

**TEACHING STEM IN SCIENCE  
AND CHEMISTRY CONTRIBUTES  
TO DEVELOPING SCIENTIFIC  
RESEARCH COMPETENCE  
FOR STUDENTS**

Cao Thị Thặng<sup>1,\*</sup> and Phạm Thị Kim Ngân<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*National Center for Sustainable Development  
of General Education Quality, Vietnam National  
Institute of Education Sciences, Hanoi city, Vietnam*

<sup>2</sup>*Department of Education and Training Lang Son  
Province, Lang Son province, Vietnam*

\*Corresponding author: Cao Thi Thang,  
e-mail: caothang.hoa@gmail.com

Received January 4, 2025.

Revised January 22, 2025.

Accepted January 27, 2025.

**DẠY HỌC STEM TRONG MÔN  
KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ MÔN  
HÓA HỌC GÓP PHẦN PHÁT TRIỂN  
NĂNG LỰC NGHIÊN CỨU KHOA HỌC  
CHO HỌC SINH**

Cao Thị Thặng<sup>1,\*</sup> và Phạm Thị Kim Ngân<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Trung tâm Phát triển Bền vững Chất lượng Giáo  
dục Phổ thông Quốc gia, Viện Khoa học Giáo  
dục Việt Nam, thành phố Hà Nội, Việt Nam*

<sup>2</sup>*Sở Giáo dục và Đào tạo Tỉnh Lạng Sơn,  
tỉnh Lạng Sơn, Việt Nam*

Tác giả liên hệ: Cao Thị Thặng,  
e-mail: caothang.hoa@gmail.com

Ngày nhận bài: 4/1/2025.

Ngày sửa bài: 22/1/2025.

Ngày nhận đăng: 27/1/2025.

**Abstract.** From the study of theoretical and practical foundations, the authors have presented several new proposals for developing students' scientific research competency through STEM education, such as concepts, development frameworks, certain development measures, STEM topic-based instructional design, and assessment of scientific research competency along with illustrative examples. These results contribute to effectively achieving the goal of competencies development for students in accordance with the 2018 general education curriculum for Science and Chemistry.

**Keywords:** teaching STEM, Science, and Chemistry subjects, developing scientific research competency.

**Tóm tắt.** Từ việc nghiên cứu cơ sở lý luận và thực tiễn, các tác giả đã trình bày một số đề xuất mới về phát triển năng lực nghiên cứu khoa học cho học sinh thông qua dạy học STEM. Bài báo nghiên cứu các khái niệm phát triển năng lực nghiên cứu khoa học, khung phát triển, thiết kế dạy học chủ đề STEM, đánh giá năng lực nghiên cứu khoa học cùng với một số ví dụ minh họa. Kết quả này góp phần thực hiện tốt mục tiêu phát triển năng lực cho học sinh theo Chương trình Giáo dục phổ thông môn Khoa học Tự nhiên và Hóa học 2018.

**Từ khóa:** dạy học STEM, môn Khoa học Tự nhiên và môn Hóa học, phát triển năng lực nghiên cứu khoa học.

## 1. Mở đầu

Nhiều nghiên cứu cho thấy từ năm 2001 đến nay giáo dục/dạy học STEM - một cách tiếp cận theo định hướng tích hợp liên môn đang dần trở thành một xu hướng của nhiều nước trên thế giới [1]-[10]. Đã có rất nhiều bài báo, sách về giáo dục/dạy học STEM được công bố ở Mỹ và các nước tại châu Âu, châu Mỹ, châu Á, châu Phi như Úc, Canada, Pháp, Nhật Bản, Hàn Quốc, Đài Loan, Vương quốc Anh. Các nghiên cứu tập trung làm sáng tỏ khái niệm STEM, giáo dục STEM,

vai trò, ý nghĩa của giáo dục STEM đối với việc phát triển học sinh (HS), xây dựng chủ đề STEM, phát triển đội ngũ giáo viên (GV) STEM, hướng dẫn dạy học chủ đề STEM, xây dựng trường học STEM, thực hành dạy học STEM, đặc biệt là những khó khăn và thách thức mà GV và HS gặp phải khi dạy học STEM. Đồng thời có một số nghiên cứu đã chú ý tới việc phát triển kỹ năng (KN) và năng lực (NL) cho HS thông qua dạy học STEM, đặc biệt một số kỹ năng giúp HS thực hiện nghiên cứu khoa học (NCKH) một cách độc lập và sáng tạo.

Ở Việt Nam từ năm học 2017 - 2018 giáo dục/dạy học STEM đã được sự quan tâm của Bộ Giáo dục và Đào tạo thể hiện qua việc định hướng chỉ đạo tìm hiểu vận dụng về giáo dục STEM trên cơ sở kinh nghiệm quốc tế [11], [12]. Nội dung giáo dục STEM đã chính thức được đưa vào Chương trình (CT) Giáo dục phổ thông (GDPT) tổng thể, chương trình một số môn học trong đó có môn Khoa học Tự nhiên (KHTN) và Hóa học [12]-[14].

Đã có một số sách, báo, đề tài, luận văn thạc sĩ, luận án tiến sĩ nghiên cứu về giáo dục STEM trong dạy học hóa học, thí dụ như: Cao Thị Thặng, Lê Hồng Hải và Đinh Thị Xuân Thảo nghiên cứu phát triển NL dạy học tích hợp chủ đề KHTN và chủ đề STEM cho sinh viên Sư phạm Hóa học [15]-[18], Nguyễn Thị Thu Trang nghiên cứu phát triển NL dạy học STEM cho sinh viên sư phạm [19]. Đặc biệt là bộ sách “Hướng dẫn xây dựng kế hoạch bài dạy STEM 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12” do Chương trình Phát triển THPT giai đoạn 2 - Bộ Giáo dục và Đào tạo tổ chức biên soạn một cách hệ thống, công phu giúp triển khai dạy học STEM có hiệu quả [20].

Trong các tài liệu [20]-[23], các tác giả Trần Trung Ninh, Đặng Thị Oanh, Phạm Thị Bình, Đỗ Thị Quỳnh Mai, Nguyễn Mậu Đức cùng các tác giả khác đã nghiên cứu vận dụng dạy học STEM trong một số chủ đề thuộc môn KHTN và môn Hóa học theo định hướng phát triển NL chung và NL đặc thù cho HS, thí dụ như phát triển NL tìm hiểu KHTN, NL vận dụng kiến thức, NL giải quyết vấn đề, NL khoa học cho HS.

Một số tác giả như Cao Thị Thặng, Lê Ngọc Vịnh [24], Cao Thị Thặng, Lê Hồng Hải, Phạm Thị Kim Ngân, Hà Thị Lan Hương [25]-[29], Cao Thị Thặng, Nguyễn Ngọc Hà, Vũ Minh Tuấn [30]-[32] nghiên cứu và công bố kết quả về phát triển kỹ năng NCKH, phát triển NL tìm tòi NCKH, phát triển NL NCKH cho HS Trung học cơ sở (THCS) và Trung học phổ thông (THPT) theo nội dung CTGDPT 2006, đã xác định NL NCKH là NL rất quan trọng cần phát triển cho HS THCS và THPT.

Tuy nhiên cho đến nay chưa có công trình nào nghiên cứu về phát triển NL NCKH cho HS thông qua dạy học STEM trong môn KHTN và Hóa học theo chương trình Giáo dục phổ thông năm 2018.

## 2. Nội dung nghiên cứu

### 2.1. Sơ lược về cơ sở khoa học và thực tiễn của việc đề xuất vận dụng dạy học STEM trong môn Khoa học Tự nhiên và Hóa học góp phần phát triển năng lực nghiên cứu khoa học cho học sinh

#### 2.1.1. Một số vấn đề chung về giáo dục/dạy học STEM và vấn đề phát triển năng lực nghiên cứu khoa học cho học sinh

Trong những năm đầu thế kỉ XXI, việc đổi mới dạy học khoa học ở Úc, Canada, Trung Quốc, Pháp, Nhật Bản, Hàn Quốc, Đài Loan, Vương quốc Anh và đặc biệt là Mỹ đã chú ý đến mối liên hệ giữa khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học. Trong các sách, báo, luận án [1]-[10] và qua nhiều thông tin từ sách báo nguồn từ internet đã thống nhất một số khái niệm như sau:

STEM là viết tắt của bốn lĩnh vực chính: Science (Khoa học), Technology (Công nghệ), Engineering (Kỹ thuật) và Mathematics (Toán học).

