều nhất, chúng tôi tập trung trình bày cơ sở lí luận về năng lực NCKH, dự án STEM và mối liên hệ giữa chúng; đề xuất quy trình xây dựng dự án STEM phù hợp với nội dung Sinh học 11; đồng thời trình bày cách thức triển khai dự án STEM trong dạy học nhằm phát triển năng lực NCKH cho học sinh; (2) Phương pháp chuyên gia: Sử dụng công cụ phiếu khảo sát online đánh giá chất lượng dự án STEM; (3) Phương pháp thống kê toán học: Sử dụng công cụ phân tích thống kê (Excel) để xử lí, phân tích, đánh giá định lượng và định tính kết quả điều tra, khảo sát bằng bộ công cụ đề xuất, nhằm đảm bảo độ tin cậy, độ giá trị và tính khách quan trong sai số cho phép. Kết quả đánh giá được kiểm định mức độ đồng thuận.

2.2. Kết quả nghiên cứu

2.2.1. Năng lực nghiên cứu khoa học

*** Năng lực**

Năng lực được hiểu là sự kết hợp giữa kiến thức, kĩ năng, thái độ và phẩm chất cá nhân, cho phép con người thực hiện hiệu quả một nhiệm vụ trong bối cảnh cụ thể. De Ketele (2002) [8] định nghĩa năng lực là sự tích hợp các kĩ năng được huy động một cách tự nhiên nhằm giải quyết vấn đề trong những tình huống xác định. Theo Nguyễn Thị Hằng Nga và Phạm Thị Hương (2022) [9], năng lực của học sinh thể hiện ở khả năng, kĩ xảo, động cơ và sự chủ động để giải quyết vấn đề một cách có trách nhiệm và hiệu quả. Chương trình Giáo dục phổ thông 2018 cũng xác định năng

lực là thuộc tính cá nhân được hình thành, phát triển qua quá trình học tập và rèn luyện. Trong giáo dục hiện đại, phát triển năng lực được xem là mục tiêu trọng tâm, giúp HS thích ứng linh hoạt, phát triển tư duy phản biện và khả năng sáng tạo trong thế giới đang thay đổi nhanh chóng.

*** Nghiên cứu khoa học**

Cohen et al, (2007) [10] định nghĩa NCKH là một quy trình có mục đích, có kế hoạch, có kiểm soát và mang tính hệ thống nhằm khám phá, giải thích hoặc dự đoán hiện tượng. Điểm nổi bật trong quan niệm của nhóm tác giả này là sự kết hợp giữa logic chặt chẽ và tính linh hoạt trong lựa chọn phương pháp. Lederman & cs (2004) [11] tập trung trình bày bản chất của khoa học (Nature of Science - NOS), xem đây là nền tảng để phát triển năng lực NCKH. Tác giả nhấn mạnh năng lực NCKH không đơn thuần là tiến hành thí nghiệm mà còn là khả năng đặt câu hỏi, hình thành giả thuyết, lập kế hoạch, thu thập và phân tích dữ liệu, rút ra kết luận và phản biện khoa học. Figueiredo (2011) [12] quan niệm, NCKH là quá trình phát triển tri thức thông qua việc đặt câu hỏi có ý nghĩa, thiết kế phương pháp điều tra phù hợp, và phản biện các kết quả để tiến tới hiểu biết sâu sắc hơn về thế giới. Tác giả nhấn mạnh, NCKH không chỉ là hành động thu thập dữ liệu mà là một tiến trình tư duy phản biện sâu sắc, sáng tạo và gắn kết với các giá trị tri thức xã hội. Tác phẩm đề cao vai trò của người học trong việc kiến tạo và đặt vấn đề chứ không chỉ “tái hiện” tri thức. Từ những phân tích trên, chúng tôi hiểu “*Nghiên cứu khoa học là một quá trình tư duy có hệ thống, trong đó người học chủ động đặt vấn đề, xây dựng giả thuyết, lựa chọn phương pháp phù hợp và phân tích dữ liệu một cách logic nhằm khám phá tri thức mới và lí giải các hiện tượng một cách sáng tạo, phản biện và có ý nghĩa*”.

*** Năng lực nghiên cứu khoa học**

Nguyễn Thị Minh Hồng và Nguyễn Vĩnh Khương (2016) [13] cho rằng năng lực NCKH là khả năng thực hiện hoạt động NCKH theo mục tiêu, đạt kết quả và giải quyết vấn đề; Trần Thị Thanh Xuân (2016) [14] định nghĩa năng lực NCKH của HS phổ thông là khả năng làm chủ kiến thức khoa học, kĩ năng NCKH, thái độ khoa học và vận dụng chúng để thực hiện nhiệm vụ nghiên cứu, tạo ra sản phẩm trong học tập. Theo Šeberová Alena (dẫn theo Trần Thị Thanh Xuân, 2016) [14], năng lực NCKH là một hệ thống mở, không ngừng phát triển, bao gồm kiến thức chuyên ngành, thái độ và sự sẵn sàng thực hiện nghiên cứu giáo dục trong hoạt động nghề nghiệp.

