VJE Tạp chí Giáo dục (2026), 26(21), 77-83 ISSN: 2354-0753

TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG TRẢI NGHIỆM STEM TRONG DẠY HỌC CHỦ ĐỀ "ĐỘNG LỰC HỌC" (VẬT LÍ 10) NHẰM PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC KHOA HỌC CHO HỌC SINH

ORGANIZING STEM EXPERIENTIAL ACTIVITIES IN TEACHING THE TOPIC "DYNAMICS" (PHYSICS 10) TO DEVELOP STUDENTS' SCIENTIFIC COMPETENCE

Quách Nguyễn Bảo Nguyên[1,+], **Ngô Khoa Quang**[2], **Phan Thị Thùy Ngọc**[3], **Dương Thị Diễm My**[1], **Lê Xuân Diễm Ngọc**[2]

[1]Trường Đại học Sư phạm - Đại học Huế;
[2]Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế;
[3]Trường THPT Tân Hiệp, xã Tân Hiệp, tỉnh An Giang
+Tác giả liên hệ ● Email: qnbnguyen@hueuni.edu.vn

Article history
Received: 25/5/2026
Accepted: 15/9/2026
Published: 05/11/2026

Keywords
STEM experiential activities, STEM education, scientific competence, dynamics, Physics 10

ABSTRACT
Developing students' scientific competence is a key requirement in contemporary competency and quality-based physics instruction. Within this context, STEM experiential activities provide opportunities for students to apply knowledge, engage in research practices, and solve real-world problems. This study establishes a three-component structure for scientific competence and proposes a procedure for organizing STEM experiential activities in physics teaching to foster this competence in students. An experimental study was subsequently conducted over six weeks with 80 tenth-grade students, divided into an experimental group (40 students) and a control group (40 students). The results showed that the experimental group achieved a mean score of 8.12, surpassing the control group (6.95), with a statistically significant difference and a large effect size. The scientific competence of the experimental group improved from 3.08 to 4.22 ($p < 0.001$; Cohen's $d = 1.84$). The findings demonstrate that STEM experiential activities enable students to mobilize scientific knowledge, formulate hypotheses, design and conduct experiments, collect and process data, and engage in evidence-based discussion and critical analysis; thereby providing evidence of the effectiveness and feasibility of the proposed procedure for physics instruction in high schools.

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, giáo dục STEM được xem là một định hướng có nhiều tiềm năng trong phát triển năng lực khoa học (NLKH) cho HS. Theo Bybee (2013), giáo dục STEM tạo điều kiện cho HS tham gia vào quá trình tìm tòi, thiết kế, thử nghiệm và cải tiến các giải pháp kĩ thuật trong bối cảnh thực tiễn. Honey và cộng sự (2014) cũng cho rằng, giáo dục STEM góp phần phát triển tư duy phản biện, tư duy thiết kế và khả năng hợp tác của HS. Trong dạy học môn Vật lí, việc tổ chức các hoạt động giáo dục STEM không chỉ góp phần tăng hứng thú học tập, mà còn tạo cơ hội cho HS vận dụng kiến thức, thực hành nghiên cứu và phát triển NLKH (Quách Nguyễn Bảo Nguyên và cộng sự, 2022).

NLKH là năng lực đặc thù, thể hiện khả năng vận dụng kiến thức và phương pháp khoa học để giải thích các hiện tượng tự nhiên, giải quyết các vấn đề thực tiễn và đưa ra những quyết định có căn cứ khoa học (Bộ GD-ĐT, 2018a). Đối với môn Vật lí ở THPT, phát triển NLKH có ý nghĩa quan trọng, bởi HS không chỉ tiếp thu tri thức về thế giới vật chất mà còn có cơ hội tham gia các hoạt động quan sát, thực nghiệm (TN), xây dựng giả thuyết, thu thập và phân tích dữ liệu, kiểm chứng kết quả. Tại Việt Nam, nhiều nghiên cứu đã vận dụng giáo dục STEM trong dạy học các môn khoa học tự nhiên và bước đầu ghi nhận những tác động tích cực đối với sự phát triển năng lực của HS (Đặng Văn Sơn và cộng sự, 2024; Quách Nguyễn Bảo Nguyên và cộng sự, 2022). Tuy nhiên, các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào thiết kế bài học STEM, dạy học theo dự án hoặc phát triển năng lực giải quyết vấn đề; nghiên cứu về tổ chức hoạt động trải nghiệm (HĐTN) STEM gắn trực tiếp với mục tiêu phát triển NLKH như một cấu trúc năng lực

cụ thể vẫn còn hạn chế. HĐTN STEM tạo điều kiện cho HS tham gia trực tiếp vào quá trình xác định vấn đề, tìm hiểu kiến thức, đề xuất giải pháp, thiết kế, thử nghiệm, thu thập và xử lí dữ liệu. Đặc biệt, chủ đề "Động lực học" (Vật lí 10) có nhiều nội dung gắn với thực tiễn như lực và chuyển động, cân bằng, an toàn giao thông và thiết kế các phương tiện, sản phẩm kĩ thuật. Đây là những điều kiện thuận lợi để tổ chức HĐTN STEM thông qua thiết kế mô hình, thực hiện thí nghiệm và giải quyết các vấn đề thực tiễn (Bộ GD-ĐT, 2018b). Tuy nhiên, thực tiễn cho thấy việc tổ chức HĐTN STEM trong dạy học chủ đề này còn chưa phổ biến; GV còn gặp nhiều khó khăn trong xây dựng quy trình tổ chức, thiết kế nhiệm vụ học tập và đánh giá NLKH của HS.

