

XÂY DỰNG KHUNG NĂNG LỰC GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ TRONG GIÁO DỤC KHOA HỌC ROBOT CỦA HỌC SINH TRUNG HỌC CƠ SỞ

Lê Hải Mỹ Ngân¹ và Nguyễn Văn Biên^{2*}

¹Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh

²Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Tóm tắt. Năng lực giải quyết vấn đề là một trong những năng lực chung cốt lõi cần được phát triển đối với học sinh trong chương trình giáo dục phổ thông 2018. Giáo dục STEM được nhấn mạnh trong chương trình 2018 và cũng được xem là môi trường thuận lợi để rèn luyện năng lực giải quyết vấn đề đối với học sinh. Một trong các vấn đề thực tiễn hiện nay đang được quan tâm trong lĩnh vực giáo dục STEM chính là khoa học robot, một lĩnh vực có sự tích hợp cao về kiến thức và kĩ năng. Trong bài báo này, trên cơ sở khảo cứu tài liệu, chúng tôi đề xuất khung năng lực giải quyết vấn đề trong giáo dục khoa học robot để làm rõ những đặc trưng trong tư duy giải quyết các vấn đề trên cơ sở công nghệ hiện đại. Khung năng lực đóng góp vào việc xác định mục tiêu các hoạt động dạy học và đánh giá năng lực giải quyết vấn đề của HS đối với các chủ đề STEM lĩnh vực khoa học robot.

Từ khóa: khung năng lực, năng lực giải quyết vấn đề, giáo dục khoa học robot, giáo dục STEM.

1. Mở đầu

Hiện nay, khi ngành công nghiệp chế tạo robot cũng như việc phát triển các hệ thống tự động hóa ngày càng phát triển thì khoa học robot đã được nhiều nhà nghiên cứu đề cập đến như một công nghệ có tiềm năng lớn để tác động đến giáo dục [1-3]. Vấn đề đưa robot vào giáo dục ngày càng được quan tâm và nhiều nghiên cứu trên thế giới đã được thực hiện việc kết hợp khoa học robot và giáo dục, và đặc biệt là sự tích hợp lĩnh vực khoa học robot trong giáo dục STEM. Giáo dục khoa học robot (KH robot) hiện nay xem xét việc dạy học trong đó học sinh (HS) sử dụng và thao tác trên chính robot để khám phá các kiến thức thuộc nhiều lĩnh vực tích hợp, và ứng dụng vào giải quyết một vấn đề thực tiễn theo định hướng tích hợp của giáo dục STEM [2, 4]. Để người học trở thành chủ thể của việc sử dụng và vận hành robot thì việc đưa khoa học robot vào giáo dục không chỉ là vấn đề tiếp cận các công nghệ mới, mà quan trọng đó là lí thuyết giáo dục trong việc thực hiện giảng dạy các chủ đề STEM - khoa học robot (STEM-Robotics) [1]. Trong giáo dục STEM, HS sẽ tự tìm hiểu và lắp ráp các bộ phận cấu thành robot từ đó đưa ra những phương án thiết kế phù hợp và thực hành, thử nghiệm để giải quyết một vấn đề cụ thể. Thông qua đó, HS sẽ tìm hiểu và phát triển các năng lực liên quan giáo dục STEM. Một trong những năng lực quan trọng và cốt lõi HS cần đạt được trong giáo dục STEM chính là năng lực giải quyết vấn đề (GQVĐ) [5-9]. Nhiều nghiên cứu cũng đã cho thấy hiệu quả của các hoạt động khoa học robot đối với năng lực GQVĐ của HS [10, 11]. Tuy nhiên, việc tổ chức dạy các chủ đề STEM-khoa học

Ngày nhận bài: 15/4/2020. Ngày sửa bài: 13/7/2020. Ngày nhận đăng: 20/7/2020.