Năng lực NCKH là một thành tố quan trọng trong nhóm năng lực khoa học tự nhiên. Từ khái niệm nghiên cứu khoa học và những phân tích trên có thể tổng hợp: “*Năng lực nghiên cứu khoa học của học sinh là khả năng vận dụng kiến thức, kĩ năng và tư duy khoa học để xác định vấn đề, đặt câu hỏi, thu thập và xử lí thông tin, phân tích dữ liệu, rút ra kết luận có căn cứ và trình bày kết quả nhằm khám phá hoặc làm sáng tỏ các hiện tượng trong học tập và đời sống*”. Việc rèn luyện các kĩ năng của năng lực NCKH giúp HS hình thành tư duy khoa học, khả năng làm việc độc lập và hợp tác, cũng như phát triển tư duy phản biện và sáng tạo.

Phân tích các dấu hiệu cơ bản của khái niệm năng lực NCKH, chúng tôi xác định cấu trúc của khung năng NCKH gồm 4 năng thành phần: (1) Nhận diện và xác định vấn đề nghiên cứu; (2) Thiết kế và thực hiện nghiên cứu/thực nghiệm; (3) Phân tích dữ liệu và rút ra kết luận khoa học; (4) Trình bày, phản biện và ứng dụng kết quả nghiên cứu.

2.2.2. Dự án học tập và dự án STEM phát triển năng lực nghiên cứu khoa học

*** Dự án học tập**

Dự án tên tiếng Anh là Project, có nghĩa là một đề án hay một dự án hoặc một kế hoạch cần phải được thực hiện nhằm đạt được mục đích đã đề ra (Quách Thị Sen, 2019) [15]. Robert M Capraro & cs (2013) [16]: “Trong ngành giáo dục, khái niệm dự án không chỉ là các dự án phát triển giáo dục và đào tạo mà còn là các dự án học tập (Dạy học theo dự án) được sử dụng trong một phương pháp dạy học tích cực, đó là dạy học theo dự án”.

Theo Worcester Polytechnic Institute (2023) [17], dự án học tập là một hình thức học tập tích cực, trong đó học sinh phát triển kiến thức, kỹ năng và sự tự tin bằng cách phát triển các giải pháp thực tế và có ý nghĩa cho các vấn đề trong thế giới thực. Dự án học tập là một dự án mà trong đó người học thực hiện một nhiệm vụ học tập phức hợp gắn với nội dung bài học có sự kết hợp giữa lý thuyết và thực hành, kết hợp kiến thức, kỹ năng và kinh nghiệm thực tiễn nhằm tạo ra sản phẩm có thể giới thiệu, trưng bày (Nguyễn Thị Hằng Nga và cs, 2024) [18]. Từ quan niệm trên về dự án học tập, chúng tôi đề xuất tiêu chuẩn của dự án học tập gồm: (1) Có mục tiêu học tập cụ thể, đo lường được kiến thức, kỹ năng; (2) Kết hợp kiến thức nhiều môn học, hoặc nhiều lĩnh vực; (3) Quy trình thực hiện rõ ràng; (4) Có sản phẩm học tập cụ thể rõ ràng; (5) Tạo điều kiện để học sinh thể hiện tư duy sáng tạo, năng lực giải quyết vấn đề mới; (6) Phù hợp với trình độ học sinh và điều kiện thực tiễn.

*** Dự án STEM phát triển năng lực NCKH**

Có không ít nghiên cứu đề xuất dự án STEM, phải kể đến như Bybee R W, (2010) [19] quan niệm, dự án STEM là quá trình học tập trong đó HS vận dụng kiến thức, kỹ năng của các lĩnh vực Khoa học (Science), Công nghệ (Technology), Kỹ thuật (Engineering) và Toán học (Mathematics) để giải quyết một vấn đề thực tiễn thông qua thực hiện dự án. Dự án STEM tạo điều kiện cho HS thiết kế, thử nghiệm và cải tiến một sản phẩm hoặc mô hình kỹ thuật, qua đó phát triển tư duy phản biện và năng lực sáng tạo (National Academy of Engineering and National Research Council, 2009) [20]. Là hình thức tổ chức dạy học giúp HS chủ động khám phá, đặt câu hỏi, nghiên cứu, hợp tác và tạo ra sản phẩm học tập, hướng đến phát triển toàn diện năng lực (Thomas J W và cs, 2000) [21]. Dự án STEM là sự tích hợp nội dung liên môn để giải quyết một nhiệm vụ học tập mang tính thực tiễn (Moore T J & Smith K A, 2014) [22]. Dự án STEM là một chiến lược giáo dục định hướng nghề nghiệp và năng lực sống, giúp HS phát triển năng lực giải quyết vấn đề, kỹ năng hợp tác, giao tiếp và tư duy hệ thống, qua đó chuẩn bị tốt hơn cho nghề nghiệp tương lai (NGSS Lead States, 2013) [23].