Xuất phát từ những vấn đề trên, bài báo tập trung xây dựng và tổ chức HĐTN STEM trong dạy học chủ đề "Động lực học" (Vật lí 10) nhằm phát triển NLKH cho HS. Nghiên cứu hướng đến trả lời các câu hỏi: Cấu trúc NLKH và quy trình tổ chức HĐTN STEM trong dạy học môn Vật lí nhằm phát triển NLKH cho HS có thể được xác định như thế nào?; HĐTN STEM có vai trò như thế nào đối với việc phát triển NLKH cho HS trong dạy học môn Vật lí?; Việc tổ chức HĐTN STEM trong dạy học chủ đề "Động lực học" (Vật lí 10) có khả thi và góp phần phát triển NLKH cho HS như thế nào?

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu kết hợp giữa nghiên cứu lí thuyết và TN sư phạm nhằm xây dựng, triển khai và đánh giá hiệu quả của hoạt động trải nghiệm STEM trong dạy học chủ đề "Động lực học" (Vật lí 10) theo định hướng phát triển NLKH cho HS. Nghiên cứu lí thuyết được sử dụng để phân tích, tổng hợp các tài liệu về giáo dục STEM, HĐTN và NLKH, làm cơ sở xác định cấu trúc NLKH và xây dựng quy trình tổ chức HĐTN STEM. TN sư phạm được triển khai trong 06 tuần, gồm 12 tiết, với 80 HS lớp 10 tại Trường THPT Tân Hiệp, xã Tân Hiệp, tỉnh An Giang, gồm nhóm TN (40 HS) và nhóm đối chứng (ĐC) (40 HS) có sự tương đồng về kết quả học tập môn Vật lí ban đầu. Nhóm TN được dạy học theo quy trình HĐTN STEM đề xuất, trong khi nhóm ĐC học theo phương pháp thông thường. Dữ liệu được thu thập thông qua bài kiểm tra trước và sau TN và rubric đánh giá NLKH. Do các hoạt động học tập của nhóm ĐC không được thiết kế theo quy trình HĐTN STEM và không tạo ra đầy đủ các tình huống tương ứng để quan sát các chỉ báo trong rubric ở bảng 2, nghiên cứu sử dụng rubric để đánh giá NLKH trước và sau TN đối với nhóm TN, kết hợp với bài kiểm tra dạng viết áp dụng cho cả hai nhóm. Trước khi triển khai TN, HS ở cả hai nhóm được cung cấp thông tin về mục đích và nội dung nghiên cứu, đồng thời tham gia trên cơ sở tự nguyện và đồng thuận. Thông tin cá nhân của HS được bảo mật; dữ liệu khảo sát và đánh giá chỉ được sử dụng cho mục đích nghiên cứu. Dữ liệu thu thập được xử lí bằng phần mềm SPSS 26.0, sử dụng thống kê mô tả, kiểm định t-test cho mẫu phụ thuộc để so sánh NLKH của nhóm TN trước và sau tác động, kiểm định t-test cho hai mẫu độc lập để so sánh kết quả học tập giữa nhóm TN và nhóm ĐC; hệ số Cohen's d được sử dụng để xác định mức độ ảnh hưởng.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Một số vấn đề lí luận

3.1.1. Năng lực khoa học

NLKH là khái niệm được tiếp cận dưới nhiều góc độ khác nhau. Bybee (2013) cho rằng, NLKH không chỉ là hiểu biết về khái niệm, nguyên lí khoa học mà còn bao gồm khả năng đặt câu hỏi, xây dựng giả thuyết, tiến hành nghiên cứu và đưa ra kết luận dựa trên chứng cứ. National Research Council (2011) cũng khẳng định, HS cần tham gia vào các hoạt động thực hành khoa học như xây dựng mô hình, TN, phân tích dữ liệu và truyền đạt kết quả để phát triển tư duy khoa học và năng lực giải quyết vấn đề. Theo Bộ GD-ĐT (2018a), NLKH thể hiện ở khả năng vận dụng kiến thức, kĩ năng và phương pháp khoa học để khám phá, giải thích và vận dụng vào thực tiễn. Trên cơ sở kế thừa các quan điểm trên, nghiên cứu xác định NLKH là khả năng huy động tổng hợp kiến thức, kĩ năng, thái độ và phương pháp khoa học để nhận thức, giải thích và giải quyết các vấn đề thực tiễn thông qua tư duy khoa học và HĐTN.

Từ khái niệm NLKH, bài báo đề xuất cấu trúc NLKH gồm ba thành tố (xem bảng 1). Thành tố "nhận thức khoa học" phản ánh khả năng hiểu, phân tích và vận dụng kiến thức để giải thích hiện tượng và giải quyết vấn đề, phù hợp với NLKH của Chương trình giáo dục phổ thông 2018. Thành tố "nghiên cứu khoa học" nhấn mạnh quá trình HS tham gia tìm tòi, đặt câu hỏi, xây dựng giả thuyết, thiết kế TN và xử lí dữ liệu trong giáo dục STEM (Bybee, 2013; National Research Council, 2011). Thành tố "giao tiếp khoa học" phản ánh khả năng trao đổi, phản biện và bảo vệ quan điểm dựa trên chứng cứ khoa học.