Tác giả liên hệ: Nguyễn Văn Biên. Địa chỉ e-mail: biennv@hnue.edu.vn

robot có những yếu tố đặc trưng liên quan đến nguyên lý hoạt động và công cụ robot được sử dụng [2, 12, 13]. Vì vậy, quá trình tiếp cận và giải quyết các vấn đề trong giáo dục KH robot cũng sẽ có những đặc trưng khác biệt gắn liền với cấu tạo, nguyên lý hoạt động của sản phẩm robot và cơ sở về giáo dục KH robot. Hiện nay việc dạy học KH robot ở Việt Nam cũng còn trở ngại về điều kiện cơ sở vật chất cũng như nội dung, cách thức triển khai và cả hình thức đánh giá phù hợp. Bên cạnh đó, một số nghiên cứu đã đề cập rằng lứa tuổi HS trung học cơ sở (THCS) là thời điểm tốt để thu hút sự hứng thú của HS đối với lĩnh vực STEM [14, 15]. Như vậy, tổ chức dạy học các chủ đề STEM lĩnh vực khoa học robot là một lĩnh vực cần được nghiên cứu sâu hơn để tạo nền tảng cơ sở cho việc triển khai hiệu quả đối với HS.

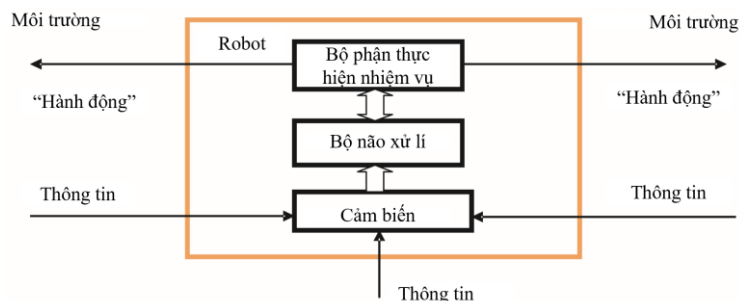
Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất khung năng lực giải quyết vấn đề trong giáo dục khoa học robot như là một cơ sở cho việc các hoạt động dạy học chủ đề STEM-khoa học robot. Việc nghiên cứu và xây dựng khung năng lực GQVĐ trong các chủ đề STEM-khoa học robot đóng góp những ý nghĩa lý luận và thực tiễn trong việc triển khai giáo dục STEM trong nhà trường, đặc biệt là khi lĩnh vực công nghệ và tính tích hợp khoa học tự nhiên được nhấn mạnh trong chương trình giáo dục phổ thông 2018.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Cơ sở xây dựng cấu trúc năng lực giải quyết vấn đề trong giáo dục khoa học robot

2.1.1. Robot và khoa học robot

Theo định nghĩa của NASA, KH robot là lĩnh vực nghiên cứu về robot, trong đó robot được hiểu là các hệ thống máy móc có thể được sử dụng để thực hiện một nhiệm vụ. Cấu tạo cơ bản của robot gồm 3 bộ phận thể hiện trong Hình 1, bao gồm: (1) cảm biến ghi nhận tín hiệu, (2) bộ não xử lý thông tin và đưa ra các “mệnh lệnh”, (3) bộ phận thực hiện các thao tác tương tác với môi trường bên ngoài [1, 16]. Nhiệm vụ của robot là một “thao tác” robot cần thực hiện, và để có thể thực hiện được nhiệm vụ này thì robot cần phải được nhận các thông tin đầu vào thông qua cảm biến. Các thông tin sẽ được ghi nhận bởi bộ não. Bộ não của robot là trung tâm xử lý các thông tin, kết hợp với các “kiến thức” và “mệnh lệnh” đã được thiết lập, bộ não sẽ đưa ra kết quả sau cùng tác động đến bộ phận thực hiện nhiệm vụ. Bộ phận này cần phải thực hiện “thao tác” theo như thiết lập. Đây là nguyên tắc hoạt động cơ bản của một robot.