Trong nghiên cứu của Wahyuni và Fauziah (2024) [24], các tác giả sử dụng thiết kế thực nghiệm để đánh giá hiệu quả của phương pháp học tập dự án đối với HS trung học. Kết quả cho thấy nhóm HS tham gia học tập dự án đạt điểm số cao hơn rõ rệt về hiểu biết khoa học và kỹ năng hợp tác so với nhóm học truyền thống. Điều này khẳng định, học tập dự án không chỉ nâng cao kiến thức khoa học mà còn góp phần phát triển các thành tố cốt lõi của năng lực NCKH. Kết quả nghiên cứu của Yulianti và Herman (2023) [25] cho thấy việc triển khai học tập dự án STEM có tác động tích cực rõ rệt đến sự phát triển kỹ năng tư duy phản biện toán học, góp phần hình thành và phát triển năng lực NCKH. Nghiên cứu của Kwon và Lee (2025) [26] sử dụng phương pháp phân tích tổng hợp nhằm đánh giá tác động của dự án STEM đối với sự phát triển tư duy sáng tạo của HS. Kết quả cho thấy mô hình học tập dự án STEM có ảnh hưởng tích cực rõ rệt đến khả năng tư duy sáng tạo - một thành phần thiết yếu góp phần hình thành và nâng cao năng lực NCKH. Như vậy, trong dạy học phát triển năng lực NCKH, dự án STEM được xem là một công cụ tác động tích cực đến sự phát triển từng thành tố của năng lực NCKH ở HS.

Từ những quan điểm về dự án STEM và mối quan hệ giữa dự án STEM với phát triển năng lực NCKH, chúng tôi quan niệm *Dự án STEM phát triển năng lực nghiên cứu khoa học là dạng dự án tích hợp các môn học khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học, trong đó học sinh vận dụng tư duy khoa học và phương pháp nghiên cứu để khám phá, phân tích và giải quyết vấn đề thực tiễn thông qua quá trình nghiên cứu có hệ thống.*

Để phát triển năng lực NCKH cho HS, các dự án STEM cần được thiết kế và triển khai dựa trên những đặc trưng mang tính cốt lõi. Những đặc trưng này không chỉ đảm bảo tính tích hợp về mặt nội dung và phương pháp, mà còn tạo điều kiện để HS tiếp cận với thực tiễn cuộc sống, phát triển tư duy khoa học và hình thành kỹ năng nghiên cứu. Cụ thể như sau:

Tích hợp liên môn trong bối cảnh thực tiễn: Dự án STEM lồng ghép kiến thức từ nhiều lĩnh vực (khoa học, công nghệ, kỹ thuật, toán học) để giải quyết các vấn đề gắn với đời sống, qua đó giúp HS thấy được mối liên hệ giữa kiến thức và thực tế (Capraro, Capraro & Morgan, 2013) [27].

Định hướng giải quyết vấn đề và sáng tạo sản phẩm: HS tiếp cận dự án qua việc tìm hiểu, khám phá vấn đề mở, từ đó tự thiết kế, chế tạo hoặc cải tiến sản phẩm - là minh chứng cho kết quả nghiên cứu (Bybee, 2010) [28].

Gắn với quy trình NCKH: HS được thực hành đầy đủ các bước trong quy trình NCKH: đặt câu hỏi, hình thành giả thuyết, thiết kế và thực hiện điều tra/thí nghiệm, xử lý dữ liệu, rút ra kết luận và trình bày kết quả (Lederman & Lederman, 2004) [29].

Hướng đến phát triển năng lực toàn diện, đặc biệt là năng lực NCKH: Qua quá trình thực hiện dự án, HS không chỉ tích lũy kiến thức mà còn hình thành năng lực phát hiện vấn đề, đặt câu hỏi, lập kế hoạch nghiên cứu và đánh giá kết quả (Honey, Pearson, & Schweingruber, 2014) [30].

Thúc đẩy tư duy phản biện, hợp tác và tự học: Dự án tạo môi trường cho HS rèn luyện các năng lực quan trọng như tư duy phản biện, giao tiếp, hợp tác nhóm, tự học và tự điều chỉnh (National Research Council [NRC], 2011) [31].