Giáo dục/Dạy học STEM: Dạy khoa học theo hướng liên ngành, trong đó khoa học tích hợp với công nghệ, kỹ thuật và toán để giúp HS khám phá và giải quyết các vấn đề thực tiễn của đời

sống thực. Về cơ bản giáo dục/ dạy học STEM được thực hiện theo quy trình thiết kế kỹ thuật kết hợp với quy trình khoa học nhất là trong thực hiện dự án khoa học, kỹ thuật STEM.

*Quy trình thiết kế kỹ thuật* là quy trình mô tả cách mà các kỹ sư thường sử dụng để giải quyết vấn đề, bắt đầu bằng đặt câu hỏi, hình dung các giải pháp, thiết kế kế hoạch, tạo và kiểm tra mô hình sau đó thực hiện cải tiến.

*Quy trình khoa học* là quy trình mô tả cách mà các nhà khoa học thường sử dụng trong quá trình nghiên cứu khoa học, bắt đầu bằng việc quan sát, đặt câu hỏi nghiên cứu, nghiên cứu tổng quan và đề xuất giả thuyết, thiết kế và thực hiện thực nghiệm để kiểm chứng giả thuyết, thu thập dữ liệu và phân tích dữ liệu, kết luận, trao đổi/chia sẻ kết quả nghiên cứu.

*Chủ đề STEM* là chủ đề tích hợp liên môn Khoa học (Hóa học, Vật lý, Sinh học, KHTN, Khoa học Môi trường,...) với Công nghệ (Tin học...), Kỹ thuật và Toán học. Yếu tố công nghệ và kỹ thuật thể hiện ở việc thực hiện theo một kỹ thuật của Hóa học hay KHTN, công nghệ thông tin, kết hợp với kinh nghiệm thực tiễn. Các chủ đề này có thể chưa có sẵn trong chương trình/SGK mà do người nghiên cứu thiết kế/xây dựng hoặc lựa chọn, lựa chọn thời gian, thời điểm phù hợp để thực hiện.

Bài học STEM tập trung dạy học các khái niệm và kỹ năng liên quan đến Khoa học, Công nghệ, Kỹ thuật và Toán học. Những bài học này được thiết kế để tích hợp kiến thức từ các môn học KHTN và Hóa học, áp dụng vào thực tiễn có liên quan. Các bài học này đã được định sẵn trong chương trình/sách giáo khoa môn KHTN và môn Hóa học.

Các hình thức tổ chức giáo dục (GD) STEM bao gồm: Dạy học các môn khoa học theo bài học STEM; Tổ chức hoạt động trải nghiệm STEM; Tổ chức hoạt động nghiên cứu khoa học, kỹ thuật.

Vai trò, ý nghĩa của giáo dục/dạy học STEM: Đảm bảo giáo dục toàn diện, nâng cao hứng thú học tập các môn học STEM, hình thành và phát triển năng lực, phẩm chất cho HS: Khi triển khai các dự án học tập STEM, HS hợp tác với nhau, chủ động và tự lực thực hiện các nhiệm vụ học tập; được làm quen với hoạt động có tính chất nghiên cứu khoa học. Các hoạt động nêu trên góp phần tích cực vào việc hình thành và phát triển phẩm chất, năng lực cho HS. Ngoài ra GD STEM còn giúp kết nối trường học với cộng đồng và hướng nghiệp, phân luồng HS.

Dạy học STEM có mục đích chung là phát triển tư duy phê phán, tính sáng tạo và khả năng giải quyết vấn đề cho HS và do đó có khả năng rất lớn phát triển NL cho HS, đặc biệt là NL NCKH và kỹ thuật.

Ở Việt Nam: Trên cơ sở tiếp thu kinh nghiệm quốc tế, việc triển khai GD STEM trong GDPT, xác định vai trò của giáo dục STEM đối với việc phát triển NL và phẩm chất cho HS trong đó có phát triển NL NCKH cho HS đã được Chính phủ và Bộ Giáo dục & Đào tạo ban hành một số chỉ thị, kế hoạch và quyết định như: Chỉ thị số 16/CT-TTg ngày 4/5/2017 của Thủ tướng Chính phủ về việc tăng cường NL tiếp cận cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4; Kế hoạch số 10/KH-BGDĐT, ngày 7/1/2016 của Bộ GD&ĐT về việc ứng dụng ICT trong quản lý các hoạt động GD ở trường trung học năm học 2016 - 2017, trong đó thí điểm triển khai GD STEM tại một số trường trung học; Quyết định số 522/QĐ-TTg ngày 14/05/2018, yêu cầu tăng cường NL tiếp cận cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4, thúc đẩy triển khai GD về khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học trong chương trình GDPT [11], [13].

Thông tư số 38/2012/TT-BGDĐT ban hành Quy chế thi khoa học, kỹ thuật cấp quốc gia cho học sinh trung học cơ sở và trung học phổ thông từ 2012 đến nay chỉ rõ: Nội dung thi là kết quả nghiên cứu của các dự án, đề tài, công trình nghiên cứu khoa học, kỹ thuật (gọi chung là dự án) thuộc các lĩnh vực của cuộc thi của HS trung học.

Công văn số 3089/BGDĐT-GDTrH ngày 14 tháng 8 năm 2020 của Bộ Giáo dục & Đào tạo về việc triển khai thực hiện giáo dục STEM trong giáo dục trung học đã đề cập tới việc tổ chức hoạt động nghiên cứu khoa học, kỹ thuật thông qua quá trình tổ chức dạy học các bài học STEM

và hoạt động trải nghiệm STEM phát hiện các học sinh có năng khiếu để bồi dưỡng, tạo điều kiện thuận lợi học sinh tham gia nghiên cứu khoa học, kỹ thuật.

Mặc dù đã có nhiều tài liệu tập huấn, tài liệu hướng dẫn, dạy học STEM, hội thảo khoa học về STEM như tài liệu [11], [13], [16], [20] nhưng việc triển khai dạy học STEM vẫn chưa chú ý phát triển /chuẩn bị tiềm năng NCKH cho HS nói chung theo định hướng của Bộ GD&ĐT đã nêu ở trên.

### 2.1.2. Năng lực nghiên cứu khoa học của học sinh Trung học phổ thông

Ở nhiều quốc gia, phát triển NL NCKH cho HS thông qua dạy học các môn Khoa học đã được quan tâm chú ý, đặc biệt là Mỹ và các nước phương Tây. Ở Việt Nam đã có một số nghiên cứu đề cập đến vấn đề này.

Từ kết quả nghiên cứu các tài liệu [27], [28], [29], [30], [31] cho thấy: *năng lực NCKH của học sinh phổ thông là sự vận dụng kiến thức, kỹ năng khoa học để giải quyết các vấn đề khoa học trong một bối cảnh nhất định qua đó đạt được mục đích nghiên cứu là tạo ra và công bố sản phẩm trong quá trình học tập.*

Khi thực hiện theo quy trình khoa học, học sinh sử dụng một số kỹ năng tìm tòi, khám phá theo tiến trình: đặt câu hỏi cho vấn đề nghiên cứu; từ đó xây dựng giả thuyết; lập kế hoạch và thực hiện kế hoạch giải quyết vấn đề (kiểm chứng giả thuyết và trả lời câu hỏi đặt ra); trình bày kết quả nghiên cứu. Thông thường kết quả NCKH của học sinh cũng là sản phẩm “mới” đối với chính họ, có tác dụng nhất định đối với thực tiễn trong khuôn khổ phạm vi hẹp nhưng có thể không phải là sản phẩm mới đối với xã hội.

Ba thành phần cơ bản của NL NCKH là:

- *Năng lực lập kế hoạch nghiên cứu*, gồm dự kiến hay đề xuất về: chủ đề nghiên cứu; các câu hỏi nghiên cứu của vấn đề nghiên cứu; giả thuyết nghiên cứu/có thể là dự đoán tương ứng cho mỗi câu hỏi nghiên cứu; phương án thực nghiệm để trả lời câu hỏi nghiên cứu; dự kiến sản phẩm, kết luận “cái mới” tìm được...

- *Năng lực thực hiện kế hoạch nghiên cứu*: tiến hành có hiệu quả theo phương án thực nghiệm đã đề ra; thu thập được thông tin, xử lý thông tin một cách khoa học; rút ra kết luận: “cái mới” tìm được trên cơ sở các bằng chứng khoa học.

