

BUILDING A STUDENT SCIENTIFIC COMPETENCY FRAMEWORK

Tran Thi Thu Hue¹, Do Huong Tra², Nguyen Quang Linh^{1*}

¹TNU - University of Education

²Ha Noi University of Education

ARTICLE INFO		ABSTRACT
Received:	08/8/2024	This study aims to propose a scientific competency framework for students in STEMS education, addressing the current need for developing scientific competencies in education. To achieve this objective, the study employed the Delphi method to gather opinions from experts in the field of science education through two rounds of surveys, with 50 experts in the first round and 45 experts in the second round. After two iterations, the scientific competency framework was finalized with 6 component competencies and 24 behavioral indicators: Identifying societal needs and determining the scientific problems to be solved; Proposing ideas/solutions based on known knowledge and skills; Designing according to the proposed ideas; Experimenting with the design; Evaluating and revising the design; Acquiring knowledge and assessing the value of the acquired knowledge. This study contributes to the development of a scientific competency framework for students, thereby enhancing the ability to apply knowledge and providing a useful tool for science education in the context of globalization.
Revised:	31/10/2024	
Published:	31/10/2024	
KEYWORDS		
Scientific competency framework		
STEMS education		
Delphi method		
Student competency development		
Science education		

XÂY DỰNG CẤU TRÚC KHUNG NĂNG LỰC KHOA HỌC CỦA HỌC SINH

Trần Thị Thu Huệ¹, Đỗ Hương Trà², Nguyễn Quang Linh^{1*}

¹Trường Đại học Sư phạm - ĐH Thái Nguyên

²Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài:	08/8/2024
Ngày hoàn thiện:	31/10/2024
Ngày đăng:	31/10/2024
TỪ KHÓA	
Khung năng lực khoa học	Nghiên cứu này nhằm đề xuất một khung năng lực khoa học cho học sinh trong dạy học theo giáo dục STEMS, nhằm đáp ứng nhu cầu phát triển năng lực khoa học trong giáo dục hiện nay. Để đạt được mục tiêu này, nghiên cứu đã sử dụng phương pháp Delphi để thu thập ý kiến từ các chuyên gia trong lĩnh vực giáo dục khoa học, qua hai vòng khảo sát với 50 chuyên gia ở vòng 1 và 45 chuyên gia ở vòng 2. Qua hai vòng lặp, khung năng lực khoa học được hoàn thiện với 6 năng lực thành tố và 24 chỉ số hành vi: Phát hiện nhu cầu của xã hội và xác định vấn đề khoa học cần giải quyết; Đề xuất các ý tưởng/giải pháp dựa trên các kiến thức kỹ năng đã biết; Thiết kế theo ý tưởng đã đề xuất; Thử nghiệm thiết kế; Đánh giá và chỉnh sửa thiết kế; Tiếp nhận kiến thức và đánh giá giá trị của kiến thức đã tiếp nhận. Nghiên cứu này đóng góp vào việc xây dựng hệ thống khung năng lực khoa học cho học sinh, qua đó nâng cao khả năng áp dụng kiến thức và cung cấp công cụ hữu ích cho giáo dục khoa học trong bối cảnh quốc tế hóa.
Giáo dục STEMS	
Phương pháp Delphi	
Phát triển năng lực học sinh	
Giáo dục khoa học	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.10899>

* Corresponding author. Email: nguyenquanglinh@dhsptn.edu.vn

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh giáo dục hiện nay, việc phát triển năng lực khoa học cho học sinh đóng vai trò quan trọng và cần thiết. Chương trình giáo dục phổ thông 2018 tại Việt Nam đã chuyển hướng từ việc truyền đạt kiến thức đơn thuần sang việc phát triển phẩm chất và năng lực cho người học, trong đó năng lực khoa học được coi là một trong những năng lực cốt lõi cần được chú trọng [1]. Năng lực khoa học không chỉ giúp học sinh nắm vững các kiến thức khoa học mà còn giúp các em có khả năng áp dụng những kiến thức đó vào thực tiễn, từ đó nâng cao khả năng tư duy phản biện, giải quyết vấn đề và ra quyết định dựa trên chứng cứ khoa học [2], [3].

Các khái niệm về năng lực khoa học đã được nhiều nhà nghiên cứu đề cập đến, với sự khác biệt nhất định về diễn đạt hoặc góc nhìn, nhưng đều có chung một số điểm chính. Theo Vázquez Alonso và Manassero Mas, năng lực khoa học là khả năng tham gia vào các vấn đề liên quan đến khoa học và các ý tưởng khoa học như một công dân có suy nghĩ phản biện, bao gồm khả năng giải thích các hiện tượng khoa học, đánh giá và thiết kế nghiên cứu khoa học, cũng như diễn giải dữ liệu và chứng cứ khoa học [3], [4]. Tương tự, Imbert Romero và Elósegui Banderero nhấn mạnh năng lực khoa học là khả năng sử dụng kiến thức khoa học để đặt câu hỏi, giải thích hiện tượng và sử dụng chứng cứ khoa học một cách hợp lý [5], [6]. Sutrisna và Anhar cũng cho rằng năng lực khoa học bao gồm sự hiểu biết về các quy trình khoa học và khả năng áp dụng kiến thức khoa học vào thực tiễn [7] - [9].