Bảng 1. Cấu trúc NLKH trong dạy học môn Vật lí

Thành tố năng lực	Biểu hiện năng lực	Chỉ báo đánh giá
Nhận thức khoa học	Hiểu và vận dụng kiến thức để giải thích hiện tượng và phân tích vấn đề thực tiễn	- Nhận diện và trình bày được các khái niệm, định luật vật lí cơ bản (NT1). - Giải thích được các hiện tượng thực tiễn dựa trên kiến thức khoa học (NT2). - Phân tích, liên hệ và vận dụng được kiến thức, thông tin khoa học để giải thích vấn đề thực tiễn (NT3).
Nghiên cứu khoa học	Thực hiện các thao tác nghiên cứu và giải quyết vấn đề theo quy trình khoa học	- Đặt được câu hỏi và hình thành giả thuyết khoa học (NC1). - Thiết kế được phương án TN hoặc giải pháp STEM (NC2). - Tiến hành TN, thu thập, phân tích và xử lí dữ liệu để rút ra kết luận khoa học (NC3).
Giao tiếp khoa học	Trình bày, trao đổi và bảo vệ quan điểm khoa học trong học tập, nghiên cứu	- Trình bày kết quả học tập hoặc sản phẩm STEM bằng ngôn ngữ khoa học phù hợp (GT1). - Sử dụng được hình ảnh, biểu đồ, mô hình để minh họa kết quả nghiên cứu (GT2). - Thảo luận, phản biện và bảo vệ được quan điểm dựa trên chứng cứ khoa học (GT3).

Trên cơ sở cấu trúc năng lực được xây dựng, mỗi chỉ báo được mô tả theo 5 mức độ chất lượng từ thấp đến cao và được gán điểm tương ứng từ 1 đến 5. Các tiêu chí cụ thể được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Tiêu chí chất lượng các chỉ báo của NLKH trong dạy học môn Vật lí

Kí hiệu	Mức độ				
	1	2	3	4	5
NT1	Chưa nhận diện và trình bày được khái niệm, định luật vật lí cơ bản, kể cả khi có gợi ý	Nhận diện được một số khái niệm, định luật khi có gợi ý nhưng trình bày còn thiếu hoặc có nhầm lẫn	Nhận diện và trình bày được các khái niệm, định luật vật lí cơ bản nhưng chưa giải thích đầy đủ nội dung	Trình bày chính xác khái niệm, định luật; giải thích được nội dung, điều kiện áp dụng	Trình bày chính xác và phân tích được bản chất, điều kiện, phạm vi áp dụng và mối liên hệ giữa các kiến thức liên quan
NT2	Chưa giải thích được hiện tượng bằng kiến thức khoa học	Xác định được kiến thức liên quan nhưng giải thích chưa đầy đủ	Giải thích đúng hiện tượng bằng kiến thức khoa học phù hợp	Giải thích đầy đủ, logic hiện tượng dựa trên kiến thức khoa học	Phân tích, giải thích được hiện tượng phức tạp bằng kiến thức khoa học
NT3	Chưa phân tích, liên hệ được kiến thức, thông tin khoa học với vấn đề thực tiễn	Xác định được kiến thức, thông tin liên quan nhưng phân tích, liên hệ còn hạn chế	Phân tích, liên hệ được kiến thức, thông tin khoa học với vấn đề thực tiễn	Phân tích, liên hệ và vận dụng được kiến thức, thông tin khoa học để giải thích vấn đề thực tiễn	Phân tích, tổng hợp và vận dụng được kiến thức, thông tin khoa học để giải thích vấn đề thực tiễn phức tạp
NC1	Chưa đặt được câu hỏi và hình thành giả thuyết khoa học	Đặt được câu hỏi nhưng chưa hình thành được giả thuyết phù hợp	Đặt được câu hỏi và hình thành giả thuyết có căn cứ	Đặt được câu hỏi phù hợp và hình thành giả thuyết có khả năng kiểm chứng	Đặt được câu hỏi có tính khám phá và hình thành giả thuyết chặt chẽ, có khả năng kiểm chứng.
NC2	Chưa thiết kế được phương án TN hoặc giải pháp STEM	Đề xuất được phương án khi có hướng dẫn nhưng chưa đầy đủ	Thiết kế được phương án khả thi, xác định được các bước thực hiện	Thiết kế được phương án hợp lí, xác định được các yếu tố cần kiểm soát	Hoàn thiện được phương án có căn cứ khoa học, dự kiến được sai số hoặc rủi ro
NC3	Chưa tiến hành được TN và thu thập dữ liệu theo yêu cầu	Tiến hành được TN khi có hướng dẫn nhưng thu thập dữ liệu còn sai sót	Tiến hành đúng TN; thu thập và xử lí được dữ liệu cơ bản	Tiến hành TN chính xác; thu thập và xử lí dữ liệu phù hợp	Tiến hành TN thành thạo; phân tích, xử lí và đánh giá được dữ liệu
GT1	Chưa trình bày được kết quả bằng ngôn ngữ khoa học	Trình bày được một phần nhưng còn sai thuật ngữ khoa học	Trình bày được kết quả, sử dụng đúng thuật ngữ khoa học cơ bản	Trình bày đầy đủ, rõ ràng, sử dụng ngôn ngữ khoa học phù hợp	Trình bày logic, chính xác, làm rõ được cơ sở khoa học của kết quả/sản phẩm
GT2	Chưa sử dụng được hình ảnh, biểu đồ hoặc mô hình phù hợp	Sử dụng được nhưng còn sai sót hoặc chưa phù hợp với nội dung	Sử dụng đúng hình ảnh, biểu đồ hoặc mô hình để minh họa kết quả	Lựa chọn và sử dụng phù hợp, chính xác để làm rõ kết quả	Kết hợp linh hoạt các hình thức biểu diễn để phân tích và làm rõ kết quả
GT3	Chưa tham gia thảo luận, phản biện khoa học	Nêu được ý kiến nhưng chưa có chứng cứ khoa học phù hợp	Thảo luận và bảo vệ được quan điểm bằng chứng cứ khoa học	Phản biện và bảo vệ được quan điểm bằng chứng cứ khoa học phù hợp	Đánh giá, phản biện và điều chỉnh được quan điểm dựa trên chứng cứ khoa học