- *Năng lực viết báo cáo và trình bày kết quả nghiên cứu*: báo cáo ngắn gọn, cấu trúc logic theo ngôn ngữ khoa học; trình bày kết quả nghiên cứu làm nổi bật cái mới, đóng góp của đề tài. đề xuất điều chỉnh hoặc hướng nghiên cứu tiếp theo.

*Biểu hiện của năng lực nghiên cứu khoa học của học sinh trong dạy học hóa học*

Biểu hiện năng lực NCKH của học sinh thông qua học tập môn Hóa học được thể hiện thông qua việc thực hiện có kết quả hoạt động học tập nghiên cứu theo quy trình NCKH, cụ thể là:

- (1) Xác định được chủ đề nghiên cứu: có tính thiết thực, thực tiễn, khả thi.
- (2) Xác định được câu hỏi nghiên cứu: thể hiện rõ định hướng và có thể nghiên cứu được.
- (3) Đề xuất được giả thuyết nghiên cứu/có thể là dự đoán: rõ ràng, có thể kiểm chứng được bằng thực nghiệm, phù hợp với câu hỏi nghiên cứu.
- (4) Thiết kế được phương án thực nghiệm khả thi để kiểm chứng giả thuyết và trả lời cho câu hỏi nghiên cứu.
- (5) Tiến hành phương án thực nghiệm đã đề ra, kiểm chứng giả thuyết rút ra kết luận.
- (6) Viết và trình bày được báo cáo và với nội dung đầy đủ và khoa học.

Các công trình nói trên đã chỉ rõ một số biện pháp phát triển NL NCKH cho HS: vận dụng phương pháp bàn tay nặn bột, phương pháp dạy học dự án, dự án tích hợp liên môn Vật lý, Hóa học và Sinh học ở trường THCS, hướng dẫn HS nghiên cứu khoa học với đề tài thực tiễn, xây dựng và sử dụng bài tập hóa học theo nội dung của Chương trình Giáo dục phổ thông 2006. Trong tài liệu [29] tác giả đã đề xuất khái niệm, khung năng lực NCKH của HS phổ thông, các kế hoạch

bài học minh họa, đồng thời cũng đã xây dựng bộ công cụ đánh giá NL NCKH cho HS với bộ phiếu hỏi kết hợp bài kiểm tra đánh giá NL NCKH. Nội dung đề xuất đã được tiến hành TNSP ở một số trường THPT đại diện vùng miền Việt Nam [29] và THCS Bình Định [24], xác định tính đúng đắn của giả thuyết nghiên cứu và tính khả thi của những tác động nghiên cứu.

Theo chương trình GDPT môn KHTN 2018 cũng đã có một số NC vận dụng dạy học STEM nhằm phát triển NL cho HS, thí dụ như [21], [22], thiết kế hoạt động trải nghiệm STEM cho HS theo hướng NCKH [23].

### **2.1.3. Giáo dục/dạy học STEM trong môn KHTN và môn Hóa học và khả năng phát triển năng lực nghiên cứu khoa học cho học sinh**

Phân tích chương trình GDPT môn KHTN và môn Hóa học cho thấy hai môn này đều thuộc nhóm môn khoa học, đều có mục đích, nhiệm vụ chung giúp HS phát triển NL khoa học và NL hóa học, phát triển một số NL chung và có NL đặc thù tương tự nhau (tìm hiểu thế giới tự nhiên và tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ hóa học), có chung hệ thống kỹ năng tiến trình khoa học (science process skills). Nhiều vấn đề về tìm hiểu thế giới tự nhiên trong môn KHTN (tìm hiểu chất và sự biến đổi chất, tìm hiểu vật sống, tìm hiểu về năng lượng, tìm hiểu về biến đổi khí hậu, bảo vệ môi trường sống... có thể giúp phát triển NL cho HS. Điểm mới của CT GDPT 2018 là các NL chung và NL đặc thù được xác định rõ ràng về nội dung, cấu trúc, biểu hiện với định hướng phát triển NL cụ thể và định hướng đánh giá NL rõ ràng mà chương trình GDPT 2006 không đề cập.

Cả hai môn đều có nhiều nội dung thực tiễn gắn với đời sống, sản xuất có thể áp dụng các hình thức dạy học STEM, tổ chức hoạt động trải nghiệm STEM và nghiên cứu dự án khoa học, kỹ thuật STEM và do đó có khả năng phát triển NL chung, năng lực đặc thù và góp phần phát triển NL NCKH cho HS.

## **2.2. Một số đề xuất về phát triển năng lực nghiên cứu khoa học cho học sinh thông qua vận dụng dạy học STEM trong môn Khoa học Tự nhiên và môn Hóa học**

### **2.2.1. Khái niệm phát triển năng lực nghiên cứu khoa học**

Căn cứ vào khái niệm dạy học STEM, khái niệm NL NCKH cho HS phổ thông,... chúng tôi có quan niệm như sau:

Năng lực NCKH của HS thông qua dạy học STEM trong môn Khoa học Tự nhiên và Hóa học là khả năng HS vận dụng tích hợp được kiến thức, kỹ năng các môn Hóa học và KHTN, Công nghệ đặc biệt là Công nghệ thông tin, Toán kết hợp kinh nghiệm thực tiễn để giải quyết một vấn đề của chủ đề/bài học STEM/chủ đề thực tiễn STEM/dự án khoa học, kỹ thuật STEM nhằm tạo ra sản phẩm mới (kiến thức mới, kỹ năng mới, công nghệ mới...).

Đối với HS phổ thông, sản phẩm nghiên cứu chưa đòi hỏi là sản phẩm mới có ý nghĩa xã hội, mới đối với nhân loại như sản phẩm của các nhà khoa học, nhà sáng chế mà có thể chỉ là cái mới trước hết với HS, trong phạm vi trường học, địa phương. Thí dụ như kiến thức mới, kỹ năng mới, vật dụng mới... do các em tìm tòi khám phá hoặc chế tạo được. Ngoài kiến thức, kỹ năng bộ môn thì cái mới đó là kiến thức, kỹ năng về quy trình NCKH và công nghệ, thí dụ quy trình làm sữa chua, quy trình nuôi tinh thể, quy trình làm phân bón hữu cơ từ rác thải...

Phát triển NL NCKH thông qua vận dụng dạy học STEM trong môn KHTN và Hóa học là quá trình GV thiết kế tổ chức hoạt động cụ thể theo kế hoạch định trước tạo điều kiện cho HS phát triển một số NL thành phần với tiêu chí/ biểu hiện tường minh có thể kiểm tra và đánh giá được.

### **2.2.2 Khung phát triển năng lực nghiên cứu khoa học của học sinh trong môn Khoa học Tự nhiên và Hóa học thông qua dạy học STEM**

Trên cơ sở nghiên cứu so sánh cho thấy có sự tương đồng giữa quy trình nghiên cứu khoa học và quy trình dạy học STEM như sau:

**Bảng 1. So sánh quy trình nghiên cứu khoa học và quy trình dạy học STEM**

Quy trình chung	Quy trình nghiên cứu khoa học của HS phổ thông	Quy trình dạy học STEM theo quy trình thiết kế kỹ thuật
Lập kế hoạch	Xác định chủ đề nghiên cứu.	Xác định vấn đề, tiếp nhận nhiệm vụ.
	Xác định câu hỏi và giả thuyết nghiên cứu.	Nghiên cứu kiến thức nền, đề xuất câu hỏi.
	Đề xuất phương án thực nghiệm.	Đề xuất giải pháp thực hiện nhiệm vụ.
Thực hiện kế hoạch	Tiến hành thực nghiệm, thu thập và phân tích dữ liệu.	Thực hiện giải pháp, chế tạo sản phẩm.
	Kiểm chứng giả thuyết nghiên cứu.	Thử nghiệm và đánh giá sản phẩm.
Tổng hợp viết báo cáo và trình bày kết quả	Tổng hợp kết quả nghiên cứu, viết báo cáo nghiên cứu.	Viết báo cáo kết quả sản phẩm STEM.
	Trình bày kết quả nghiên cứu. Đề xuất và điều chỉnh nếu cần.	Trình bày sản phẩm STEM, chia sẻ, cải tiến hoàn thiện/ điều chỉnh sản phẩm nếu cần.