Giáo dục STEMS (Science, Technology, Engineering, Mathematics, Society) là một phương pháp tiếp cận giáo dục tích hợp, nhấn mạnh vai trò của các môn khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học kết hợp với yếu tố xã hội [8], [10]. STEMS đã và đang phát triển mạnh mẽ trên toàn cầu, đóng góp tích cực vào việc nâng cao năng lực khoa học của học sinh. Bằng cách khuyến khích học sinh tham gia vào các dự án liên ngành và giải quyết các vấn đề thực tiễn, giáo dục STEMS giúp học sinh phát triển tư duy phản biện, sáng tạo và khả năng làm việc nhóm – những yếu tố quan trọng của năng lực khoa học [8].

Tuy nhiên, các nghiên cứu gần đây vẫn chưa đạt được sự đồng thuận về một khung năng lực khoa học chung cho học sinh. Mục tiêu của nghiên cứu này là đề xuất một khung năng lực khoa học cho học sinh trong tổ chức hoạt động giáo dục theo giáo dục STEMS, nhằm đáp ứng nhu cầu phát triển năng lực khoa học trong bối cảnh giáo dục phổ thông hiện nay. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp nghiên cứu Delphi để thu thập ý kiến của các chuyên gia trong lĩnh vực giáo dục, với câu hỏi nghiên cứu chính: Có thể đề xuất một khung năng lực khoa học cho học sinh trong dạy học theo giáo dục STEMS phù hợp với bối cảnh giáo dục hiện nay như thế nào? Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng tìm cách trả lời ba câu hỏi phụ: (1) Cấu trúc năng lực khoa học của học sinh gồm những năng lực thành tố nào? (2) Các chỉ số hành vi cụ thể cho từng năng lực thành tố trong khung năng lực khoa học là gì? (3) Tỷ lệ đồng thuận của các chuyên gia về tính hợp lý và hiệu quả của khung năng lực khoa học được đề xuất là như thế nào?

Các phần tiếp theo của bài báo sẽ trình bày chi tiết về phương pháp nghiên cứu được sử dụng, kết quả và bàn luận về các phát hiện từ nghiên cứu, cùng với những kết luận và định hướng nghiên cứu trong tương lai.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp nghiên cứu Delphi

Phương pháp nghiên cứu Delphi là một phương pháp thu thập ý kiến chuyên gia thông qua các vòng khảo sát lặp đi lặp lại, nhằm đạt được sự đồng thuận về một vấn đề cụ thể. Được phát triển vào những năm 1950 bởi Olaf Helmer và Norman Dalkey, phương pháp Delphi cho phép các chuyên gia đưa ra ý kiến độc lập và ẩn danh, từ đó giảm thiểu ảnh hưởng của các yếu tố bên ngoài như áp lực nhóm hoặc ý kiến chi phối của các cá nhân nổi bật [7].

Nhóm nghiên cứu lựa chọn phương pháp Delphi cho nghiên cứu này là vì khả năng linh hoạt trong việc thu thập ý kiến từ các chuyên gia có kinh nghiệm đa dạng và khả năng điều chỉnh nội dung khảo sát qua các vòng dựa trên phản hồi của chuyên gia. Đặc biệt, trong bối cảnh nghiên

cứ về khung năng lực khoa học cho học sinh, nơi mà các quan điểm có thể khác nhau và cần có sự đánh giá từ nhiều góc độ, phương pháp Delphi tỏ ra rất hiệu quả [7], [8].

Quá trình thực hiện phương pháp Delphi trong nghiên cứu này bao gồm hai vòng khảo sát. Theo Endacott, Clifford và Tripp khuyến nghị rằng số lượng người tham gia phù hợp trong một nghiên cứu sử dụng phương pháp Delphi là từ 20 đến 50 người [9]. Với dự đoán khoảng 40% số người được mời sẽ trả lời nên nhóm nghiên cứu đã gửi bảng câu hỏi đến 100 chuyên gia trong lĩnh vực giáo dục khoa học, bao gồm các giáo viên và giảng viên đại học có kinh nghiệm trong giảng dạy và nghiên cứu về khoa học giáo dục. Những chuyên gia này được chọn dựa trên tiêu chí về trình độ chuyên môn, kinh nghiệm giảng dạy và sự tham gia tích cực vào các hoạt động phát triển chương trình giảng dạy. Trong vòng đầu tiên, các chuyên gia được yêu cầu đánh giá và đưa ra ý kiến về cấu trúc ban đầu của khung năng lực khoa học và các năng lực thành tố. Số lượng chuyên gia trả lời vòng 1 là 50 người (đạt 50% số người được mời) là phù hợp để phân tích kết quả. Sau khi tổng hợp phản hồi từ vòng một, bảng câu hỏi được điều chỉnh và gửi lại cho các chuyên gia đã tham gia vòng đầu tiên và có 45 chuyên gia tham gia vòng khảo sát thứ hai. Số lượng chuyên gia giảm nhẹ ở vòng thứ hai do một số chuyên gia không thể tiếp tục tham gia vì lý do cá nhân hoặc không phản hồi.