3.1.2. Hoạt động trải nghiệm STEM

Trong nghiên cứu này, HĐTN STEM được hiểu là các hoạt động học tập theo định hướng giáo dục STEM, trong đó HS trực tiếp tham gia giải quyết nhiệm vụ thực tiễn thông qua việc huy động kiến thức, thực hành, thiết kế, thử nghiệm và đánh giá giải pháp. HĐTN STEM có đặc trưng nổi bật là tính tích hợp liên môn, gắn kết kiến thức với thực hành và vận dụng vào các tình huống thực tiễn. Qua đó, HS không chỉ lĩnh hội kiến thức mà còn phát triển kĩ năng, tư duy và định hướng nghề nghiệp. Mục tiêu của HĐTN STEM là tạo cơ hội để HS huy động và tích hợp kiến thức, kĩ năng thuộc các lĩnh vực khoa học, công nghệ, kĩ thuật và toán học nhằm giải quyết các vấn đề thực tiễn (Antonio, 2026). Vì vậy, HĐTN STEM góp phần xây dựng môi trường học tập tích cực, chủ động và đáp ứng yêu cầu đổi mới giáo dục hiện nay.

HĐTN STEM có thể được tổ chức dưới nhiều hình thức như dạy học theo dự án, trong đó HS thực hiện các bước từ xác định vấn đề đến thiết kế sản phẩm (Blumenfeld và cộng sự, 1991); các hoạt động thực hành, thí nghiệm nhằm phát triển kĩ năng nghiên cứu khoa học (Millar, 2006); hoặc ngày hội, cuộc thi STEM nhằm tạo cơ hội cho HS vận dụng kiến thức, giao tiếp và thuyết trình khoa học (Đặng Văn Sơn và cộng sự, 2024). Việc tham gia HĐTN STEM giúp HS phát triển tư duy khoa học, năng lực giải quyết vấn đề và kĩ năng mềm thông qua quá trình quan sát, thử nghiệm, làm việc nhóm và sử dụng công cụ số (Millar, 2006). Đồng thời, HĐTN STEM còn góp phần khơi dậy hứng thú, định hướng nghề nghiệp trong các lĩnh vực khoa học - kĩ thuật (Sahin, 2013), cũng như hình thành phẩm chất, trách nhiệm, ý thức cộng đồng và tinh thần công dân toàn cầu thông qua các hoạt động gắn với bảo vệ môi trường và phát triển bền vững (National Research Council, 2011).

3.2. Quy trình tổ chức hoạt động trải nghiệm STEM trong dạy học môn Vật lí nhằm phát triển năng lực khoa học cho học sinh

3.2.1. Đề xuất quy trình tổ chức hoạt động trải nghiệm trong dạy học môn Vật lí nhằm phát triển năng lực khoa học cho học sinh

Cấu trúc bài học STEM gồm 5 hoạt động, gồm: Xác định vấn đề; Nghiên cứu kiến thức nền; Trình bày và thảo luận phương án giải quyết vấn đề; Chế tạo sản phẩm theo phương án thiết kế đã được lựa chọn; Trình bày và thảo luận về sản phẩm đã chế tạo (Bộ GD-ĐT, 2020). Để HĐTN STEM phát huy tối đa hiệu quả, quá trình trải nghiệm STEM cần được triển khai theo một tiến trình sư phạm có hệ thống. Dựa trên cấu trúc của bài học STEM, bài báo đề xuất quy trình tổ chức HĐTN STEM trong dạy học môn Vật lí nhằm phát triển NLKH cho HS gồm 5 bước cơ bản, tập trung vào việc phát triển NLKH như sau:

- *Bước 1: Trải nghiệm tình huống thực tiễn và xác định vấn đề.* GV đưa ra một bối cảnh hoặc tình huống có vấn đề gắn liền với thực tiễn; cung cấp các tiêu chí, giới hạn của sản phẩm hoặc yêu cầu của nhiệm vụ. HS quan sát, phân tích bối cảnh để tiếp nhận nhiệm vụ. GV tổ chức cho HS thảo luận nhóm để xác định vấn đề cốt lõi cần giải quyết. Mục tiêu phát triển NLKH cho HS: Khơi gợi sự tò mò, rèn luyện năng lực quan sát, nhận diện hiện tượng và phát hiện vấn đề khoa học từ thực tiễn.

- *Bước 2: Khám phá kiến thức vật lí liên quan và hình thành ý tưởng giải quyết vấn đề.* Hoạt động của GV: Cung cấp cho HS tài liệu tham khảo hoặc tài liệu hướng dẫn; đặt các câu hỏi gợi mở để HS kết nối vấn đề với các kiến thức vật lí đã học. Hoạt động của HS: Tự tìm hiểu, thu thập thông tin về kiến thức nền tảng để giải quyết vấn đề. Từ cơ sở lí thuyết này, HS đưa ra các giả thuyết khoa học hoặc các hướng giải quyết khả thi. Mục tiêu phát triển NLKH cho HS: Rèn luyện khả năng nhận thức khoa học, kĩ năng tìm kiếm và xử lí thông tin; phát triển tư duy suy luận logic để xây dựng giả thuyết.