Vận dụng dạy học STEM trong môn KHTN và môn Hóa học theo hướng NCKH sẽ có thể phát triển năng lực NCKH cho học sinh.

Từ Bảng 1, khung phát triển NLNCKH theo các NL thành phần với các tiêu chí/ biểu hiện thông qua dạy học STEM trong môn KHTN và môn Hóa học với 4 mức độ phát triển được đề xuất như sau:

**Bảng 2. Khung phát triển năng lực nghiên cứu khoa theo các năng lực thành phần với các tiêu chí/ biểu hiện**

Năng lực thành phần	Tiêu chí/biểu hiện	Mức độ phát triển				
		Tốt	Khá	Trung bình	Yếu	
1	Hình thành giả thuyết nghiên cứu STEM/ mô hình cần thiết kế.	1.1. Đặt câu hỏi nghiên cứu.				
		1.2. Đề xuất giả thuyết NC / mô hình cần thiết kế.				
2	Đề xuất phương án thực nghiệm STEM/cách tiến hành thực hiện thiết kế.	2.1. Liệt kê dụng cụ, hóa chất, thiết bị, vật liệu... cần thiết.				
		2.2. Nêu các thí nghiệm, cách tiến hành, lập bảng biểu nếu cần.				
3	Thực hiện phương án thực nghiệm STEM, tạo sản phẩm theo mô hình thiết kế đã đề xuất.	3.1. Lắp dụng cụ hóa chất, thiết bị, thao tác với các vật liệu.				
		3.2. Tiến hành thí nghiệm, tạo sản phẩm, ghi lại quá trình và kết quả.				
4		4.1. Phân tích dữ liệu thu được.				

	Phân tích kết quả, rút ra kiến thức mới, kỹ năng mới, sản phẩm mới STEM.	4.2. Rút ra nhận xét về kiến thức mới, kỹ năng mới, sản phẩm mới.				
5	Trình bày, thảo luận kết quả STEM và điều chỉnh nếu cần.	5.1. Báo cáo được kết quả nghiên cứu theo ngôn ngữ khoa học. 5.2. Thảo luận, đánh giá và điều chỉnh nếu cần.				

Các NL thành phần được làm rõ như sau:

(1) Hình thành giả thuyết nghiên cứu STEM/ mô hình cần thiết kế.

Câu hỏi nghiên cứu thể hiện rõ định hướng nghiên cứu của chủ đề và có thể nghiên cứu được. Giả thuyết nghiên cứu hoặc mô hình sản phẩm rõ ràng, có thể kiểm chứng được, trả lời cho câu hỏi nghiên cứu. Trong đó chú ý: Yêu cầu chế tạo một sản phẩm ứng dụng gắn với nội dung bài học theo các tiêu chí cụ thể. Mô hình sản phẩm cần hướng tới: (hình vẽ, sơ đồ, ảnh...) trên cơ sở vận dụng kiến thức nền (bao gồm kiến thức trong bài học cần sử dụng để giải quyết vấn đề hoặc chế tạo sản phẩm theo yêu cầu) và đề xuất các giải pháp thiết kế đáp ứng các tiêu chí đã nêu. Trình bày và thảo luận phương án thiết kế, sử dụng kiến thức nền để giải thích, chứng minh và lựa chọn, hoàn thiện phương án tốt nhất (trong trường hợp có nhiều phương án), Ra quyết định lựa chọn một hay một số phương án/ giả thuyết.

(2) Đề xuất phương án thực nghiệm STEM/cách tiến hành thực hiện thiết kế khả thi để kiểm chứng giả thuyết nghiên cứu và mô hình thiết kế đã đề xuất: Nêu thí nghiệm hay kỹ thuật nào cần thực hiện? Dụng cụ/thiết bị nào? Hóa chất, vật liệu/nguyên liệu gì? Cách lắp đặt dụng cụ thiết bị? Cách tiến hành để tạo ra sản phẩm, cách thu thập thông tin, dữ liệu, giải thích cách làm...

(3) Thực hiện phương án thực nghiệm STEM, tạo sản phẩm STEM theo mô hình thiết kế đã đề xuất.

Tiến hành thực hiện được phương án thực nghiệm đã đề ra an toàn, đúng kỹ thuật, có kết quả rõ ràng. Tiến hành theo phương án thực nghiệm, thiết kế nhưng rõ số lượng, kỹ thuật thực hiện, quy trình thực hiện, thu thập được dữ liệu, minh chứng cho việc thực hiện, kết quả.

(4) Phân tích kết quả, rút ra kiến thức mới, kỹ năng mới, sản phẩm mới STEM.

Tổng hợp dữ liệu, minh chứng cho việc thực hiện. Phân tích kết quả, rút ra nhận xét về kết quả, sản phẩm theo tiêu chí xác định.

(5) Trình bày, thảo luận kết quả STEM và điều chỉnh nếu có.

Sử dụng ngôn ngữ khoa học, trình bày tóm tắt các kết quả bao gồm câu hỏi nghiên cứu, giả thuyết nghiên cứu/ mô hình sản phẩm, phương án thực nghiệm/phương án thiết kế, kỹ thuật thực hiện; kết quả/sản phẩm tạo ra: kiến thức, kỹ năng, thiết bị, máy móc mô hình.

Nghe thông tin phản hồi, đánh giá.

So sánh sản phẩm/kết quả thực hiện so với thiết kế/giả thuyết ban đầu, rút ra kết luận, đề xuất điều chỉnh thiết kế, cách thức thực hiện tạo ra sản phẩm nếu có.

Bốn mức độ phát triển NL NCKH thông qua dạy học STEM được xác định như sau:

*Mức 1. Tốt:* HS chủ động tích cực vận dụng kiến thức, kỹ năng STEM thực hiện được các kỹ năng nghiên cứu, bảo đảm đúng, đủ theo yêu cầu khoa học, chính xác.

*Mức 2. Khá:* HS tương đối chủ động vận dụng kiến thức, kỹ năng STEM nhưng vẫn cần sự trợ giúp của GV khi thực hiện từng kỹ năng mới đảm bảo kết quả đúng, đủ, khoa học, chính xác.

*Mức 3. Trung bình:* HS vận dụng kiến thức, kỹ năng STEM, dưới sự hướng dẫn của GV thông qua các câu hỏi, giúp đỡ cụ thể, đảm bảo kết quả đúng, đủ, chính xác khoa học nhưng chưa cao.

Mức 4. *Yếu:* HS còn bị động chưa thực hiện vận dụng, kiến thức, kỹ năng STEM, dù được GV hướng dẫn, trao đổi cụ thể nhưng kết quả vẫn chưa đúng, chưa đủ và chưa chính xác khoa học.

### 2.2.3. Thiết kế dạy học chủ đề STEM nhằm phát triển năng lực nghiên cứu khoa học cho học sinh

#### \* *Thiết kế/ Lựa chọn chủ đề STEM trong môn KHTN và môn Hóa học đáp ứng yêu cầu phát triển NL NCKH cho HS*

Việc lựa chọn một số bài học/chủ đề STEM cần đảm bảo có thể tổ chức dạy học theo quy trình thiết kế kỹ thuật theo hướng NC khoa học như: tính chất của chất/vật thể, điều chế các chất, nhận biết các chất/vật thể,... Ví dụ các chủ đề: “Tìm hiểu tính chất hóa học của Ethylic alcohol”, “Nhận biết một số chất trong các lọ không dán nhãn”, “Tách chất cụ thể ra khỏi hỗn hợp chất rắn, chất lỏng, tinh thể (làm sạch chất)” trong môn KHTN và môn Hóa học.

Một số chủ đề STEM đáp ứng yêu cầu của thực tiễn đời sống, sản xuất, đảm bảo có thể tìm hiểu theo quy trình thiết kế kỹ thuật, thí dụ như: chế biến đồ ăn (sữa chua, bánh, nước uống sinh tố, bánh sinh nhật,...); tạo ra hóa chất để sử dụng trong phòng thí nghiệm; tạo ra vật liệu cần thiết mà thực tế còn chưa có, thí dụ như: làm giấy chỉ thị màu có nguồn gốc thực vật, làm thuốc trừ sâu có nguồn gốc thực vật, làm nến thơm từ phế thải bã hồi, nuôi tinh thể, ...).