2.2.3. Nội dung môn Sinh học 11 phù hợp với dạy học dự án STEM phát triển năng lực nghiên cứu khoa học

Qua phân tích, chúng tôi nhận thấy nội dung kiến thức sinh học 11 có nhiều đặc điểm thuận lợi để tổ chức dạy học phát triển năng lực NCKH cho HS thông qua các dự án STEM, cụ thể: (1) kiến thức sinh học gần gũi, gắn liền với đời sống thực tiễn, có thể quan sát, tiến hành thí nghiệm, mô hình hóa, tạo điều kiện thuận lợi để học sinh thực hiện các hoạt động trải nghiệm, khám phá và nghiên cứu trong môi trường học tập mở; (2) có khả năng tích hợp liên môn và ứng dụng công nghệ trong giảng dạy, giúp HS rèn luyện tư duy hệ thống, kỹ năng tổng hợp, phân tích, từ đó nâng cao năng lực giải quyết vấn đề theo hướng liên ngành - một thành tố cốt lõi của năng lực NCKH; (3) khuyến khích học sinh hình thành câu hỏi, giả thuyết và tiến hành kiểm chứng, từ đó tạo điều kiện để học sinh rèn luyện kỹ năng đặt vấn đề, xây dựng giả thuyết khoa học, thiết kế và thực hiện thí nghiệm – những năng lực then chốt của NCKH; (4) thuận lợi cho thiết kế sản phẩm học tập mang tính ứng dụng và sáng tạo, phù hợp với yêu cầu “hướng đến hành động” và “hướng đến sản phẩm” trong giáo dục STEM; (5) tạo cơ hội phát triển phẩm chất và năng lực khoa học cho HS, từ xác định vấn đề, thu thập và xử lý dữ liệu, đến trình bày kết quả, phản biện, góp phần phát triển các năng lực như tư duy phản biện, giao tiếp khoa học, kỹ năng trình bày và đánh giá.

2.2.4. Xây dựng dự án STEM phát triển năng lực nghiên cứu khoa học

*** Nguyên tắc xây dựng dự án STEM**

Từ đặc trưng, tiêu chí của một dự án STEM, chúng tôi đề xuất 5 nguyên tắc xây dựng dự án STEM.

Nguyên tắc 1. Tiếp cận theo định hướng NCKH: xác định mục tiêu nghiên cứu cụ thể, khả thi và phù hợp với trình độ HS, từ đó khuyến khích các em đặt câu hỏi và phát triển giả thuyết khoa học. Đồng thời, cần kết hợp kiến thức từ nhiều lĩnh vực như Vật lý, Hóa học, Sinh học, Toán học và Công nghệ để giải quyết vấn đề. Dự án STEM cần được thiết kế sao cho HS có thể áp dụng lý thuyết vào thực tiễn, liên hệ với các vấn đề khoa học tự nhiên và xã hội.

Nguyên tắc 2. Rèn luyện phương pháp luận NCKH: kết hợp lý thuyết với thực hành, tuân thủ quy trình NCKH, áp dụng phương pháp học theo dự án, rèn luyện kỹ năng thực hành và sáng tạo mô hình, sản phẩm minh họa kết quả nghiên cứu.

Nguyên tắc 3. Thúc đẩy làm việc nhóm và giao tiếp khoa học: phát triển kỹ năng hợp tác, thuyết trình, báo cáo khoa học, tham gia các cuộc thi, kết nối với chuyên gia và tổ chức nghiên cứu để làm quen với môi trường nghiên cứu thực tế.

Nguyên tắc 4. Ứng dụng công nghệ và công cụ nghiên cứu: việc tích hợp công nghệ hiện đại như phần mềm mô phỏng và công cụ phân tích dữ liệu giúp học sinh tiếp cận và xử lý thông tin một cách nhanh chóng và hiệu quả. Đồng thời, việc bồi dưỡng kỹ năng sử dụng các thiết bị nghiên cứu chuyên nghiệp giúp học sinh làm quen với các phương pháp và công cụ tiên tiến trong lĩnh vực khoa học.

Nguyên tắc 5. Phát triển tư duy phản biện và sáng tạo: tạo môi trường học tập mở, khuyến khích ý tưởng mới, đặt tình huống mở và câu hỏi kích thích phân tích, đánh giá và tìm giải pháp đa dạng.

*** Quy trình xây dựng dự án STEM trong dạy học sinh học cơ thể**

Phát triển quy trình thiết kế dự án học tập theo định hướng STEM của tác giả Nguyễn Ngọc Muru và Nguyễn Thị Hằng Nga (2024) [32], chúng tôi đề xuất quy trình thiết kế dự án STEM gồm 4 bước gồm:

Bước 1. Phân tích yêu cầu cần đạt và vấn đề thực tiễn liên quan → xác định tên dự án

Mục tiêu của bước này được xác định: từ yêu cầu cần đạt và vấn đề thực tiễn, gắn gũi với đời sống hoặc gắn với bối cảnh địa phương, có liên quan đến nội dung bài học, xác định vấn đề cần giải quyết làm cơ sở đặt tên dự án STEM phù hợp. Tên dự án cần trình bày ngắn gọn, súc tích và khơi gợi tư duy sáng tạo, khả năng đặt câu hỏi nghiên cứu cho HS.

Cách thực hiện: Phân tích yêu cầu cần đạt, xác định các kiến thức trọng tâm có khả năng tích hợp liên môn và ứng dụng thực tiễn → Tìm kiếm vấn đề thực tiễn thông qua quan sát thực tế, khảo sát cộng đồng, các hiện tượng xảy ra tại trường học, địa phương (như ô nhiễm môi trường, nông nghiệp sạch, cây trồng kém phát triển...) → Tổ chức hoạt động khơi gợi HS thảo luận nhóm, đặt câu hỏi “Tại sao?”, “Làm thế nào?”, từ đó dẫn dắt đến việc hình thành vấn đề nghiên cứu → Đặt tên dự án (tên cần ngắn gọn, có tính định hướng, phản ánh được nội dung khoa học và vấn đề thực tiễn cần giải quyết).