- *Bước 3: Lựa chọn và xây dựng phương án giải quyết vấn đề.* Hoạt động của GV: Tổ chức cho các nhóm so sánh, thảo luận về các ý tưởng; góp ý, phản biện để tối ưu hóa phương án. Hoạt động của HS: Lựa chọn giải pháp phù hợp, tiến hành vẽ bản thiết kế mô hình/sản phẩm hoặc lập sơ đồ, các bước tiến hành thí nghiệm chi tiết; liệt kê danh sách vật liệu, dụng cụ cần thiết và phân công nhiệm vụ cụ thể cho từng thành viên. Mục tiêu phát triển NLKH cho HS: Phát triển năng lực vận dụng kiến thức khoa học vào việc lập kế hoạch nghiên cứu, thiết kế TN và giải quyết vấn đề.

- *Bước 4: Thực hiện phương án giải quyết vấn đề, thử nghiệm và thu thập dữ liệu.* Hoạt động của GV: Giám sát tiến độ, đảm bảo an toàn phòng thí nghiệm/an toàn lao động; hỗ trợ khi HS gặp khó khăn về kĩ thuật nhưng không làm thay HS. Hoạt động của HS: Chế tạo mô hình hoặc thực hiện chuỗi thí nghiệm theo bản thiết kế; quan sát quá trình vận hành, đo đạc và ghi chép số liệu một cách trung thực. Nếu kết quả thử nghiệm chưa đáp ứng yêu cầu, HS quay lại bước 3 để điều chỉnh thiết kế. Mục tiêu phát triển NLKH cho HS: Rèn luyện năng lực thực hành khoa học, kĩ năng đo đạc, thu thập số liệu, tinh thần làm việc nhóm và phẩm chất trung thực, kiên trì của người nghiên cứu.

- *Bước 5: Báo cáo, phân tích dữ liệu và đánh giá*. Hoạt động của GV: Tổ chức trình bày sản phẩm; cung cấp phiếu đánh giá để các nhóm tự đánh giá và đánh giá lẫn nhau; tổng kết và chuẩn hóa kiến thức vật lí. Hoạt động của

HS: Xử lí số liệu thu được, so sánh với giả thuyết ban đầu để rút ra kết luận; cử đại diện thuyết trình về sản phẩm, nguyên lí hoạt động và trả lời các câu hỏi phản biện từ GV và các nhóm khác. Mục tiêu phát triển NLKH cho HS: Phát triển khả năng phân tích dữ liệu, giao tiếp khoa học, lập luận bảo vệ quan điểm và tư duy phản biện.

3.2.2. Minh họa quy trình tổ chức hoạt động trải nghiệm STEM trong dạy học Vật lí 10 nhằm phát triển năng lực khoa học cho học sinh

Để minh họa quy trình tổ chức HĐTN STEM đã đề xuất, nghiên cứu lựa chọn nội dung "Hệ thống hạ cánh an toàn" thuộc chủ đề "Động lực học" (Vật lí 10) (xem bảng 3).