Một số chủ đề STEM gắn với thực tiễn có quy mô lớn hơn tạo điều kiện để phát triển tốt hơn NLNCKH cho HS. Ví dụ như: “Thiết kế trồng cây thủy canh, xây dựng vườn trường”, “Tạo máy phát điện”, “Làm tên lửa”, “Làm dụng cụ lọc nước”, “Thiết kế mạch điện”, “Chế tạo bình chữa cháy mini”... trong môn KHTN và môn Hóa học.

#### \* *Thiết kế dạy học chủ đề STEM nhằm phát triển NL NCKH cho HS*

- *Xác định mục tiêu chủ đề:* Ngoài các mục tiêu theo quy định phù hợp với yêu cầu cần đạt, cần xác định trọng tâm phát triển NL NCKH với 5 NL thành phần và 10 tiêu chí/ biểu hiện cụ thể với chủ đề STEM. Mục tiêu ngắn gọn cụ thể, tường minh để có thể đánh giá được NL NCKH sau khi cho HS thực hiện một hoặc một số chủ đề STEM phù hợp ở môn KHTN và Hóa học.

- *Thiết kế hoạt động dạy học:* Các hoạt động dạy học nên có nội dung phù hợp tương ứng với các NL thành phần của NL NCKH theo quy trình khoa học kỹ thuật đã nêu trên để đạt được mục tiêu dạy học chủ đề STEM đồng thời đạt mục tiêu là rèn luyện được kỹ năng, phát triển NL NCKH cho HS.

- Ví dụ 1: Để thực hiện dạy học chủ đề STEM trong môn KHTN 9 và môn Hóa học trong chủ đề “Kim loại” hoặc “Đại cương Kim loại” với mục đích là hình thành kiến thức mới cho HS: Tác dụng của dung dịch acid với kim loại nhằm phát triển NL NCKH cho HS, có thể thực hiện theo các hoạt động sau:

*Hoạt động 1. Nêu câu hỏi nghiên cứu về tác dụng của acid với kim loại và đề xuất giả thuyết nghiên cứu.*

GV có thể có những câu hỏi gợi mở để giúp HS tìm được câu hỏi nghiên cứu phù hợp, ví dụ: “Acid có thể tác dụng với tất cả các kim loại như nhau không?”

*Giả thuyết nghiên cứu (có thể là dự đoán) trả lời cho câu hỏi nghiên cứu có thể là:*

Khả năng tác dụng của acid với tất cả các kim loại không giống nhau. Dung dịch acid có thể tác dụng với một số kim loại giải phóng khí  $H_2$ .... Do kiến thức nền khác nhau nên cơ sở để đề xuất giả thuyết nghiên cứu về khả năng tác dụng của acid với kim loại của HS lớp 9 (môn KHTN) và HS lớp 12 (môn Hóa học) là khác nhau. HS lớp 9 chỉ có thể dựa vào một số kiến thức thực tiễn về tác dụng của một vài acid (thí dụ dung dịch  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ) với kim loại Fe, Zn. HS lớp 12 có thể đưa ra dự đoán dựa trên hiểu biết về cấu tạo nguyên tử kim loại, độ âm điện, năng lượng ion hóa, phản ứng trong dung dịch chất điện li, phản ứng đã biết của một số kim loại với dung dịch acid ( $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $CH_3COOH$ ,  $HNO_3$ )...



*Hoạt động 2. Đề xuất phương án thực nghiệm, kiểm chứng tính đúng đắn của giả thuyết.*

Vấn đề đặt ra là: Làm thế nào để kiểm chứng được giả thuyết nêu ra là đúng?

- Đề xuất một số thí nghiệm acid tác dụng với kim loại có trong phòng thí nghiệm, đời sống. Có thể đề xuất thí nghiệm dung dịch HCl tác dụng với Fe, Cu, Zn; kê tên hóa chất, dụng cụ; nêu cách tiến hành mỗi thí nghiệm, thu thập thông tin qua thí nghiệm và rút ra nhận xét; lập bảng theo dõi và kết quả thí nghiệm.

- Có thể tìm thông tin về tác dụng của acid với kim loại từ sách giáo khoa, sách tham khảo hoặc có thể tìm thông tin bằng công cụ tìm kiếm Google. Có thể gõ từ khóa thích hợp, thí dụ: acid tác dụng với kim loại...

Ghi vào bảng thu thập thông tin (Bảng 3); Sử dụng điện thoại để ghi lại quá trình thực hiện, hình ảnh thí nghiệm và kết quả nếu được.

**Bảng 3. Minh họa bảng trình bày Thí nghiệm nghiên cứu tác dụng của acid với kim loại**

Acid	Kim loại	Dụng cụ, hóa chất, vật liệu	Cách tiến hành	Hiện tượng, giải thích, PTHH nếu có	Hình ảnh minh họa
Dung dịch HCl	Fe				
Dung dịch HCl	Cu				
Dung dịch H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Zn				
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> đặc, t <sup>0</sup>	Cu				
Nhận xét					

Do khác nhau về mức độ kiến thức, kỹ năng nền, nên HS lớp 12 có đề xuất đầy đủ, đa dạng, chính xác và nhanh hơn HS lớp 9 có cùng học lực.

*Hoạt động 3. Thực hiện phương án thực nghiệm STEM.*

HS có thể thực hiện các đề xuất nêu trên.

Ví dụ: Có thể cho HS thực hiện theo các phương án thực nghiệm các mức độ phù hợp với điều kiện nhà trường: tiến hành thí nghiệm thực, quan sát thí nghiệm biểu diễn, quan sát video thí nghiệm hoặc thí nghiệm ảo; HS quan sát ghi chép vào phiếu thí nghiệm, chụp ảnh, ghi hình bằng điện thoại; Kết quả thể hiện rõ thao tác, kỹ thuật thực hiện, sử dụng dụng cụ hóa chất an toàn hiệu quả.

*Hoạt động 4. Tổng hợp phân tích kết quả, rút ra nhận xét.*

Trên cơ sở tổng hợp phân tích kết quả thí nghiệm, kết quả tìm kiếm thông tin, hướng dẫn HS thảo luận, rút ra nhận xét về tác dụng của acid với kim loại.

*Hoạt động 5. Trình bày kết quả, nhận thông tin phản hồi, đánh giá và điều chỉnh, nếu có.*

Có thể cho đại diện nhóm HS trình bày. Các HS khác lắng nghe, góp ý, bổ sung.

GV nhận xét, trình bày chốt nội dung đã hoàn thiện, đánh giá kết quả... Có thể mở rộng hướng tìm hiểu về tác dụng của acid khác với kim loại đặc biệt hơn để HS tiếp tục nghiên cứu.

Sản phẩm thu được là kiến thức, kỹ năng về tác dụng của dung dịch acid với kim loại. HS so sánh với giả thuyết/ đề xuất ban đầu để hoàn thiện/ điều chỉnh thêm kiến thức ban đầu.

Việc thực hiện tổ chức dạy học một bài học, một chủ đề có thể sử dụng nhiều phương pháp khác nhau, tuy nhiên nếu không tổ chức cho HS thực hiện chủ đề STEM theo hướng NCKH thì khó có thể phát triển NL NCKH cho HS.

- Ví dụ 2: Sau khi HS tìm hiểu về “Kim loại” môn KHTN 9, hoặc “Đại cương Kim loại” hoặc chuyên đề Hóa học 12 “Kim loại chuyên tiếp” có thể cho HS tìm hiểu vận dụng kiến thức kĩ năng với chủ đề “Nuôi tinh thể”, thí dụ nuôi tinh thể  $\text{CuSO}_4$  theo hình thức tổ chức hoạt động trải nghiệm cho HS.

Các hoạt động có thể là:

*Hoạt động 1. Xác định vấn đề. Nêu câu hỏi nghiên cứu và giả thuyết nghiên cứu/mô hình sản phẩm cần hướng tới.*

GV hướng dẫn HS tìm thông tin về nuôi tinh thể, thí dụ bằng công cụ tìm kiếm Google. HS đánh từ khóa nuôi tinh thể..., từ đó có thể thu thập thông tin về cách nuôi tinh thể, hình dạng, kích thước, màu sắc của các tinh thể... GV nêu câu hỏi gợi mở để HS thảo luận nêu được câu hỏi nghiên cứu và giả thuyết nghiên cứu/ mô hình sản phẩm. Có thể như sau:

*Câu hỏi nghiên cứu:* Liệu có thể nuôi được tinh thể  $\text{CuSO}_4$  theo phương pháp nào? Điều kiện thực hiện có khác nhau không? Tinh thể  $\text{CuSO}_4$  tạo ra luôn giống nhau hay không?