Ví dụ trong dạy học chủ đề “Trao đổi chất và chuyển hóa năng lượng ở thực vật”, vấn đề thực tiễn được lựa chọn, xác định “Tại nhiều vùng nông thôn và ngoại ô, rau được trồng trong nhà lưới để tránh sâu bệnh và giảm sử dụng thuốc bảo vệ thực vật. Tuy nhiên, do ánh sáng hạn chế, cây thường có tốc độ sinh trưởng chậm, năng suất và chất lượng không cao. Vậy làm thế nào để cải thiện hiệu suất quang hợp trong điều kiện ánh sáng yếu? Nếu em là kỹ sư nông nghiệp muốn cải thiện năng suất rau trong nhà lưới ở địa phương, em sẽ làm gì để cây có thể quang hợp tốt hơn? Em có thể đề xuất giải pháp nào để hỗ trợ quá trình này?” và kiến thức sinh học phù hợp gồm: Cấu trúc và chức năng lá cây trong quang hợp; Các yếu tố ảnh hưởng đến quang hợp (ánh sáng, CO₂, nhiệt độ...); Quang hợp ở thực vật C₃ và C₄; Vai trò của sắc tố quang hợp. Từ vấn đề thực tiễn trên đặt tên dự án STEM “Tăng hiệu suất quang hợp cho rau trồng trong điều kiện nhà lưới”.

Bước 2. Xác định mục tiêu học tập và năng lực cần phát triển.

Mục tiêu của bước này là xác định cụ thể những yêu cầu về kiến thức, kỹ năng và thái độ mà học sinh cần đạt được trong quá trình thực hiện dự án. Đồng thời, bước này cũng nhằm xác định rõ các năng lực cần phát triển, bao gồm: năng lực chung, năng lực sinh học và năng lực liên môn theo định hướng STEM, phù hợp với mục tiêu hình thành và phát triển năng lực NCKH cho HS.

Cách thực hiện: Xác định mục tiêu năng lực HS → năng lực chung và phẩm chất → năng lực NCKH.

Ví dụ: Trong dự án STEM với chủ đề “Tăng hiệu suất quang hợp cho rau trồng trong điều kiện nhà lưới”, mục tiêu cụ thể được xây dựng như sau: (1) Về kiến thức sinh học: HS hiểu và trình bày được các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình quang hợp; nhận biết mối liên hệ giữa ánh sáng, nồng độ CO₂, hiệu suất quang hợp và tốc độ sinh trưởng; biết cách đề xuất giải pháp điều chỉnh điều kiện ánh sáng để nâng cao hiệu quả trồng trọt; (2) Về năng lực NCKH: HS được rèn luyện kỹ năng thiết kế và thực hiện khảo sát, xây dựng mô hình thí nghiệm về tác động của ánh

sáng đến quá trình quang hợp; thu thập và phân tích dữ liệu (diện tích lá, tốc độ sinh trưởng, sử dụng ánh sáng nhân tạo...); trình bày và thuyết trình kết quả nghiên cứu một cách khoa học; (3) Về phẩm chất: HS phát triển tinh thần vận dụng kiến thức vào giải quyết vấn đề thực tiễn trong nông nghiệp bền vững; có ý thức bảo vệ môi trường, sử dụng tài nguyên hợp lý và tiết kiệm.

Bước 3. Thiết kế nội dung hoạt động, kế hoạch thực hiện và sản phẩm đầu ra.

Mục tiêu của bước này: Xây dựng các hoạt động cụ thể giúp HS đạt được mục tiêu học tập đã đề ra; Lập kế hoạch triển khai theo từng giai đoạn rõ ràng, có sự phối hợp giữa HS và GV; Xác định sản phẩm cuối cùng của dự án phù hợp với năng lực, hứng thú của HS và yêu cầu thực tiễn.

Thiết kế nội dung hoạt động: Các hoạt động nên được thiết kế theo trình tự logic, bám sát tiến trình NCKH gồm 6 bước: (1) Xác định vấn đề → (2) Xây dựng giả thuyết → (3) Lập kế hoạch nghiên cứu → (4) Tiến hành thí nghiệm → (5) Phân tích, thảo luận kết quả → (6) Kết luận và kiến nghị. Các hoạt động được cụ thể hóa ở Bảng 1.