2.2. Quy trình khảo sát

Quy trình khảo sát được thiết kế để đảm bảo thu thập đầy đủ và chính xác ý kiến từ các chuyên gia, bao gồm ba phần chính trong phiếu khảo sát: Thông tin người khảo sát, đánh giá các năng lực thành tố và đánh giá các chỉ số hành vi của từng năng lực thành tố. Nội dung chính của phiếu khảo sát gồm 30 câu hỏi gồm 6 câu hỏi về năng lực thành tố và 24 câu hỏi về chỉ số hành vi của năng lực khoa học (bảng 2). Các câu hỏi được thiết kế theo thang Likert 5 điểm với mức 1 là hoàn toàn không đồng ý và mức 5 là hoàn toàn đồng ý. Cuối cùng, người nghiên cứu khuyến khích người khảo sát đề xuất đưa thêm, bỏ đi hoặc thay đổi cách diễn đạt các năng lực thành tố, chỉ số hành vi của năng lực khoa học ở học sinh.

Quá trình thu thập dữ liệu diễn ra thông qua email, Zalo với thời gian phản hồi được quy định rõ ràng. Dữ liệu từ các phiếu khảo sát được tổng hợp và phân tích bằng cách sử dụng phần mềm Microsoft Excel để xác định mức các xu hướng trong phản hồi của chuyên gia. Các tiêu chí thống kê như giá trị trung bình (Mean), trung vị (Md), độ lệch tứ phân vị (Q), độ lệch chuẩn (Std) và tỷ lệ đồng thuận được sử dụng để phân tích dữ liệu, nhằm xác định mức độ đồng thuận và sự thay đổi trong quan điểm của các chuyên gia qua các vòng khảo sát [8].

Kết quả từ quá trình phân tích dữ liệu là cơ sở để điều chỉnh và hoàn thiện khung năng lực khoa học, đảm bảo rằng nó phản ánh chính xác nhu cầu và quan điểm của các chuyên gia trong lĩnh vực giáo dục khoa học. Điều này giúp nâng cao độ tin cậy và tính khả thi của khung năng lực được đề xuất.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Đề xuất khung năng lực khoa học của học sinh

Từ kết quả nghiên cứu của một số tác giả, chúng tôi đề xuất cấu trúc năng lực khoa học của học sinh gồm 6 năng lực thành tố, mỗi năng lực thành tố gồm 4 chỉ số hành vi như bảng 1.

Bảng 1. Cấu trúc năng lực khoa học của học sinh

Năng lực thành tố và chỉ số hành vi	Nghiên cứu tham khảo
1. Phát hiện nhu cầu của xã hội và xác định vấn đề khoa học cần giải quyết	
1.1. Thực hiện các cuộc khảo sát, phỏng vấn hoặc nghiên cứu để xác định các vấn đề xã hội.	
1.2. Phân tích dữ liệu thu thập từ cộng đồng để xác định các nhu cầu chưa được đáp ứng.	[1], [3], [5], [6].
1.3. Viết báo cáo tóm tắt về các vấn đề xã hội đã được xác định và lý do tại sao chúng cần được giải quyết.	[9], [11]- [17]
1.4. Trình bày các vấn đề khoa học liên quan và tầm quan trọng của việc giải quyết chúng.	