Hình 1. Sơ đồ các bộ phận và nguyên tắc hoạt động cơ bản của robot [14]

2.1.2. Giáo dục khoa học robot và giáo dục STEM

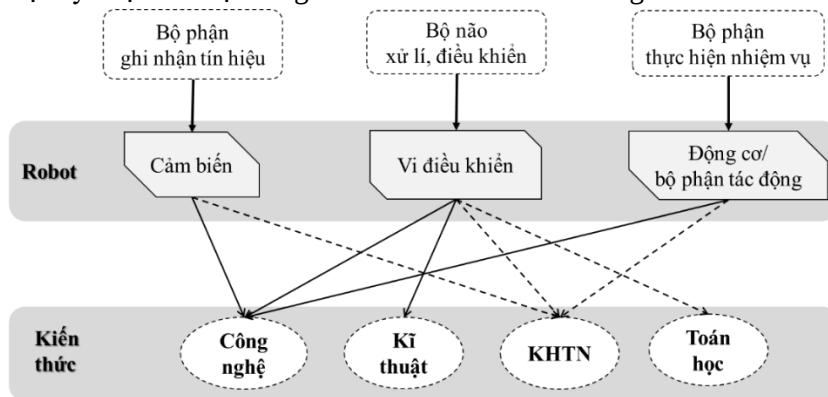
Nghiên cứu tổng hợp vào năm 2018 của tác giả Angle-Fernandez đã đưa ra một định nghĩa phù hợp về lĩnh vực giáo dục khoa học robot [15] trong đó đã khẳng định vai trò của bộ công cụ robot đối với các hoạt động học tập. Sản phẩm robot trong giáo dục KH robot là một sản phẩm thể hiện đầy đủ đặc trưng và tính chất của một robot để giúp HS hiểu và ứng dụng được robot trong giải quyết các vấn đề. Trong giáo dục KH robot, HS có thể (1) chiếm lĩnh kiến thức với công cụ robot hoặc (2) sử dụng robot để xây dựng “tri thức” cho chính khoa học robot [16]. Theo hướng tiếp cận (1), robot như một công cụ để dạy học các môn học khác liên quan ở các cấp học

khác nhau. Theo hướng tiếp cận (2), robot chính là đối tượng học tập, người học giải quyết các vấn đề tập trung vào các môn học liên quan đến thiết kế, chế tạo và vận hành robot. Như vậy, trong hướng tiếp cận này, khoa học tự nhiên có sự gắn kết chặt chẽ, là cơ sở khoa học cho việc vận hành cũng như thiết lập thông tin cho bộ não của robot. Giáo dục KH robot là một bối cảnh học tập hiệu quả cho giáo dục STEM trong nhà trường. Nhiều nghiên cứu đã khẳng định trong giáo dục KH robot, HS phải được trực tiếp sử dụng, thiết kế và chế tạo ra robot, dù ở mức độ đơn giản nhất [17]. Nghiên cứu tổng hợp [3] cũng nhấn mạnh quan điểm tiếp cận giáo dục KH robot theo hướng *vừa là công cụ vừa là đối tượng* có liên quan chặt chẽ với giáo dục STEM.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiếp cận giáo dục KH robot là một lĩnh vực học tập trong giáo dục STEM. Giáo dục STEM – khoa học robot sẽ hướng đến các vấn đề thực tiễn trong đời sống, và giải pháp để giải quyết vấn đề là robot hay hệ thống tự động hóa. Các nội dung thuộc các lĩnh vực khác nhau gắn kết với các bộ phận của robot được thể hiện trong Hình 2.

- Kiến thức kĩ thuật và công nghệ là nền tảng để thiết kế, chế tạo và vận hành sản phẩm đáp ứng yêu cầu. Sản phẩm trong giáo dục KH robot là một sản phẩm vật chất hữu hình. Kiến thức công nghệ, kĩ thuật và tin học là nền tảng cho việc tìm hiểu các bộ phận của robot cũng như để thiết kế chế tạo một robot. Sự gắn kết này được thể hiện bằng mũi tên liền nét (Hình 2). Robot chính là đối tượng học tập.

- Kiến thức khoa học và toán học dùng để thiết lập “thuộc tính tư duy” cho robot, hay nói cách khác là nền tảng kiến thức để thiết lập các mệnh lệnh đúng cho các bộ phận của robot. Khi này robot chính là bối cảnh, là công cụ học tập để khám phá các kiến thức về khoa học và toán học. Mối liên hệ này được thể hiện bằng các dấu mũi tên đứt nét trong Hình 2.