Bảng 1. Hoạt động dạy học dự án STEM phát triển năng lực nghiên cứu khoa học

Hoạt động	Nội dung hoạt động	Sản phẩm đầu ra
1. Nhận diện và xác định vấn đề nghiên cứu	- Quan sát thực tế mô hình nhà lưới hoặc qua video, hình ảnh. - Tìm hiểu tình trạng sinh trưởng của rau trong điều kiện ánh sáng yếu. - Nêu câu hỏi nghiên cứu: Làm sao để tăng hiệu suất quang hợp cho rau trồng trong nhà lưới thiếu sáng? - Thảo luận nhóm dự đoán về các yếu tố ảnh hưởng đến quang hợp. - Đề xuất giả thuyết: Nếu cung cấp thêm ánh sáng nhân tạo phù hợp thì cây rau sẽ quang hợp tốt hơn và sinh trưởng nhanh hơn.	- Mô tả vấn đề thực tiễn. - Câu hỏi khoa học được xác định rõ ràng. - Giả thuyết nghiên cứu có cơ sở khoa học. - Lập bảng các yếu tố cần kiểm soát (ánh sáng, thời gian, loại cây...).
2. Thiết kế và thực hiện nghiên cứu/thực nghiệm	- Thiết kế mô hình thí nghiệm có và không có hỗ trợ ánh sáng nhân tạo. - Lên kế hoạch đo lường: số lá, chiều cao cây, diện tích lá, tốc độ tăng trưởng... - Trồng cây rau trong điều kiện có đèn LED hỗ trợ và đối chứng không có đèn. - Ghi chép các số liệu mỗi 2-3 ngày (chiều cao cây, màu lá, số lá...).	- Kế hoạch nghiên cứu viết rõ ràng, phương pháp nghiên cứu phù hợp. - Danh sách vật liệu, dụng cụ, lịch trình theo dõi. - Bộ dữ liệu đo lường (bảng số liệu, hình ảnh, biểu đồ). - Ghi chép nhật kí khoa học.
3. Phân tích dữ liệu và rút ra kết luận khoa học	- Xử lí dữ liệu thu được: giá trị trung bình, vẽ biểu đồ so sánh. - Thảo luận về độ tin cậy của dữ liệu và các yếu tố ảnh hưởng (ngoài ánh sáng).	- Biểu đồ cột hoặc đường so sánh tốc độ sinh trưởng. - Báo cáo phân tích số liệu kèm nhận xét khoa học.
4. Trình bày, phân biện và ứng dụng kết quả nghiên cứu	- Tổng hợp kết quả để kết luận giả thuyết đúng hay sai. - Trình bày kết quả nghiên cứu bằng nhiều hình thức khác nhau (báo cáo, poster, video, mô hình...). - Kiến nghị cải tiến mô hình, mở rộng ứng dụng vào sản xuất thực tế.	- Bài trình bày/báo cáo nhóm. - Poster khoa học hoặc video giới thiệu dự án.

Bước 4. Xác định tiêu chí đánh giá

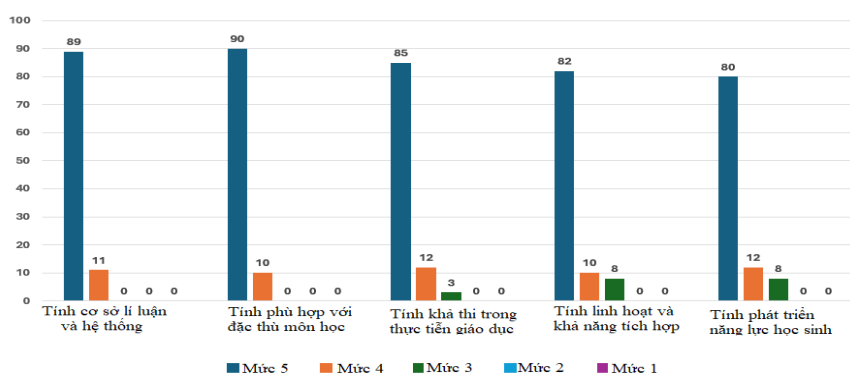
Mục tiêu của bước này: Đánh giá chất lượng dự án STEM; Điều chỉnh quá trình thực hiện dự án STEM; Hình thành thói quen tự đánh giá, đánh giá đồng đẳng ở học sinh - một yếu tố quan trọng trong năng lực NCKH. Một số tiêu chí cần đánh giá: (1) Vận dụng kiến thức Sinh học; (2) Tiến trình NCKH; (3) Sản phẩm mô hình / báo cáo; (4) Kỹ năng trình bày và hợp tác nhóm; (5) Thái độ học tập và trách nhiệm với dự án. Công cụ đánh giá trong dạy học chủ đề STEM “Tăng hiệu suất quang hợp cho rau trồng trong điều kiện nhà lưới” được xác định ở Bảng 2.