Bảng 3. Tóm tắt tiến trình dạy học và các chỉ báo đánh giá tương ứng

Hoạt động của GV	Hoạt động của HS	Thành tố NLKH và chỉ báo đánh giá
Bước 1. Trải nghiệm tình huống thực tiễn và xác định vấn đề		
Tổ chức cho HS quan sát hình ảnh/video về hoạt động thả hàng cứu trợ bằng dù hoặc quá trình hạ cánh của tàu thăm dò. Đặt vấn đề: Làm thế nào để bảo vệ vật dễ vỡ khi rơi từ độ cao lớn? GV giao cho HS nhiệm vụ thiết kế "Hệ thống hạ cánh an toàn" với các tiêu chí cụ thể. Định hướng yêu cầu sản phẩm và tiêu chuẩn đánh giá.	Quan sát hiện tượng và phân tích tình huống thực tiễn; thảo luận nhóm để xác định vấn đề cần giải quyết; xác định các yếu tố ảnh hưởng đến va chạm như lực, vận tốc rơi, thời gian tiếp xúc; đề xuất hướng giải quyết ban đầu.	- Thành tố năng lực: Nhận thức khoa học. - Chỉ báo đánh giá: Nhận diện được hiện tượng vật lí liên quan đến chuyển động và va chạm; xác định được vấn đề khoa học từ tình huống thực tiễn; trình bày được các yếu tố ảnh hưởng đến lực va chạm; đề xuất được hướng giải quyết bước đầu.
Bước 2. Khám phá kiến thức vật lí liên quan và hình thành ý tưởng giải quyết vấn đề		
- Cung cấp học liệu, video mô phỏng và phiếu học tập STEM. - Hướng dẫn HS tìm hiểu các kiến thức liên quan như: định luật Newton, lực cản không khí, động lượng, giảm chấn; đặt câu hỏi gợi mở để HS liên hệ kiến thức với nhiệm vụ thực tiễn.	Tìm kiếm và nghiên cứu thông tin từ tài liệu học tập; thảo luận nhóm về nguyên lí giảm chấn và lực cản không khí; đề xuất giả thuyết khoa học liên quan đến cấu trúc mô hình và vật liệu bảo vệ; giải thích cơ sở khoa học của giả thuyết.	- Thành tố năng lực: Nhận thức khoa học; Nghiên cứu khoa học. - Chỉ báo đánh giá: thu thập và xử lí được thông tin khoa học; giải thích được vai trò của lực cản và giảm chấn; đặt được câu hỏi khoa học phù hợp; xây dựng được giả thuyết có căn cứ khoa học.
Bước 3. Lựa chọn và xây dựng phương án giải quyết vấn đề		
Tổ chức cho HS trình bày ý tưởng thiết kế; hướng dẫn HS xây dựng bản thiết kế và kế hoạch TN; gợi ý, phản biện và hỗ trợ tối ưu hóa giải pháp; theo dõi và định hướng hoạt động nhóm.	Phác thảo mô hình và lựa chọn vật liệu phù hợp; thiết kế phương án TN và quy trình thử nghiệm; phân công nhiệm vụ cho các thành viên, trình bày, bảo vệ và điều chỉnh phương án thiết kế dựa trên phản biện.	- Thành tố năng lực: Nghiên cứu khoa học; Giao tiếp khoa học. - Chỉ báo đánh giá: thiết kế được phương án TN khả thi; vận dụng được kiến thức vật lí vào thiết kế sản phẩm; giải thích được nguyên lí hoạt động của mô hình; trình bày và bảo vệ được ý tưởng khoa học.
Bước 4. Thực hiện phương án giải quyết vấn đề, thử nghiệm và thu thập dữ liệu		
Theo dõi tiến độ chế tạo và thử nghiệm của các nhóm; đảm bảo an toàn trong quá trình thực hành; hỗ trợ kĩ thuật khi HS gặp khó khăn; hướng dẫn cách thu thập và xử lí dữ liệu TN.	- Tiến hành chế tạo mô hình theo bản thiết kế; thực hiện thử nghiệm ở các độ cao khác nhau; sử dụng điện thoại quay video slow-motion và đo thời gian rơi; ghi chép, xử lí dữ liệu và điều chỉnh mô hình khi cần thiết.	- Thành tố năng lực: Nghiên cứu khoa học. - Chỉ báo đánh giá: thực hiện đúng quy trình TN; thu thập và ghi chép dữ liệu chính xác; phân tích được kết quả thử nghiệm; điều chỉnh được mô hình dựa trên dữ liệu TN.
Bước 5. Báo cáo, phân tích dữ liệu và đánh giá		
Tổ chức cho các nhóm báo cáo sản phẩm STEM; sử dụng rubric để đánh giá NLKH; tổ chức hoạt động phản biện và đánh giá đồng đẳng; tổng kết và chuẩn hóa kiến thức khoa học trọng tâm.	Trình bày sản phẩm, poster và video thử nghiệm; phân tích kết quả và so sánh với giả thuyết ban đầu; trả lời câu hỏi phản biện từ GV và các nhóm khác; tự đánh giá và đánh giá đồng đẳng.	- Thành tố năng lực: Giao tiếp khoa học; Nhận thức khoa học. - Chỉ báo đánh giá: trình bày kết quả nghiên cứu logic, rõ ràng; sử dụng được dữ liệu và minh chứng khoa học; thảo luận và phản biện dựa trên cơ sở khoa học; rút ra được kết luận phù hợp từ kết quả TN.

HĐTN STEM nội dung "Hệ thống hạ cánh an toàn" nhằm tạo môi trường học tập tích cực, trong đó HS được tham gia vào chu trình khám phá khoa học, từ nhận diện vấn đề, hình thành giả thuyết, tiến hành TN, thu thập và xử lí dữ liệu đến trình bày, bảo vệ kết quả. Thông qua các nhiệm vụ gắn với bối cảnh thực tiễn, HS từng bước chuyển từ tiếp nhận kiến thức sang chủ động khám phá, kiểm chứng và kiến tạo tri thức dựa trên trải nghiệm.

3.3. Kết quả thực nghiệm sư phạm

Mô hình tổ chức HĐTN STEM trong dạy học chủ đề "Động lực học" (Vật lí 10) được TN sư phạm nhằm đánh giá hiệu quả và tính khả thi của quy trình dạy học đề xuất. TN được triển khai với 80 HS lớp 10 tại Trường THPT Tân Hiệp, xã Tân Hiệp, tỉnh An Giang, gồm lớp 10A1 (nhóm TN, 40 HS) và lớp 10A2 (nhóm ĐC, 40 HS). Nhóm

TN được tổ chức dạy học theo quy trình HĐTN STEM đã xây dựng, trong khi nhóm ĐC học theo phương pháp dạy học thông thường. Để đánh giá kết quả học tập, HS ở hai nhóm thực hiện các bài kiểm tra trước và sau tác động với cùng một nội dung và thời lượng. Đối với sự phát triển NLKH, nghiên cứu tiến hành đánh giá HS nhóm TN bằng rubric đánh giá NLKH (xem bảng 2) và được cụ thể hóa phù hợp với từng nội dung bài học. Kết quả TN được trình bày trong các bảng sau (xem bảng 4, 5 và 6):

Bảng 4. Kết quả kiểm định sự phát triển NLKH của nhóm TN trước và sau TN

Thời điểm đánh giá	ĐTB	ĐLC	t	Sig. (p)	Cohen's d
Trước TN	3,08	0,43	12,54	< 0,001	1,84
Sau TN	4,22	0,50			