Hình 2. Sự gắn kết các lĩnh vực với các bộ phận của robot

2.1.3. Năng lực giải quyết vấn đề

Kết quả phân tích PISA năm 2012 đã đề cập năng lực GQVĐ là “*khả năng của cá nhân thông hiểu và giải quyết tình huống vấn đề khi giải pháp giải quyết chưa rõ ràng...*” [18]. Tiến trình GQVĐ trong phân tích PISA 2012 gồm 4 quá trình tư duy: xác định và trình bày vấn đề; hệ thống hoá thông tin; đề xuất kế hoạch và thực hiện; kiểm tra và điều chỉnh. Trong tổng kết PISA 2015 [19], năng lực GQVĐ và hợp tác được làm rõ hơn về các mức độ phát triển của hành vi. Kết luận về các mức độ đạt được của hành vi trong năng lực GQVĐ và hợp tác của PISA cho thấy các mức độ biểu hiện của hành vi phát triển dựa trên cơ sở về *mức độ tự lực hành động* của HS cũng như là *mức độ phức tạp và các điều kiện ban đầu* của vấn đề cần giải quyết.

Trong chương trình giáo dục phổ thông 2018 của Việt Nam, khung năng lực GQVĐ cho HS THCS gồm 6 thành tố năng lực: nhận ra ý tưởng mới; phát hiện và làm rõ vấn đề; hình thành và triển khai ý tưởng mới; đề xuất, lựa chọn giải pháp; thiết kế và tổ chức hoạt động; tư duy độc lập. Trong mỗi thành tố thì các biểu hiện hành vi cũng được đề cập rõ [20].

2.1.4. Giải quyết vấn đề theo tư duy máy tính

Wing (2006) đề cập tư duy máy tính (Computational Thinking) là một con đường GQVĐ, thiết kế các hệ thống và giúp hiểu được hành vi con người dựa trên các khái niệm cơ bản liên quan khoa học máy tính [21]. Cộng đồng quốc tế về công nghệ trong giáo dục (International Society for Technology in Education - ISTE) và Hiệp hội giáo viên khoa học máy tính (Computer Science Teachers Association - CSTA) cũng đề cập tư duy máy tính là một kỹ năng cần thiết trong giáo dục phổ thông [22]. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng tư duy tính toán với cốt lõi là tư duy phân tích và hệ thống hoá thông tin (*decomposition* và *abstraction*) có thể được sử dụng để giải quyết vấn đề trong thực tiễn [23]. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiếp cận tư duy máy tính với các quá trình tư duy gắn kết với quá trình tư duy GQVĐ được thể hiện trong bảng 1 [31, 34, 35].

Bảng 1. Đối chiếu tư duy giải quyết vấn đề và tư duy máy tính

Tư duy GQVĐ	Tư duy máy tính	Mô tả
Xác định và trình bày vấn đề	Đối chiếu	Xác định, làm rõ vấn đề và các thông tin cần thiết liên quan.
Nghiên cứu tìm hiểu thông tin	Phân tích	Lập luận phân tích vấn đề thành các đối tượng nghiên cứu thành phần.
	Xác định mối liên hệ	Xác định các thông tin liên hệ phản ánh sự kết nối giữa các đối tượng nghiên cứu trong một tổng thể chung để tìm được giải pháp hiệu quả.
Hệ thống hoá thông tin	Hệ thống hoá	Lựa chọn các thông tin và đặc tính quan trọng, hoặc các quy luật đối với các đối tượng nghiên cứu, cần thiết đối với giải pháp.
Đề xuất kế hoạch, thực hiện	Tư duy thuật toán	Đề xuất các bước cụ thể hoặc tiến trình một cách hệ thống, chặt chẽ để giải quyết vấn đề.
Kiểm tra và điều chỉnh	Đánh giá	Vận hành, thử nghiệm sản phẩm/giải pháp để ghi nhận kết quả, phân tích hiệu quả trên cơ sở đối chiếu với các thông tin đã tổng hợp ở pha trừu tượng hoá.