*Giả thuyết nghiên cứu:* Có thể nuôi tinh thể  $\text{CuSO}_4$  theo phương pháp kết tinh dung dịch bão hòa theo 2 giai đoạn: Tạo tinh thể và nuôi tinh thể. Có thể được thực hiện ở điều kiện khác nhau (thời gian khác nhau, nhiệt độ khác nhau, nồng độ khác nhau), sản phẩm có thể khác nhau về hình dạng, độ bền, kích thước...

Cần có hình ảnh mô hình sản phẩm tinh thể  $\text{CuSO}_4$  được giới thiệu minh họa trên cơ sở kiến thức nền và tìm hiểu trên mạng.

GV yêu cầu HS đề xuất, thảo luận, làm việc cá nhân/ nhóm để hoàn thiện kết quả.

*Hoạt động 2. Thiết kế phương án tạo tinh thể (để kiểm chứng giả thuyết)*

GV hướng dẫn HS sử dụng thông tin có liên quan đã thu thập được để có thể đưa ra các phương án khác nhau, thảo luận chia sẻ để tạo ra kết quả. Ví dụ:

Phương án 1: Tạo tinh thể  $\text{CuSO}_4$  bình thường, không có điểm đặc biệt về hình dáng, độ lớn, mô tả hình dạng, màu sắc (hình ảnh cụ thể).

Phương án 2: Tạo tinh thể có hình dạng đặc biệt, có tính nghệ thuật. Mô tả hình dạng, màu sắc cụ thể (hình ảnh). Lựa chọn 1 phương án cụ thể.

Thiết kế cụ thể cho mỗi phương án ở 2 giai đoạn nuôi tinh thể: Tạo tinh thể ban đầu và nuôi tinh thể; Nêu rõ dụng cụ, hóa chất, cách tiến hành. Kĩ thuật thực hiện trong mỗi giai đoạn (tạo bằng để tạo sản phẩm thiết kế rõ ràng); HS thảo luận theo nhóm, phân tích thuận lợi, khó khăn, ưu điểm và hạn chế để tạo sản phẩm. Thiết kế phong phú, đa dạng sáng tạo, có tiêu chí kĩ thuật rõ ràng.

HS có thể trình bày việc tạo tinh thể  $\text{CuSO}_4$  theo các phương án khác nhau, thí dụ như:

**Bảng 4. Minh họa bảng trình bày thí nghiệm Tạo tinh thể  $\text{CuSO}_4$**

Thí nghiệm	Lượng nước (V)	Lượng $\text{CuSO}_4$ ngậm nước (g)	Nhiệt độ ban đầu	Nhiệt độ để lắng (nhiệt độ phòng hay tủ mát)	Thời gian	Yếu tố /kĩ thuật khác	Kết quả ước lượng (màu sắc, hình dạng, kích thước, độ bền), hình ảnh
Cốc 1							
Cốc 2							
Cốc 3							
Cốc 4							

GV hướng dẫn nhóm HS có thể cố định một số yếu tố cơ bản (lượng nước, lượng muối), thay đổi một số yếu tố khác như thời gian, nhiệt độ... để rút ra nhận xét., HS có thể thực hiện ở nhà, ở phòng thí nghiệm của trường, có thể thực hiện theo cá nhân hoặc nhóm.

*Hoạt động 3. Thực hiện thiết kế đã xác định.*

HS lấy dụng cụ, hóa chất, thực hiện các thao tác, ghi kết quả; phân công nhóm HS chuẩn bị dụng cụ, chuẩn bị hóa chất, tiến hành ở nhà hoặc tiến hành ở phòng thí nghiệm...; HS có thể tìm hiểu độ bền của các tinh thể, độ lớn, hình dáng của sản phẩm...; tính toán lượng hóa chất cần sử dụng cho hiệu quả.

Chú ý sử dụng điện thoại thông minh để chụp ảnh, quay video ghi lại quá trình thực hiện và sản phẩm tạo ra theo các cách khác nhau của mỗi cá nhân, nhóm.

*Hoạt động 4. Phân tích kết quả. Tổng hợp phân tích kết quả, rút ra nhận xét.*

Từ bảng kết quả thu thập được, GV yêu cầu HS có thể thảo luận, rút kinh nghiệm, hoàn thiện quy trình, tiêu chí kỹ thuật tạo ra sản phẩm tinh thể  $\text{CuSO}_4$  nói riêng và tạo tinh thể chất rắn hòa tan trong nước nói chung.

*Hoạt động 5. Báo cáo kết quả: Trình bày giới thiệu về quá trình, sản phẩm, công dụng và ý nghĩa.*

HS có thể trình bày báo cáo bằng video, có hình ảnh thực hiện các quá trình, hình ảnh sản phẩm, những kết luận rút ra.

Từ kết quả thực hiện, so sánh với mô hình ban đầu, HS có thể điều chỉnh thiết kế, mô hình sản phẩm, các tiêu chí kỹ thuật và điều kiện thực hiện.

Do HS lớp 9 và HS lớp 12 có mức độ kiến thức, kỹ năng khác nhau nên cách thực hiện, kết quả sẽ khác nhau khi thực hiện chủ đề STEM trên.

#### **2.2.4. Đánh giá năng lực nghiên cứu khoa học thông qua dạy học STEM trong môn Khoa học Tự nhiên và môn Hóa học**

##### **\* Khung đánh giá năng lực nghiên cứu khoa học**

Căn cứ vào 4 mức độ đánh giá của Bộ Giáo dục và Đào tạo về kết quả học tập của HS (tốt, khá, đạt và chưa đạt), trên cơ sở khung phát triển năng lực nghiên cứu khoa học với 4 mức độ phát triển ở Bảng 2, xây dựng khung đánh giá NL NCKH tương ứng dựa trên mức độ tự lực, kết quả đạt được của HS với thang điểm 4. Cụ thể là: Mức 1 (4 điểm) Tốt; Mức 2 (3 điểm) Khá; Mức 3 (2 điểm) Trung bình, Mức 4 (1 điểm) Yếu, tương ứng 4 mức độ phát triển NL NCKH.

**Bảng 5. Khung đánh giá năng lực nghiên cứu khoa học của học sinh**

Năng lực thành phần	Tiêu chí/ biểu hiện	Mức độ đánh giá			
		Tốt (4đ)	Khá (3đ)	Trung bình (2đ)	Yếu (1đ)
1	Hình thành giả thuyết nghiên cứu STEM/ mô hình cần thiết kế.				
	1.1. Đặt câu hỏi nghiên cứu. 1.2. Đề xuất giả thuyết NC/mô hình cần thiết kế.				
2	Đề xuất phương án thực nghiệm STEM/cách tiến hành thực hiện thiết kế.				
	2.1. Liệt kê dụng cụ, hóa chất, thiết bị, vật liệu cần thiết. 2.2. Nêu các thí nghiệm, cách tiến hành, dự kiến kết quả.				
3	Thực hiện phương án thực nghiệm STEM, tạo sản phẩm theo mô hình thiết kế đã đề xuất.				
	3.1. Lắp dụng cụ hóa chất, thiết bị, thao tác với các vật liệu. 3.2. Tiến hành thí nghiệm, tạo sản phẩm. ghi lại quá trình và kết quả.				
4	Phân tích kết quả, rút ra kiến thức mới, kỹ năng				
	4.1. Phân tích dữ liệu. 4.2. Rút ra nhận xét về kiến thức mới, kỹ năng mới, sản phẩm mới.				

	mới, sản phẩm mới STEM.					
5	Trình bày, thảo luận kết quả và điều chỉnh nếu cần.	5.1. Báo cáo được kết quả nghiên cứu theo ngôn ngữ khoa học.				
		5.2. Thảo luận, đánh giá và điều chỉnh nếu cần.				

**\* Xây dựng công cụ đánh giá năng lực nghiên cứu khoa học thông qua dạy học STEM trong môn KHTN và Hóa học**

Trên cơ sở khung đánh giá NL NCKH ở Bảng 3, nghiên cứu định hướng đánh giá NL trong chương trình môn KHTN và môn Hóa học, một số thông tư về kiểm tra đánh giá kết quả học tập của học sinh trung học, một số kết quả đánh giá NL NCKH trong một số nghiên cứu đã thực hiện [28], [30], [32], có đề xuất sau:

*Yêu cầu của Bộ công cụ đánh giá NL NCKH cho HS:*

- Bộ công cụ đánh giá giúp tạo ra kết quả đảm bảo khách quan, chính xác, có độ giá trị và độ tin cậy cao, phù hợp với định hướng đánh giá NL của Bộ Giáo dục và Đào tạo Việt Nam.