Năng lực thành tố và chỉ số hành vi	Nghiên cứu tham khảo
2. Đề xuất các ý tưởng/giải pháp dựa trên các kiến thức kỹ năng đã biết	
2.1. Lập danh sách các ý tưởng và giải pháp tiềm năng cho vấn đề đã xác định.	[1], [3], [5], [6],
2.2. Sử dụng kiến thức khoa học hiện có để phát triển và chi tiết hóa các ý tưởng.	[9], [11], [13] -
2.3. Thảo luận và hợp tác với nhóm để đánh giá và lựa chọn các giải pháp khả thi.	[16], [18], [19]
2.4. Trình bày các ý tưởng và giải pháp trước lớp hoặc nhóm kèm theo lý giải khoa học.	
3. Thiết kế theo ý tưởng đã đề xuất	
3.1. Vẽ các sơ đồ hoặc bản thiết kế chi tiết cho giải pháp được chọn.	[2], [6], [9] - [12],
3.2. Xây dựng các mô hình hoặc nguyên mẫu dựa trên thiết kế đã lập.	[15] - [17], [20]
3.3. Lập kế hoạch thực hiện chi tiết bao gồm các bước, nguồn lực cần thiết và thời gian dự kiến.	
3.4. Viết tài liệu hướng dẫn hoặc báo cáo mô tả thiết kế và quy trình thực hiện.	
4. Thử nghiệm thiết kế	
4.1. Chuẩn bị và tiến hành các thí nghiệm để kiểm tra tính khả thi của thiết kế.	[3], [9], [10], [12],
4.2. Ghi chép cẩn thận các dữ liệu thu thập được trong quá trình thử nghiệm.	[14], [18] - [22]
4.3. Phân tích dữ liệu thử nghiệm để đánh giá hiệu quả của thiết kế.	
4.4. Viết báo cáo thử nghiệm bao gồm mô tả phương pháp, kết quả và nhận xét.	
5. Đánh giá và chỉnh sửa thiết kế	
5.1. So sánh kết quả thử nghiệm với mục tiêu ban đầu để đánh giá hiệu quả của thiết kế.	[4], [5], [9],
5.2. Nhận diện các điểm mạnh và điểm yếu của thiết kế dựa trên kết quả thử nghiệm.	[12], [13], [17],
5.3. Thảo luận và đề xuất các chỉnh sửa cần thiết để cải thiện thiết kế.	[19] - [22]
5.4. Cập nhật và hoàn thiện bản thiết kế hoặc mô hình dựa trên các chỉnh sửa đề xuất.	
6. Tiếp nhận kiến thức và đánh giá tính giá trị của kiến thức đã tiếp nhận	
6.1. Tự đánh giá và phản ánh về quá trình học tập và các kiến thức mới học được.	[1], [2], [3], [5],
6.2. Viết báo cáo đánh giá giá trị của các kiến thức đã tiếp nhận trong quá trình thực hiện dự án.	[9], [11], [12],
6.3. Áp dụng kiến thức mới vào các tình huống thực tế hoặc dự án khác.	[15], [16], [18],
6.4. Thuyết trình về những bài học quan trọng và giá trị của kiến thức đã học được trước lớp hoặc nhóm.	[20] - [25]

3.2. Đối tượng khảo sát

Bảng 2 trình bày đặc điểm của đối tượng khảo sát trong nghiên cứu, bao gồm giới tính, thâm niên giảng dạy, và trình độ học vấn của các chuyên gia tham gia. Trong vòng khảo sát đầu tiên, tổng số chuyên gia tham gia là 50 người, với tỷ lệ giới tính nam chiếm 54%, trong khi nữ chiếm 46%. Về thâm niên giảng dạy, tỷ lệ các chuyên gia có dưới 5 năm kinh nghiệm là 20%, từ 5 đến 10 năm là 38%, và trên 10 năm là 42%. Đáng chú ý, trình độ học vấn của các chuyên gia chủ yếu tập trung ở trình độ cử nhân, chiếm 68%, tiếp theo là thạc sĩ (28%) và tiến sĩ (4%). Trong vòng khảo sát thứ hai, số lượng chuyên gia tham gia giảm xuống còn 45 người, với tỷ lệ nam chiếm 57,8% và nữ chiếm 42,2%. Tỷ lệ các chuyên gia có thâm niên dưới 5 năm tăng nhẹ lên 22,2%, trong khi tỷ lệ từ 5 đến 10 năm và trên 10 năm lần lượt là 40% và 37,8%. Về trình độ học vấn, tỷ lệ cử nhân giảm xuống còn 66,7%, trong khi tỷ lệ thạc sĩ tăng lên 33,3%, không có chuyên gia nào có trình độ tiến sĩ tham gia.

Bảng 2. Đối tượng khảo sát

Mẫu nghiên cứu		Giới tính		Thâm niên giảng dạy			Trình độ		
		Nam	Nữ	Dưới 5 năm	Từ 5-10 năm	Trên 10 năm	Cử nhân	Thạc sĩ	Tiến sĩ
Vòng 1 (n=50)	Số lượng	27	23	10	19	21	34	14	2
	Tỉ lệ (%)	54,0	46,0	20,0	38,0	42,0	68,0	28,0	4,0
Vòng 2 (n=45)	Số lượng	26	19	10	18	17	30	15	0
	Tỉ lệ (%)	57,8	42,2	22,2	40,0	37,8	66,7	33,3	0,0

Những đặc điểm này cho thấy đối tượng khảo sát trong nghiên cứu có sự đa dạng về giới tính, thâm niên giảng dạy, và trình độ học vấn, giúp đảm bảo tính đại diện và toàn diện của kết quả nghiên cứu. Tỷ lệ cao các chuyên gia có thâm niên giảng dạy trên 10 năm cho thấy nhóm khảo

sát có kinh nghiệm sâu sắc trong lĩnh vực giáo dục khoa học, góp phần nâng cao độ tin cậy của các phản hồi. Tuy nhiên, tỷ lệ thấp của các chuyên gia có trình độ tiên sĩ có thể hạn chế độ sâu trong một số quan điểm chuyên môn. Việc tăng tỷ lệ thạc sĩ tham gia ở vòng khảo sát thứ hai có thể là một yếu tố tích cực, giúp làm phong phú thêm các góc nhìn và đề xuất trong quá trình hoàn thiện khung năng lực khoa học.