Bảng 5. Kết quả học tập trước TN của nhóm TN và ĐC

Nhóm	N	ĐTB	ĐLC	t	Sig. (p)
Nhóm TN	40	6,18	0,81	0,42	0,675
Nhóm ĐC	40	6,10	0,87		

Bảng 6. Kết quả học tập sau TN của nhóm TN và ĐC

Nhóm	N	ĐTB	ĐLC	t	Sig. (p)	Cohen's d
Nhóm TN	40	8,12	0,72	6,46	< 0,001	1,45
Nhóm ĐC	40	6,95	0,89			

Kết quả TN sư phạm cho thấy, việc tổ chức HĐTN STEM trong dạy học chủ đề "Động lực học" có tác động tích cực đến sự phát triển NLKH và kết quả học tập của HS. NLKH của HS thuộc nhóm TN được ghi nhận có sự phát triển tích cực. Sau TN, ĐTB chung về NLKH đạt 4,22/5,0. Trong ba thành tố được đánh giá, "Nhận thức khoa học" có ĐTB cao nhất (ĐTB = 4,32), tiếp đến là "Nghiên cứu khoa học" (ĐTB = 4,25) và "Giao tiếp khoa học" (ĐTB = 4,11). Kết quả ở thành tố "Nhận thức khoa học" cho thấy, HS thể hiện tốt khả năng huy động và vận dụng kiến thức vật lí trong quá trình thiết kế, chế tạo và điều chỉnh sản phẩm STEM. Đối với thành tố "Nghiên cứu khoa học", HS thể hiện khả năng hình thành giả thuyết, thiết kế và tiến hành TN, thu thập, xử lí dữ liệu để giải quyết nhiệm vụ đặt ra. Điểm số của thành tố "Giao tiếp khoa học" cho thấy, HS đã thể hiện khả năng trình bày kết quả, trao đổi và bảo vệ quan điểm trong quá trình thực hiện nhiệm vụ. Kết quả kiểm định NLKH trước và sau TN cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$), với Cohen's d = 1,84, phản ánh mức độ thay đổi lớn của NLKH ở nhóm TN.

Sự phát triển của các thành tố NLKH có thể được lí giải từ đặc điểm của HĐTN STEM. Các nhiệm vụ thiết kế, chế tạo và tối ưu hóa sản phẩm tạo điều kiện để HS huy động kiến thức khoa học nhằm giải quyết vấn đề gắn với thực tiễn. Đồng thời, việc tham gia vào các bước đặt câu hỏi, hình thành giả thuyết, thiết kế phương án, tiến hành TN, thu thập và xử lí dữ liệu giúp HS thực hành tương đối đầy đủ các hoạt động đặc trưng của quá trình tìm tòi và nghiên cứu khoa học. Những kết quả này tương đồng với định hướng của National Research Council (2011) và Kelley và Knowles (2016) về sự tích hợp giữa kiến thức khoa học, thực hành khoa học và thiết kế kĩ thuật trong giáo dục STEM. Mặc dù "Giao tiếp khoa học" có ĐTB thấp hơn hai thành tố còn lại, kết quả đạt được cho thấy các hoạt động trao đổi nhóm, thuyết trình sản phẩm và bảo vệ phương án thiết kế đã tạo cơ hội cho HS rèn luyện khả năng diễn đạt, trao đổi và lập luận khoa học.

Kết quả này cung cấp thêm bằng chứng hỗ trợ cho nhận định rằng sự phát triển NLKH ghi nhận qua rubric ở nhóm TN có liên quan đến tác động của quy trình HĐTN STEM. Tuy nhiên, do NLKH không được đánh giá bằng cùng rubric ở nhóm ĐC, kết quả chưa cho phép khẳng định đầy đủ quan hệ nhân quả giữa tác động TN và sự phát triển NLKH. Kết quả kiểm tra trước TN cho thấy chưa có bằng chứng về sự khác biệt về kết quả học tập ban đầu giữa hai nhóm (ĐTB nhóm TN = 6,18; nhóm ĐC = 6,10; $p = 0,675 > 0,05$). Sau quá trình TN, ĐTB của nhóm TN đạt 8,12, cao hơn nhóm ĐC (ĐTB = 6,95) phản ánh sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$). Hệ số Cohen's d = 1,45 phản ánh tác động TN có mức ảnh hưởng lớn đến kết quả học tập. Do bài kiểm tra bao gồm các câu hỏi tình huống đòi hỏi khả năng giải quyết vấn đề và vận dụng kiến thức khoa học, kết quả của hai nhóm cung cấp thêm nguồn dữ liệu đối chiếu với kết quả đánh giá NLKH bằng rubric ở nhóm TN. Thông qua đề xuất giải pháp, thiết kế mô hình, tiến hành thử nghiệm, điều chỉnh sản phẩm, trao đổi và phản biện trong nhóm, HS có cơ hội phát triển tư duy khoa học, khả năng giải quyết vấn đề và hợp tác trong học tập. Kết quả này phù hợp với quan điểm của Bybee (2013) và Honey và cộng sự (2014) về vai trò của giáo dục STEM trong việc tạo cơ hội cho người học tích hợp và vận dụng kiến thức, tham gia giải quyết vấn đề trong những bối cảnh có ý nghĩa.