2.2. Hướng tiếp cận và quy trình xây dựng khung năng lực giải quyết vấn đề trong giáo dục khoa học robot

Cấu trúc của năng lực GQVĐ trong giáo dục khoa học robot được xây dựng tham khảo quy trình xây dựng cấu trúc năng lực [36, 37]. Dựa vào các cơ sở lý luận, chúng tôi đề xuất khung năng lực dự thảo gồm các hợp phần, thành tố và chỉ số hành vi, và gửi đến các 40 chuyên gia trong lĩnh vực STEM để ghi nhận ý kiến. Sau khi nhận được ý kiến phản hồi từ các chuyên gia, chúng tôi thực hiện điều chỉnh khung năng lực dự thảo, đồng thời thiết kế các mức độ phát triển cho từng biểu hiện hành vi. Sau đó lại được tiếp tục gửi đến các chuyên gia để ghi nhận phản hồi và điều chỉnh về các mức độ phát triển hành vi. Một số ý kiến từ các chuyên gia đã được ghi nhận sau quá trình thực hiện khảo sát lấy ý kiến.

- Về cấu trúc chung của khung năng lực, một số ý kiến trao đổi việc cần làm rõ thành tố đề xuất giải pháp nói chung về kết cấu robot và thành tố thiết kế sản phẩm hoàn thiện đáp ứng đúng vấn đề cần giải quyết. Trong hợp phần thực hiện và đánh giá cần nhắc bổ sung thành tố trình bày sản phẩm để ghi nhận các phản hồi và đánh giá đối với sản phẩm trước khi có thành tố điều chỉnh. Ngoài ra, cũng trong hợp phần này nên bổ sung thành tố vận hành sản phẩm.

- Đối với biểu hiện hành vi và mô tả các mức độ phát triển, các chuyên gia đồng ý với cơ sở đề xuất các mức độ phát triển của hành vi. Bên cạnh đó, một số ý kiến ghi nhận cần điều chỉnh sử dụng các động từ diễn đạt cụ thể hơn để mô tả rõ và lượng hoá được hành vi của HS. Ở các mức độ hành vi cao cần diễn đạt cụ thể hơn để nhấn mạnh sự tự lực của HS. Mức độ hỗ trợ của GV cũng cần được thể hiện rõ hơn trong các mô tả mức độ.

2.3. Cấu trúc khung năng lực giải quyết vấn đề trong giáo dục khoa học robot

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiếp cận năng lực GQVĐ trong giáo dục khoa học robot được hiểu như khả năng một người thông hiểu và giải quyết tình huống vấn đề thực tiễn dựa vào sự huy động các kiến thức thông tin từ nhiều lĩnh vực trên cơ sở cấu tạo và nguyên tắc hoạt động cơ bản của robot để tìm kiếm và thực hiện giải pháp công nghệ hiện đại để giải quyết vấn đề.

Với đề xuất ban thảo ban đầu cùng với các ý kiến của các chuyên gia, chúng tôi đã điều chỉnh khung năng lực gồm 3 hợp phần, 7 thành tố và 15 biểu hiện hành vi như trình bày trong Bảng 2. Các hợp phần và thành tố năng lực được xây dựng dựa trên cơ sở năng lực giải quyết vấn đề tổng quát, các biểu hiện hành vi được xây dựng liên kết chặt chẽ với giáo dục khoa học robot, các khái niệm cơ bản về robot kết hợp với tiến trình GQVĐ theo tư duy máy tính.

Bảng 2. Khung năng lực giải quyết vấn đề trong giáo dục khoa học robot cho học sinh trung học cơ sở