3.3. Kết quả khảo sát vòng 1

Kết quả khảo sát vòng 1 (bảng 3) đã cung cấp một cái nhìn toàn diện về mức độ đồng thuận của các chuyên gia đối với các năng lực thành tố và chỉ số hành vi trong khung năng lực khoa học được đề xuất.

Bảng 3. Kết quả khảo sát

STT	Kí hiệu năng lực thành tố/ chỉ số hành vi (*)	Vòng 1 (n = 50)				Vòng 2 (n = 45)			
		Trị trung bình	Tỷ lệ đồng thuận (%)	Độ lệch tứ phân vị	Phương sai	Trị trung bình	Tỷ lệ đồng thuận (%)	Độ lệch tứ phân vị	Phương sai
Năng lực thành tố									
1	1	4,31	96,00	1,00	0,42	4,39	93,30	1,00	0,34
2	2	4,08	86,00	0,50	0,47	4,23	86,70	1,00	0,41
3	3	4,12	92,00	0,00	0,31	4,20	91,10	1,00	0,31
4	4	4,24	96,00	1,00	0,30	4,30	93,30	1,00	0,31
5	5	4,24	96,00	1,00	0,38	4,32	93,30	1,00	0,32
6	6	4,27	82,00	1,00	0,68	4,30	80,00	1,00	0,68
Chỉ số hành vi									
7	1.1	4,12	86,00	1,00	0,43	4,18	84,40	1,00	0,43
8	1.2	4,53	98,00	1,00	0,33	4,50	93,30	1,00	0,35
9	1.3	4,00	70,00	0,50	1,20	4,73	97,80	1,00	0,20
10	1.4	4,14	78,00	1,00	0,84	4,39	86,70	1,00	0,57
11	2.1	4,33	92,00	1,00	0,59	4,30	86,70	1,00	0,63
12	2.2	4,35	92,00	1,00	0,59	4,32	86,70	1,00	0,64
13	2.3	4,53	96,00	1,00	0,37	4,50	91,10	1,00	0,40
14	2.4	3,90	70,00	0,00	0,93	4,41	88,90	1,00	0,62
15	3.1	4,31	80,00	1,00	0,90	4,50	84,40	1,00	0,63
16	3.2	4,10	82,00	1,00	0,89	4,36	88,90	1,00	0,61
17	3.3	4,31	86,00	1,00	0,86	4,48	88,90	1,00	0,53
18	3.4	4,06	84,00	1,00	0,74	4,32	91,10	1,00	0,45
19	4.1	4,10	80,00	1,00	0,61	4,45	93,30	1,00	0,35
20	4.2	4,22	82,00	1,00	0,81	4,27	82,20	1,00	0,81
21	4.3	4,18	82,00	1,00	1,03	4,41	86,70	1,00	0,57
22	4.4	4,14	82,00	1,00	0,76	4,16	80,00	1,00	0,70
23	5.1	4,24	84,00	1,00	0,78	4,41	88,90	1,00	0,53
24	5.2	4,20	84,00	1,00	1,00	4,36	86,70	1,00	0,75
25	5.3	3,69	62,00	2,00	1,34	4,13	84,40	1,00	0,44
26	5.4	4,39	88,00	1,00	0,68	4,55	91,10	1,00	0,49
27	6.1	3,98	70,00	2,00	1,18	4,51	95,60	1,00	0,35
28	6.2	4,20	84,00	1,00	1,08	4,23	82,20	1,00	0,97
29	6.3	4,22	82,00	1,00	0,81	4,18	77,80	1,00	0,85
30	6.4	3,86	68,00	2,00	1,32	4,02	75,60	1,00	1,20

Ghi chú: (*) Được lấy theo kí hiệu tại bảng 1

Đánh giá về quan điểm của các chuyên gia về 6 năng lực thành tố đã đề xuất

Trong số sáu năng lực thành tố được đánh giá, có bốn năng lực đạt được mức độ đồng thuận rất cao với tỷ lệ từ 92% đến 96%. Cụ thể, các năng lực "Phát hiện nhu cầu của xã hội và xác định vấn đề khoa học cần giải quyết" (trị trung bình 4,31, độ lệch chuẩn 0,65) và "Thử nghiệm thiết kế" (trị trung bình 4,24, độ lệch chuẩn 0,55) đều đạt mức đồng thuận 96%. Điều này cho thấy

rằng các chuyên gia đánh giá cao tầm quan trọng của việc nhận diện và thử nghiệm trong quá trình phát triển năng lực khoa học. Tuy nhiên, năng lực "Tiếp nhận kiến thức và đánh giá tính giá trị của kiến thức đã tiếp nhận" chỉ đạt tỷ lệ đồng thuận 82%, trị trung bình 4,27 với độ lệch chuẩn 0,83, cho thấy sự đa dạng trong quan điểm về khả năng tự đánh giá và áp dụng kiến thức mới.