- Bộ công cụ đánh giá cần căn cứ vào khung NL NCKH, các mức độ phát triển của NL NCKH theo các mức độ từ thấp đến cao: Yếu (1 điểm), Trung bình (2 điểm), Khá (3 điểm), Tốt (4 điểm).

- Kết hợp đánh giá NL NCKH theo tiêu chí/ biểu hiện, và theo chuẩn (điểm số). Kết hợp đánh giá qua quan sát quá trình và đánh giá qua hồ sơ, đề kiểm tra về nội dung KHTN và Hóa học, kết hợp tự đánh giá, đánh giá đồng đẳng với đánh giá của GV, cán bộ quản lí.

Bộ công cụ đánh giá NL NCKH có thể gồm:

- Công cụ đánh giá dành cho giáo viên: Phiếu hỏi GV, Bảng kiểm quan sát HS, Bài kiểm tra đánh giá NL NCKH của HS, phiếu đánh giá sản phẩm của HS...

- Công cụ để HS tự đánh giá và đánh giá đồng đẳng: Phiếu hỏi HS.

**\* Phương pháp xây dựng bộ công cụ đánh giá NL NCKH**

- *Xây dựng phiếu hỏi, bảng kiểm:* Từ khung cấu trúc đánh giá NL NCKH đã xây dựng ở Bảng 5, có thể làm cơ sở khoa học để xây dựng bộ phiếu hỏi dành cho HS, phiếu hỏi dành cho GV, cán bộ quản lí, bảng kiểm sát để GV đánh giá NL NCKH của HS theo các tiêu chí và đánh giá theo chuẩn (điểm số). Tuy nhiên đối với mỗi bộ công cụ có thể điều chỉnh cho phù hợp. Do khuôn khổ của bài báo, chúng tôi xin giới thiệu một ví dụ cụ thể như sau.

**Bảng 6. Phiếu đánh giá năng lực nghiên cứu khoa học do HS tự đánh giá**

<i>Thông tin cá nhân người đánh giá:</i>					
<i>Họ và tên.....: Lớp.....</i>					
<i>Trường:.....</i>					
<i>Thời điểm đánh giá: .....</i>					
<i>Em hãy đọc nội dung ở bảng sau và tự đánh giá về NL NCKH của bản thân bằng cách cho điểm vào ô thích hợp, tương ứng với từng tiêu chí.</i>					
Năng lực thành phần	Tiêu chí/ biểu hiện	Mức độ đánh giá			
		Tốt (4đ)	Khá (3đ)	Trung bình (2đ)	Yếu (1đ)
1	1.1. Đặt câu hỏi nghiên cứu.				

	Hình thành giả thuyết nghiên cứu STEM/ mô hình cần thiết kế.	1.2. Đề xuất giả thuyết NC/mô hình cần thiết kế.				
2	Đề xuất phương án thực nghiệm STEM/cách tiến hành thực hiện thiết kế.	2.1. Liệt kê dụng cụ, hóa chất, thiết bị, vật liệu cần thiết.				
		2.2. Nêu các thí nghiệm, cách tiến hành, dự kiến kết quả.				
3	Thực hiện phương án thực nghiệm STEM, tạo sản phẩm theo mô hình thiết kế đã đề xuất.	3.1. Lắp dụng cụ hóa chất, thiết bị, thao tác với các vật liệu.				
		3.2. Tiến hành thí nghiệm, tạo sản phẩm. ghi lại quá trình và kết quả.				
4	Phân tích kết quả, rút ra kiến thức mới, kỹ năng mới, sản phẩm mới STEM.	4.1. Phân tích dữ liệu.				
		4.2. Rút ra nhận xét về kiến thức mới, kỹ năng mới, sản phẩm mới.				
5	Trình bày, thảo luận kết quả và điều chỉnh nếu cần.	5.1. Báo cáo được kết quả nghiên cứu theo ngôn ngữ khoa học.				
		5.2. Thảo luận, đánh giá và điều chỉnh nếu cần.				

HS đạt NL NCKH Tốt: 36 - 40 điểm; Khá 30 - 35 điểm; Trung bình: 20 - 29 điểm; Yếu: dưới 20 điểm.

*- Xây dựng bài kiểm tra đánh giá NL NCKH:*

Trước hết, cần thiết kế được câu hỏi/bài tập/nhiệm vụ đánh giá được 5 NL thành phần và 10 tiêu chí/ biểu hiện tương ứng của khung đánh giá NL NCKH đã đề xuất.

Có thể có 3 loại câu hỏi/ bài tập/ nhiệm vụ để đánh giá NL NCKH, như sau:

*Loại câu hỏi/bài tập/nhiệm vụ cơ bản:* Tương ứng với mỗi tiêu chí/ biểu hiện. Ví dụ: “Từ một số hiểu biết của em về tác dụng của acid với kim loại, hãy nêu câu hỏi nghiên cứu để có thể tìm hiểu tác dụng của acid với kim loại”. Có thể sử dụng câu hỏi tự luận, câu hỏi trắc nghiệm khách quan (câu hỏi nhiều lựa chọn, câu hỏi đúng sai, câu hỏi điền khuyết phù hợp).

*Loại câu hỏi/bài tập/nhiệm vụ kết hợp:* Tương ứng với ít nhất 2 tiêu chí trở lên. Ví dụ: “Từ một số hiểu biết của em về tác dụng của acid với kim loại, hãy nêu câu hỏi nghiên cứu có thể nghiên cứu được và đề xuất giả thuyết nghiên cứu cho phù hợp”. Có thể sử dụng câu hỏi tự luận, câu hỏi trắc nghiệm khách quan (câu hỏi nhiều lựa chọn, câu hỏi đúng sai, câu hỏi điền khuyết).

*Loại câu hỏi/bài tập/nhiệm vụ phức hợp:* Tương ứng với tất cả tiêu chí. Có thể kiểm tra đánh giá được NL NCKH theo một số hoặc tất cả 10 các tiêu chí/ biểu hiện. Dạng câu hỏi này thường là tự luận, giao nhiệm vụ,...

Ví dụ: Hãy thực hiện chủ đề STEM theo quy trình 5 bước cụ thể như: Nuôi tinh thể muối ăn (hoặc làm bánh sinh nhật tặng mẹ), hoặc lắp pin điện hóa có nguồn gốc thực vật, chế tạo bình chữa cháy mini),...

Thiết kế đề kiểm tra: Tùy theo mục đích, thời gian cần lựa chọn câu hỏi/Bài tập/nhiệm vụ cho phù hợp:

Việc thiết kế đề kiểm tra cần theo hướng dẫn của Bộ Giáo dục và Đào tạo: Mục đích, Ma trận đề, Đề kiểm tra, Hướng dẫn chấm điểm.

### 3. Kết luận

Trên cơ sở khoa học và thực tiễn của thế giới và Việt Nam, các tác giả đã có một số đề xuất mới cơ bản, trọng tâm về dạy học STEM trong môn KHTN và Hóa học góp phần phát triển năng lực NCKH cho HS theo Chương trình Giáo dục phổ thông môn Hóa học 2018 như: Khái niệm phát triển NL NCKH, Khung phát triển NL NCKH theo 5 NL thành phần với 10 tiêu chí và 4 mức độ; Thiết kế dạy học chủ đề STEM (gồm lựa chọn chủ đề STEM và thiết kế dạy học STEM, có thí dụ minh họa phát triển NL NCKH); Đánh giá NL NCKH của HS gồm khung đánh giá 5 NL thành phần, 10 tiêu chí và 4 mức độ, thiết kế bộ công cụ đánh giá NL NCKH với yêu cầu chung, loại công cụ, phương pháp thiết kế bộ công cụ đánh giá dành cho GV và HS, thiết kế câu hỏi và bài tập/nhiệm vụ đánh giá NL NCKH theo 3 loại, từ đó thiết kế đề kiểm tra theo quy trình chung.

Kết quả nghiên cứu này hy vọng sẽ giúp tháo gỡ khó khăn cho GV, tạo kiện cho các GV vận dụng linh hoạt sáng tạo, phù hợp với điều kiện cụ thể của địa phương để có thể dạy học STEM góp phần phát triển NL NCKH trong dạy học, đồng thời phát triển một số NL chung, NL đặc thù thông qua dạy học môn Hóa học.