Nhìn chung, kết quả TN cung cấp bằng chứng về hiệu quả của việc tổ chức HĐTN STEM trong dạy học chủ đề "Động lực học" đối với kết quả học tập và NLKH của HS trong phạm vi mẫu nghiên cứu. Kết quả cho thấy quy trình đề xuất có tính khả thi trong thực tiễn dạy học Vật lí ở trường THPT, qua đó góp phần đáp ứng yêu cầu phát triển NLKH cho HS.

4. Kết luận và bình luận

Bài báo đã xây dựng cấu trúc NLKH gồm ba thành tố: nhận thức khoa học, nghiên cứu khoa học và giao tiếp khoa học; đồng thời đề xuất quy trình tổ chức HĐTN STEM trong dạy học môn Vật lí nhằm phát triển NLKH cho HS. Quy

trình được minh họa thông qua nội dung "Hệ thống hạ cánh an toàn", thuộc chủ đề "Động lực học" (Vật lí 10), trong đó HS tham gia từ xác định vấn đề, hình thành giả thuyết, thiết kế và thử nghiệm đến phân tích dữ liệu, báo cáo và đánh giá kết quả. Kết quả TN cho thấy trước tác động chưa có bằng chứng về sự khác biệt kết quả học tập giữa nhóm TN và nhóm ĐC ($p = 0,675$); sau TN, nhóm TN đạt ĐTB là 8,12, cao hơn nhóm ĐC (ĐTB = 6,95), với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$) và mức ảnh hưởng lớn (Cohen's $d = 1,45$). NLKH của nhóm TN cũng tăng từ ĐTB 3,08 lên 4,22, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$), với Cohen's $d = 1,84$. Những kết quả này cung cấp bằng chứng về hiệu quả của HĐTN STEM đối với kết quả học tập và sự phát triển NLKH của HS trong phạm vi mẫu nghiên cứu.

Tuy nhiên, kết quả TN sư phạm mới được thực hiện tại một trường THPT, với quy mô mẫu và thời gian TN còn hạn chế, chưa đánh giá sự phát triển NLKH của nhóm ĐC bằng cùng công cụ rubric như nhóm TN. Do vậy, các nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng phạm vi và quy mô TN, kéo dài thời gian triển khai, tiếp tục hoàn thiện và chuẩn hóa công cụ đánh giá NLKH, đồng thời kiểm chứng quy trình trên các nội dung khác của chương trình Vật lí THPT nhằm nâng cao độ tin cậy và khả năng ứng dụng của kết quả nghiên cứu.

Tuyên bố về vai trò của các tác giả: *Quách Nguyễn Bảo Nguyên, Ngô Khoa Quang: Lên ý tưởng nghiên cứu, xây dựng cơ sở lí luận, viết và chỉnh sửa bản thảo. Phan Thị Thùy Ngọc, Dương Thị Diễm My: Thực hiện thực nghiệm sư phạm và phân tích dữ liệu. Lê Xuân Diễm Ngọc: Phân tích dữ liệu, chỉnh sửa bản thảo.*
Tuyên bố về GenAI và Quyền tác giả: *Trong quá trình chuẩn bị bản thảo này, các tác giả không sử dụng công cụ AI nào.*
Tuyên bố về xung đột lợi ích: *Các tác giả tuyên bố không có xung đột lợi ích.*
Lời cảm ơn: *Nhóm tác giả cảm ơn sự tài trợ của Bộ Giáo dục và Đào tạo qua đề tài mã số: B2025-DHH-25.*

Tài liệu tham khảo

Antonio, R. P. (2026). Inquiry-based learning in STEM education: A scientometric mapping of research trends, hotspots, and future directions. *Science Education International*, *37*(1), 2-16. https://doi.org/10.33828/sei.v37.i1.1

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, *26*(3-4), 369-398. https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139

Bộ GD-ĐT (2018a). *Chương trình giáo dục phổ thông - Chương trình tổng thể* (ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 của Bộ trưởng Bộ GD-ĐT).

Bộ GD-ĐT (2018b). *Chương trình giáo dục phổ thông môn Vật lí* (ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 của Bộ trưởng Bộ GD-ĐT).

Bộ GD-ĐT (2020). *Công văn số 3089/BGDĐT-GDTrH ngày 14/8/2020 về việc triển khai thực hiện giáo dục STEM trong giáo dục trung học*.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.

Đặng Văn Sơn, Nguyễn Thùy Linh, Phạm Thị Bình (2024). Tổ chức hoạt động giáo dục STEM trong dạy học mạch nội dung "Chất có ở xung quanh ta" (Khoa học tự nhiên 6) nhằm phát triển năng lực vận dụng kiến thức, kĩ năng cho học sinh. *Tạp chí Giáo dục*, *24*(2), 20-26. https://tcgd.tapchigiaoduc.edu.vn/index.php/tapchi/article/view/1360

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, *3*, Article 11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, *28*(13), 1499-1521. https://doi.org/10.1080/09500690600718344

National Research Council (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13158

Quách Nguyễn Bảo Nguyên, Lê Thanh Huy, Nguyễn Hoàng Anh, Lê Thị Thu Thùy, Huỳnh Thị Lành (2022). Vận dụng mô hình giáo dục STEM trong dạy học Vật lí theo định hướng phát triển năng lực của học sinh trung học phổ thông tại Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Giáo dục*, *22*(23), 18-24. https://tcgd.tapchigiaoduc.edu.vn/index.php/tapchi/article/view/601

Sahin, A. (2013). STEM clubs and science fair competitions: Effects on post-secondary matriculation. *Journal of STEM Education*, *14*(1), 5-11.