Đánh giá về quan điểm của các chuyên gia về 24 chỉ số hành vi đã đề xuất

Phân tích chi tiết các chỉ số hành vi cho thấy một số chỉ số đạt được sự đồng thuận rất cao, như "Phân tích dữ liệu thu thập từ cộng đồng để xác định các nhu cầu chưa được đáp ứng" với tỷ lệ đồng thuận 98% (trị trung bình 4,53, độ lệch chuẩn 0,58). Tuy nhiên, cũng có một số chỉ số hành vi không đạt được sự đồng thuận thực sự cao, ví dụ như "Viết báo cáo tóm tắt về các vấn đề xã hội đã được xác định và lý do tại sao chúng cần được giải quyết" với tỷ lệ đồng thuận 76% (trị trung bình 4,00, độ lệch chuẩn 1,10).

Các chỉ số hành vi như "Trình bày các ý tưởng và giải pháp trước lớp hoặc nhóm kèm theo lý giải khoa học" (tỷ lệ đồng thuận 70%, trị trung bình 3,90, độ lệch chuẩn 0,96) và "Tự đánh giá và phản ánh về quá trình học tập và các kiến thức mới học được" (tỷ lệ đồng thuận 70%, trị trung bình 3,98, độ lệch chuẩn 1,09) cho thấy sự phân tán ý kiến và sự không nhất quán trong đánh giá của các chuyên gia. Đề này cũng xảy ra tương tự với chỉ số hành vi "Viết báo cáo tóm tắt về các vấn đề xã hội đã được xác định và lý do tại sao chúng cần được giải quyết" và "Thuyết trình về những bài học quan trọng và giá trị của kiến thức đã học được trước lớp hoặc nhóm".

Kết quả khảo sát vòng 1 cho thấy, cả 6 năng lực thành tố đều đạt được tính đồng thuận cao cùng với 19/24 chỉ số hành vi của 6 năng lực thành tố ở trên cũng đạt được sự đồng thuận cao. Năm chỉ số hành vi với các kí hiệu (1.3), (2.4), (5.3), (6.1) và 6.4) cần được thay đổi cách diễn đạt hoặc loại bỏ để đưa vào tham vấn ở vòng 2.

3.4. Kết quả khảo sát vòng 2

Từ kết quả thu được ở vòng 1, nhóm nghiên cứu đã có những thay đổi ở vòng 2 bằng cách diễn đạt lại các chỉ số hành vi cần được tham vấn thêm. Các diễn đạt lại được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Diễn đạt lại các chỉ số hành vi cần được tham vấn ở vòng 2

Kí hiệu chỉ số hành vi	Diễn đạt tại vòng 1	Diễn đạt tại vòng 2	Lí do chỉnh sửa
1.3	Viết báo cáo tóm tắt về các vấn đề xã hội đã được xác định và lý do tại sao chúng cần được giải quyết	Soạn báo cáo tóm tắt, nêu rõ vấn đề xã hội đã xác định và lý do cấp thiết cần giải quyết dựa trên phân tích thực tiễn.	Nhằm làm rõ và cụ thể hơn yêu cầu về nội dung của báo cáo, nhấn mạnh tính cấp bách và sự cần thiết của việc giải quyết vấn đề trong bối cảnh xã hội thực tiễn.
2.4	Trình bày các ý tưởng và giải pháp trước lớp hoặc nhóm kèm theo lý giải khoa học	Trình bày các ý tưởng kèm theo lý giải khoa học, nhấn mạnh cơ sở lý thuyết và thực tiễn hỗ trợ cho các giải pháp đề xuất.	Để làm nổi bật tầm quan trọng của việc trình bày không chỉ là ý tưởng mà còn là sự thuyết phục qua việc giải thích cơ sở khoa học, tăng tính logic và khả năng ứng dụng thực tiễn của giải pháp.
5.3	Thảo luận và đề xuất các chỉnh sửa cần thiết để cải thiện thiết kế.	Thảo luận và đưa ra đề xuất cụ thể cho các chỉnh sửa cần thiết để tối ưu hóa thiết kế hiện tại.	Để làm rõ ràng và cụ thể hơn vai trò của việc thảo luận trong việc xác định các điểm cần cải thiện, từ đó tăng tính thực tiễn của thiết kế.
6.1	Tự đánh giá và phản ánh về quá trình học tập và các kiến thức mới học được	Đánh giá khách quan và chi tiết quá trình học tập, từ đó rút ra những bài học và kinh nghiệm thực tiễn có thể áp dụng.	Nhấn mạnh vào tính khách quan trong đánh giá và việc áp dụng kiến thức vào thực tế.
6.4	Thuyết trình về những bài học quan trọng và giá trị của kiến thức đã học được trước lớp hoặc nhóm.	Chuẩn bị và thực hiện một buổi thuyết trình đầy đủ, nhấn mạnh vào cách áp dụng các kiến thức đã học được vào tình huống thực tế.	Để nhấn mạnh vai trò của thuyết trình trong việc củng cố kiến thức và khả năng áp dụng chúng vào thực tiễn.