Đây là cơ sở để triển khai các nghiên cứu tác động về việc phát triển NL NCKH của HS thông qua dạy học STEM tại các nhà trường khi triển khai chương trình giáo dục phổ thông 2018 theo [33].

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Morrison J, (2020). *Components of Teaching and Learning in a STEM School*, 3rd Edition. New York: ABC Publishing.
- [2] Felder RM, Brent R, (2024). *Teaching and learning STEM: A practical guide*, 3rd Edition. Jossey-Bass (Wiley).
- [3] Tunc C & Bagceci B, (2020). Teachers' views of the implementation of STEM approach in secondary schools and the effects on students. *Pedagogical Research*, 6(1), em0085, DOI: 10.29333/pr/9295, URL: <https://doi.org/10.29333/pr/9295>.
- [4] Misseyanni A, Marouli C & Papadopoulou P, (2016). *Stories of Active Learning in STEM: Lessons for STEM Education*, The Future of Education, Florence, Italy.
- [5] Mark S, (2008). *STEM, STEM education, STEM Mania*. The Technology Teacher.
- [6] Brown J, (2012). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(5),7-11.
- [7] Capraro RM, Capraro MM & Morgan JR, (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Springer Science & Business Media.
- [8] Cantrell P & Ewing-Taylor J, (2009). Exploring STEM career options through collaborative high school seminars. *Journal of Engineering Education*, 98(3), 295-303.
- [9] Margaret M, Capraro RM, Capraro MM & Morgan JR, (2013). *STEM Project-Based Learning – An Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Approach*. Sense Publishers.
- [10] Yu YC, Chang SH & Yu LC, (2016). An Academic Trend in STEM Education from Bibliometric and Co-Citation Method. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(2), 113-116.

- [11] Bộ Giáo dục & Đào tạo, (2017). *Hội thảo Giáo dục STEM trong Chương trình Giáo dục phổ thông mới*, Hà Nội.
- [12] Bộ Giáo dục & Đào tạo, (2018). *Chương trình Giáo dục phổ thông môn Hóa học*. Ban hành kèm theo thông tư 32/2018/TT-BGDĐT, Hà Nội.
- [13] Bộ Giáo dục & Đào tạo, (2019). *Tài liệu tập huấn cán bộ quản lý, giáo viên về xây dựng chủ đề giáo dục STEM trong giáo dục trung học*, Hà Nội.
- [14] Bộ Giáo dục & Đào tạo, (2018). *Chương trình Giáo dục phổ thông môn Khoa học Tự nhiên*, Ban hành kèm theo thông tư 32/2018/TT-BGDĐT, Hà Nội.
- [15] ĐTX Thảo, CT Thặng, LTH Hải & TTY Vy, (2018). Thiết kế tiến trình dạy học chủ đề tích hợp “Pin điện hóa sáng tạo” theo định hướng giáo dục STEM. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, 63(10), 167-181.
- [16] ĐTX Thảo & CT Thặng, (2019). Developing the competence of organizing integrated STEM teaching activities for pre-service chemistry teachers. *International Conference on Teacher Education Renovation - ICTER - I AM STEM 2019*. Thai Nguyen University of Education, 188-201.
- [17] CT Thặng & ĐTX Thảo, (2019). Phát triển năng lực dạy học tích hợp cho sinh viên sư phạm hoá học. *Tạp chí Khoa học Giáo dục Việt Nam*, (23-tháng 11).
- [18] ĐTX Thảo, (2020). *Phát triển năng lực dạy học chủ đề tích hợp cho sinh viên sư phạm hóa học*. Luận án Tiến sĩ Khoa học Giáo dục, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
- [19] NTT Trang, (2021). *Phát triển năng lực dạy học STEM cho sinh viên Sư phạm Hóa học*. Luận án Tiến sĩ Khoa học Giáo dục, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
- [20] Bộ Giáo dục & Đào tạo, (2021). *Chương trình Phát triển giáo dục Trung học Giai đoạn 2*. Tổng Chủ biên: Lê Huy Hoàng và các tác giả, Hướng dẫn xây dựng kế hoạch bài dạy STEM - 6 - 12 theo Chương trình GDPT năm 2018.
- [21] ĐH Ngọc, LH Hoàng & TT Ninh, (2021). Phát triển năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ hóa học thông qua dạy học STEM phần Phi kim Hóa học 11. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, 66(4E), 34-45.
- [22] MTC Vân & NĐ Anh, (2021). Tổ chức hoạt động dạy học theo phương pháp nghiên cứu khoa học nhằm phát triển NL KHTN cho học sinh. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, 66(4E), 23-33
- [23] NM Đức, ĐTT Hường & TT Ngân, (2021). Thiết kế hoạt động trải nghiệm STEM cho học sinh theo hướng nghiên cứu khoa học. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, 66(4E), 295-308.
- [24] CT Thặng & LN Vịnh, (2015). Một số kết quả rèn kỹ năng nghiên cứu khoa học cho học sinh Trung học cơ sở bằng cách áp dụng phương pháp bàn tay nặn bột trong dạy học hóa học ở Bình Định. *Tạp chí Khoa học Giáo dục*, (120), 43-46.
- [25] CT Thặng & PTK Ngân, (2016). Một số đề xuất bước đầu về phát triển năng lực tìm tòi nghiên cứu khoa học cho học sinh Trung học phổ thông thông qua dạy học Hóa học ở trường phổ thông. *Tạp chí Khoa học Giáo dục*, (127-tháng 4), 13-15, 61.
- [26] HTL Hương, (2017). Phát triển năng lực nghiên cứu khoa học của HS thông qua dạy học lĩnh vực khoa học tự nhiên ở trường Trung học cơ sở. *Tạp chí khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, (1A), 218-266.
- [27] PTK Ngân & CT Thặng, (2017). Hướng dẫn học sinh nghiên cứu khoa học nhằm phát triển năng lực tìm tòi nghiên cứu khoa học cho học sinh trung học phổ thông trong dạy học Hóa học. *Kỷ yếu hội thảo khoa học quốc tế phát triển năng lực sư phạm đội ngũ giáo viên Khoa học Tự nhiên đáp ứng yêu cầu đổi mới giáo dục phổ thông*, Hà Nội/2017/Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 381-392.

- [28] CT Thặng & PTK Ngân, (2017). Thiết kế Bộ công cụ đánh giá năng lực tìm tòi nghiên cứu khoa học của học sinh trung học phổ thông trong dạy học Hóa học. *Kỷ yếu hội thảo khoa học quốc tế phát triển năng lực sư phạm đội ngũ giáo viên KHTN đáp ứng yêu cầu đổi mới giáo dục phổ thông Hà Nội/2017/Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 381-392.
- [29] PTK Ngân, (2018). *Phát triển năng lực tìm tòi nghiên cứu khoa học cho học sinh THPT thông qua dạy học Hóa học*. Luận án Tiến sĩ Khoa học Giáo dục, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
- [30] CT Thặng & VM Tuân, (2019). Xây dựng bài tập hóa học theo định hướng phát triển NL NCKH cho học sinh trung học. *Kỷ yếu Hội thảo Khoa học toàn quốc lần thứ 8 “Hóa học Việt Nam vì sự phát triển bền vững”*, Hà Nội, 2019, Hội Hóa học Việt Nam & Đại học Bách khoa Hà Nội, 180-185.
- [31] CT Thặng & VM Tuân, (2020). Sử dụng bài tập phần kim loại trong dạy học Hóa học ở Trung học phổ thông nhằm phát triển năng lực nghiên cứu khoa học cho học sinh. *Tạp chí Hóa học và Ứng dụng*, (Chuyên đề 2-2020).
- [32] VM Tuân, CT Thặng & NN Hà, (2020). Thiết kế bộ công cụ đánh giá năng lực nghiên cứu khoa học của học sinh trong dạy học Hóa học 12 phần Kim loại. *Tạp chí Khoa học Giáo dục Việt Nam*, (32-Tháng 8).
- [33] CT Thặng & LN Vịnh, (2021). Nghiên cứu tác động góp phần đổi mới giáo dục phổ thông theo định hướng phát triển năng lực học sinh trong dạy học môn Khoa học Tự nhiên và môn Hóa học. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, ISSN 2354-1075, (4E), 13-22.