Bảng 2. Tiêu chí đánh giá dự án STEM phát triển năng lực nghiên cứu khoa học

Tiêu chí	Mức 4 (xuất sắc)	Mức 3 (tốt)	Mức 2 (đạt)	Mức 1 (chưa đạt)
<i>Vận dụng kiến thức Sinh học</i>	Vận dụng chính xác, sâu sắc kiến thức quang hợp, giải thích khoa học chặt chẽ.	Vận dụng đúng kiến thức, giải thích rõ ràng.	Vận dụng được kiến thức nhưng còn sơ lược, thiếu logic.	Kiến thức chưa đúng, thiếu liên hệ đến bài học.
<i>Tiến trình NCKH</i>	Xây dựng giả thuyết rõ ràng, kế hoạch chặt chẽ, tiến hành thí nghiệm khoa học, dữ liệu phong phú, rõ ràng.	Có giả thuyết, thực nghiệm, ghi chép dữ liệu tương đối đầy đủ.	Có giả thuyết, chưa rõ quy trình hoặc dữ liệu còn sơ sài.	Không có quy trình nghiên cứu rõ ràng, dữ liệu thiếu hoặc sai lệch.
<i>Sản phẩm mô hình/báo cáo</i>	Sản phẩm sáng tạo, đúng kỹ thuật, mô phỏng thực tiễn tốt. Báo cáo khoa học chặt chẽ, có biểu đồ, minh họa đầy đủ.	Sản phẩm phù hợp, báo cáo rõ ràng, có minh họa cơ bản.	Sản phẩm còn đơn giản, báo cáo chưa đầy đủ hoặc thiếu hình ảnh minh họa.	Sản phẩm sơ sài, không rõ mục đích, báo cáo thiếu nghiêm túc.
<i>Kỹ năng trình bày và hợp tác nhóm</i>	Trình bày lưu loát, thuyết phục. Phân công hợp lý, làm việc nhóm hiệu quả, hỗ trợ lẫn nhau.	Trình bày rõ, có sự hợp tác trong nhóm.	Trình bày chưa mạch lạc, làm việc nhóm thiếu liên kết.	Trình bày lúng túng, nhóm thiếu hợp tác, không có sự phân công rõ ràng.
<i>Thái độ học tập và trách nhiệm với dự án</i>	Chủ động, sáng tạo, hoàn thành đúng hạn, thể hiện tinh thần trách nhiệm cao, đam mê khoa học.	Tự giác, có trách nhiệm với nhiệm vụ được giao.	Làm việc bị động, cần nhắc nhở, tiến độ còn chậm.	Thiếu chủ động, không có trách nhiệm trong công việc được giao.

2.2.5. Đánh giá tính khả thi của quy trình thiết kế dự án STEM

Để đánh giá tính khả thi của quy trình thiết kế dự án STEM, chúng tôi gửi phiếu hỏi đến 20 chuyên gia giáo dục và 100 GV sinh học. Các nội dung cần đánh giá cụ thể như sau: (1) Tính cơ sở lý luận và hệ thống; (2) Tính phù hợp với đặc thù môn học; (3) Tính khả thi trong thực tiễn giáo dục; (4) Tính linh hoạt và khả năng tích hợp; (5) Tính phát triển năng lực học sinh. Mỗi nội dung được đánh giá theo thang đo 5 mức độ: rất hài lòng (mức 5); hài lòng (mức 4); bình thường (mức 3); ít hài lòng (mức 2); không hài lòng (mức 1). Ý kiến khảo sát được thu thập, xử lý, phân tích, đánh giá định lượng và định tính bằng công cụ Excel. Kết quả ý kiến khảo sát được thể hiện trong biểu đồ Hình 1 dưới đây.



Hình 1. Tỷ lệ % các mức độ hài lòng về quy trình thiết kế dự án STEM

Hình 1 cho thấy, các tiêu chí của quy trình thiết kế dự án STEM trong dạy học Sinh học 11 đều được đánh giá rất tích cực, với tỷ lệ mức 5 (rất hài lòng) chiếm ưu thế vượt trội. Trong đó, “Tính phù hợp với đặc thù môn học” và “Tính cơ sở lí luận và hệ thống” nhận được đánh giá cao nhất. Các tiêu chí “Tính khả thi trong thực tiễn giáo dục”, “Tính linh hoạt và khả năng tích hợp” và “Tính phát triển năng lực học sinh” tuy vẫn được đánh giá cao, nhưng có xuất hiện một số ý kiến ở mức 3, cho thấy cần tiếp tục điều chỉnh để phù hợp hơn với thực tiễn triển khai. Từ kết quả khảo sát trên cho thấy, quy trình thiết kế dự án STEM đã đề xuất, dễ thực hiện, đảm bảo tính khoa học và tính khả thi.

3. Kết luận

Nghiên cứu đã đưa ra một định nghĩa về dự án STEM nhằm bổ sung và phát triển cơ sở lí luận cho dạy học dự án theo định hướng giáo dục STEM. Dựa trên những đặc trưng tiêu biểu của loại hình dự án này, tác giả xây dựng một quy trình thiết kế dự án STEM gồm 5 bước cụ thể, kèm theo các ví dụ minh họa minh chứng cho từng bước. Quy trình này được các chuyên gia trong lĩnh vực giáo dục đánh giá cao về tính khoa học, hệ thống chặt chẽ; sự phù hợp với đặc trưng môn Sinh học; đồng thời đảm bảo tính khả thi trong thực tiễn giảng dạy, tính linh hoạt trong triển khai và hiệu quả trong việc phát triển năng lực NCKH cho học sinh. Công trình có thể đóng vai trò như một tài liệu tham khảo hữu ích dành cho GV Sinh học trong việc thực hiện các mục tiêu của Chương trình Giáo dục phổ thông 2018.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Giáo dục & Đào tạo, (2018). *Chương trình Giáo dục phổ thông tổng thể*. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- [2] NX Quý, (2015). Đổi mới chương trình giáo dục phổ thông theo định hướng phát triển năng lực người học. *Tạp chí Giáo dục*, (354), 3-6.
- [3] OECD, (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing.
- [4] NTH Hạnh & TT Lan, (2021). Một số khó khăn của giáo viên trong tổ chức hoạt động trải nghiệm theo hướng phát triển năng lực học sinh. *Tạp chí Khoa học Giáo dục*, 181(1), 55-60.
- [5] Bybee RW, (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press.
- [6] Capraro RM & Slough SW, (2013). *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics Approach*. Sense Publishers.
- [7] TTT Hà, (2020). Ứng dụng dạy học theo dự án STEM trong giảng dạy môn Sinh học Trung học phổ thông. *Tạp chí Khoa học Giáo dục Việt Nam*, 20(3), 78-84.
- [8] De Ketele JM, (2002). *L'évaluation des acquis scolaires*. In Proceedings of the DeSeCo Symposium, Stuttgart.
- [9] NTH Nga & PT Hương, (2022). Thiết kế công cụ đánh giá năng lực hợp tác của học sinh trong dạy học ở trường trung học phổ thông. *Kỷ yếu Hội nghị nghiên cứu và giảng dạy sinh học lần thứ 5*, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