Các thay đổi này được gửi tới các chuyên gia để xin ý kiến. Kết quả khảo sát vòng 2 được thể hiện trên bảng 3. Kết quả khảo sát vòng 2 cho thấy sự cải thiện đáng kể trọng mức độ đồng thuận của các chuyên gia đối với các chỉ số hành vi sau khi được diễn đạt lại nhằm tăng tính rõ ràng và khả thi. Đối với chỉ số 5.3 tỷ lệ đồng thuận đã tăng từ 62% lên 84,40%, cho thấy việc làm rõ vai trò của thảo luận và sự cụ thể trong đề xuất cải thiện đã được đánh giá cao. Chỉ số 6.1 đạt tỷ lệ đồng thuận 95,60%, tăng mạnh từ 70% ở vòng trước. Sự thay đổi này phản ánh tầm quan trọng của việc nhấn mạnh tính khách quan và thực tiễn trong quá trình tự đánh giá học tập. Cuối cùng, chỉ số 6.4 cũng đạt được tỷ lệ đồng thuận 75,60%, đạt ngưỡng yêu cầu và cho thấy việc làm rõ vai trò của thuyết trình trong việc củng cố kiến thức đã được các chuyên gia chấp nhận. Nhìn chung, kết quả vòng 2 cho thấy sự cải thiện rõ rệt về mức độ đồng thuận của các chuyên gia, chứng tỏ những điều chỉnh trong diễn đạt chỉ số hành vi đã giúp nâng cao tính khả thi và độ tin cậy của khung năng lực khoa học được đề xuất trong bối cảnh giáo dục hiện nay.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã xây dựng và hoàn thiện một cấu trúc khung năng lực khoa học cho học sinh dựa trên phương pháp Delphi, với sự tham gia của các chuyên gia có kinh nghiệm trong lĩnh vực giáo dục khoa học. Qua hai vòng khảo sát, khung năng lực được đề xuất đã chứng tỏ tính hợp lý và khả thi cao trong bối cảnh giáo dục hiện nay, đặc biệt là trong dạy học theo giáo dục STEMS. Các chỉ số hành vi đã được cải thiện đáng kể sau khi được diễn đạt lại, nhận được sự đồng thuận cao từ các chuyên gia, thể hiện sự phù hợp và tính thực tiễn trong việc phát triển năng lực khoa học cho học sinh. Sự cải thiện về mức độ đồng thuận của các chuyên gia giữa hai vòng khảo sát đã củng cố độ tin cậy của cấu trúc khung năng lực khoa học này. Nghiên cứu đã xác định cấu trúc năng lực khoa học của học sinh trong dạy học theo giáo dục STEMS gồm 6 năng lực thành tố: (1) Phát hiện nhu cầu của xã hội và xác định vấn đề khoa học cần giải quyết; (2) Đề xuất các ý tưởng/giải pháp dựa trên các kiến thức kỹ năng đã biết; (3) Thiết kế theo ý tưởng đã đề xuất; (4) Thử nghiệm thiết kế; (5) Đánh giá và chỉnh sửa thiết kế; và (6) Tiếp nhận kiến thức và đánh giá tính giá trị của kiến thức đã tiếp nhận. Mỗi năng lực thành tố này gồm 4 chỉ số hành vi.

Trong tương lai, cần tiếp tục nghiên cứu và thử nghiệm khung năng lực này trong dạy học thực tế để đánh giá hiệu quả và điều chỉnh phù hợp với các bối cảnh đa dạng. Ngoài ra, nghiên cứu có thể mở rộng để bao gồm sự so sánh với các mô hình khung năng lực khác trên thế giới, nhằm đề xuất những cải tiến và áp dụng tốt nhất cho học sinh Việt Nam. Việc phát triển và áp dụng thành công khung năng lực này có thể góp phần nâng cao chất lượng giáo dục và đáp ứng nhu cầu phát triển khoa học trong thời kỳ hội nhập quốc tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] Ministry of Education and Training, "Circular No. 32/2018/TT-BGDĐT: General Education Program in Subject Technology," Hanoi, 2018.
- [2] T. H. Le and P. P. V. Nguyen, "Proposing a framework for assessing scientific competency for 6th-grade students in the natural science subject under the new general education program," *Vietnam Journal of Education*, vol. 483, no. 1, pp. 44-49, 2020.
- [3] G. E. Ayuso Fernández, L. López-Banet, and A. Ruiz-Vidal, "Students' performance in the scientific skills during secondary education," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 18, no. 10, 2022, doi: 10.29333/ejmste/12444.
- [4] N. D. Imbert Romero and E. Elósegui Bandero, "Improvements in the development of scientific competence in first graders students in a high school in Uruguay," *MLS Educational Research*, vol. 4, no. 1, pp. 22-40, 2020, doi: 10.29314/mlser.v4i1.247.
- [5] N. Sutrisna and A. Anhar, "An analysis of student's scientific literacy skills of senior high school in Sungai Penuh City based on scientific competence and level of science literacy questions," in *International Conference on Biology Sciences and Education (ICoBioSE 2019)*, pp. 149-156, Atlantis Press, 2020, doi: 10.2991/absr.k.200807.032.
- [6] Q. L. Nguyen and T. P. Ha, "Teaching the topic 'Renewable Energy' (Physics 11) oriented towards STEMS education to develop scientific competency for students," *Vietnam Journal of Education*, vol. 23, no. 22, pp. 17-22, 2023.

- [7] T. T. Tran, T. T. Thao, and L. M. Hoang, "Research as a base for sustainable development of universities: Using the Delphi method to explore factors affecting international publishing among Vietnamese academic staff," *Sustainability*, vol. 12, no. 8, p. 3449, 2020, doi: 10.3390/su12083449.
- [8] T. A. Nguyen, V. T. Tran, T. N. B. Do, V. L. Le, H. D. Vo, and Q. H. Nguyen, "Research applying the Delphi survey method in assessing integrated water resources management," *Climate Change Science Journal*, vol. 20, pp. 66-77, 2021.
- [9] R. Endacott, C. M. Clifford, and J. H. Tripp, "Can the needs of the critically ill child be identified using scenarios? Experiences of a modified Delphi study," *J. Adv. Nurs.*, vol. 30, pp. 665-676, 1999.
- [10] V. Q. Pham, T. N. L. Nguyen, and T. D. Tran, "Developing scientific competence through STEM educational activities in teaching Natural and Social Sciences," *Journal of Science, Hanoi National University of Education*, vol. 18, no. 08, pp. 57-64, 2022.
- [11] Á. Vázquez Alonso and M. A. Manassero Mas, "Epistemic knowledge in the assessment of scientific competence in PISA 2015," *Revista de Educacion*, 2018. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11162/157405>. [Accessed August 10, 2024].
- [12] C. A. Hernández-Suárez, A. A. Gamboa-Suárez, and W. R. Avendaño-Castro, "Scientific skills in the physics learning process: A pilot study in secondary education," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1674, no. 1, Dec. 2020, Art. no. 012010, doi: 10.1088/1742-6596/1674/1/012010.
- [13] M. Krell, A. Vorholzer, and A. Nehring, "Scientific reasoning in science education: From global measures to fine-grained descriptions of students' competencies," *Education Sciences*, vol. 12, no. 2, p. 97, 2022, doi: 10.3390/educsci12020097.
- [14] D. Mardiana and R. Cahyani, "The development of basic natural science learning materials to improve students' competence," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1028, no. 1, Jun. 2018, Art. no. 012206, doi: 10.1088/1742-6596/1028/1/012206.
- [15] K. O. Villalba-Condori, A. Adúriz-Bravo, F. J. García-Peñalvo, and J. Lavonen, "What is new in teaching science structured around the notion of 'scientific competence'?" in *CISETC*, pp. 12-15, 2019.
- [16] L. H. P. Nguyen and N. H. Dang, "Assessing scientific competence: Analysis and illustration in teaching the subject of Natural and Social Sciences in primary schools," *Journal of Science, Ho Chi Minh City University of Education*, vol. 20, no. 2, pp. 289-302, 2022, doi: 10.54607/hcmue.js.20.2.3440(2023).
- [17] T. D. H. Nguyen and D. B. Le, "Developing a toolkit to assess the scientific competence of secondary school students," *Journal of Education*, vol. 497, no. 1, pp. 21-27, 2021.
- [20] M. Napal, A. M. Mendióroz-Lacambra, and A. Peñalva, "Sustainability teaching tools in the digital age," *Sustainability*, vol. 12, no. 8, p. 3366, 2020, doi: 10.3390/su12083366.
- [21] N. D. Imbert Romero and E. Elósegui Bandero, "Improvements in the development of scientific competence in first graders students in a high school in Uruguay," *MLS Educational Research*, vol. 4, no. 1, pp. 22-40, 2020, doi: 10.29314/mlser.v4i1.247.
- [22] N. Sutrisna and A. Anhar, "An analysis of students' scientific literacy skills of senior high school in Sungai Penuh City based on scientific competence and level of science literacy questions," in *International Conference on Biology, Sciences and Education (ICoBioSE 2019)*, pp. 149-156, Aug. 2020, doi: 10.2991/absr.k.200807.032.
- [23] T. D. H. Nguyen, C. G. Cao, and D. B. Le, "Some types of exercises to assess natural science competency for secondary school students based on the pisa approach," *Journal of Theoretical Research*, no. 33, pp. 35-42, 2020.
- [24] O. Zlatkin-Troitschanskaia, H. A. Pant, M. Toepfer, and C. Lautenbach, *Student learning in German higher education*. Wiesbaden, Germany: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2020, doi: 10.1007/978-3-658-27886-1.
- [25] Y. L. A. Chang and S. C. A. Wu, "A case study on developmental changes of eleventh graders' scientific inquiry competences," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 14, no. 1, pp. 363-382, 2017, doi: 10.12973/ejmste/79838.