- [10] Cohen L, Manion L & Morrison K, (2007). *Research Methods in Education* (6th ed.). Routledge.
- [11] Lederman NG, Abd-El-Khalick F, Bell RL & Schwartz RS, (2004). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 497-521. <https://doi.org/10.1002/tea.20026>.
- [12] Figueiredo AD, (2011). Toward an epistemology of engineering. *Proceedings of the Workshop on Philosophy and Engineering*, 1-11. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1736.7200>.
- [13] NTM Hồng & NV Khương, (2016). Một số biện pháp phát triển năng lực nghiên cứu cho giảng viên trẻ Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*, 7(85), 93-105.
- [14] TTT Xuân, (2016). Đánh giá năng lực nghiên cứu khoa học của học sinh trong dạy học môn Sinh học ở trường Trung học phổ thông. *Tạp chí Khoa học Giáo dục*, (số Đặc biệt), 58-60.
- [15] QT Sen, (2019). Thiết kế dự án học tập nội dung thống kê khi dạy học Toán - Thống kê Y dược cho sinh viên đại học ngành Dược. *Tạp chí Khoa học Giáo dục Việt Nam*, (18), 38.
- [16] Capraro RM, Capraro MM & Morgan JR, (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Sense Publishers.
- [17] NTH Nga, NTH Thắm, TTT Huyền & NT Dung, (2024). Xây dựng và sử dụng dự án học tập trong dạy học chủ đề sinh sản ở sinh vật, Sinh học 11. *Kỷ yếu Hội thảo khoa học nghiên cứu và giảng dạy Sinh học lần thứ 6, 1778-1788*. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
- [18] Worcester Polytechnic Institute, (2023). *Project-based learning, explained*. Retrieved from <https://www.wpi.edu/news/explainers/project-based-learning>.
- [19] Bybee RW, (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996. <https://doi.org/10.1126/science.1194998>.
- [20] National Academy of Engineering and National Research Council, (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. National Academies Press.
- [21] Thomas JW & Mergendoller JR, (2000). *Managing project-based learning: Principles from the field*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans.
- [22] Moore TJ & Smith KA, (2014). *Advancing the state of the art of STEM integration*. https://mspn-static.s3.amazonaws.com/Moore_Smith_2014_Advancing_the_Art_of_STEM_Integration.pdf.
- [23] NGSS Lead States, (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/18290/next-generation-science-standards-for-states-by-states>.
- [24] Wahyuni S & Fauziah N, (2024). Effectiveness of project-based learning in improving science literacy and collaborative skills of Muhammadiyah middle school students. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 10(1), 58-69. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i1.3162859>.

- [25] Yulianti S & Herman T, (2023). STEM integrated project-based learning to improve mathematical critical thinking skills. *AIP Conference Proceedings*, 2805(1), 080005. <https://doi.org/10.1063/5.0166490>.
- [26] Kwon H & Lee Y, (2025). A meta-analysis of STEM project-based learning on creativity. *STEM Education*, 5(2), 275-290. <https://doi.org/10.3934/steme.2025014>.
- [27] Capraro RM, Capraro MM & Morgan JR, (2013). STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach. *Sense Publishers*. DOI:10.1007/978-94-6209-143-6.
- [28] Bybee RW, (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- [29] Lederman NG & Lederman JS, (2004). Revising instruction to teach nature of science: Modifying activities to teach science as a way of knowing. *The Science Teacher*, 71(9), 36-39.
- [30] Honey M, Pearson G & Schweingruber H (Eds), (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- [31] National Research Council, (2011). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press
- [32] NN Muru & NTH Nga, (2024). Thiết kế dự án học tập theo định hướng STEM trong dạy học phần sinh học cơ thể - Sinh học 11 Trung học phổ thông. *Kí yếu Hội thảo khoa học nghiên cứu và giảng dạy Sinh học lần thứ 6*, 1536-2554. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.