Hợp phần	Thành tố	Biểu hiện hành vi	Mô tả
A. Tìm hiểu vấn đề	A.1 Phát hiện vấn đề	A.1.1 Trình bày vấn đề thực tiễn cần giải quyết.	HS phát hiện các thông tin trong vấn đề thực tiễn cần giải quyết trong tình huống hoặc bối cảnh, từ đó phát biểu vấn đề sử dụng ngôn ngữ cá nhân.
		A.1.2 Làm rõ ý tưởng liên hệ giải pháp sử dụng robot.	HS nhận ra các thông tin trong vấn đề cần giải quyết để thấy sự phù hợp và cần thiết sử dụng giải pháp robot, từ đó trình bày làm rõ sự đáp ứng và lợi ích của giải pháp robot đối với vấn đề.
	A.2 Phân tích vấn đề	A.2.1 Xác định nhiệm vụ cụ thể và các thông tin liên quan trên cơ sở nguyên lí chung của robot.	HS làm rõ nhiệm vụ cụ thể robot cần thực hiện để giải quyết vấn đề, kèm theo các thông tin chi tiết cần thiết theo nguyên lí hoạt động cơ bản của robot, bao gồm: thông tin tín hiệu đầu vào, các yêu cầu trong việc xử lí thông tin, và thông tin tín hiệu đầu ra hoặc thao tác robot cần thực hiện. <i>** Nhiệm vụ và các thông tin có thể được phát biểu bằng ngôn ngữ nói, ví dụ: Robot/hệ thống cần ghi nhận được thông tin A. Nếu thông tin của A thoả điều kiện B thì robot/hệ thống sẽ thực hiện nhiệm vụ cụ thể là C để giải quyết vấn đề. → A, B, C trong ví dụ này là thông tin HS cần làm rõ.</i>
		A2.2 Hệ thống hoá nhiệm vụ cụ thể trong sự gắn kết với các thông tin cần thiết của robot một cách khoa học.	HS sử dụng phương thức trình bày phù hợp để diễn đạt nhiệm vụ cụ thể và các thông tin cần thiết đối với robot sau khi đã xác định được. Việc hệ thống hoá các thông tin của robot một cách khoa học sẽ chính là kết quả cụ thể nhất của quá trình đối chiếu (Confrontation) trong tư duy tính toán. Đây cũng chính là cơ sở để HS tiếp

			tục các pha hoạt động tiếp theo trong tiến trình giải quyết vấn đề. ** Các phương thức trình bày: (1)văn bản viết; (2)sơ đồ; (3)hình vẽ.
B. Đề xuất giải pháp	B.1 Nghiên cứu và lựa chọn thông tin	B.1.1 Xác định các bộ phận của robot phù hợp với nhiệm vụ.	HS xác định và nêu rõ các linh kiện phù hợp với từng bộ phận của robot trên cơ sở nhiệm vụ cụ thể của robot, bao gồm: <i>cảm biến (thu nhận thông tin), bộ não xử lý và bộ phận thực hiện tác động ra bên ngoài.</i>
		B.1.2 Tìm kiếm và trình bày các kiến thức liên quan các bộ phận robot và nhiệm vụ cần thực hiện.	HS huy động và làm rõ các kiến thức thông tin liên quan cần thiết để thực hiện thiết kế, chế tạo và làm chương trình hoạt động cho robot. - Kiến thức về cấu tạo, nguyên lý vận hành của từng bộ phận. - Kiến thức cần thiết để thiết lập các mệnh lệnh cho bộ não của robot.
		B.1.3 Thực hành tìm hiểu các bộ phận robot.	HS thực hiện các hoạt động khám phá và ghi nhận kết quả để tìm hiểu và vận dụng những kiến thức đã tổng hợp vào làm rõ các bộ phận của robot.
	B.2 Đề xuất giải pháp	B.2.1 Trình bày cách lắp ráp các bộ phận của robot.	HS trình bày bằng hình vẽ hoặc văn bản viết về cách lắp ráp các bộ phận của robot phù hợp với yêu cầu nhiệm vụ.
		B.2.2 Phân tích và làm rõ các bước “xử lý thông tin” cho bộ não robot.	HS thể hiện rõ các bước “ <i>xử lý thông tin</i> ” robot cần thực hiện để ghi nhận được thông tin từ cảm biến và thực hiện đúng nhiệm vụ theo yêu cầu. Sơ đồ là cơ sở để HS tiến hành lập trình cho robot.
	B.3 Thiết kế sản phẩm	B.3.1 Kết nối hệ thống robot vào điều kiện sử dụng thực tiễn.	Dựa vào điều kiện thực tiễn sử dụng, HS đề xuất phương án thiết kế sản phẩm hoàn thiện để giải quyết vấn đề. Kết cấu các bộ phận của robot được gắn kết trong một sản phẩm hoàn thiện ứng với điều kiện thực tiễn khi sử dụng.
		B.3.2 Trình bày phương án thiết kế sản phẩm hoàn thiện đáp ứng điều kiện thực tiễn.	HS trình bày cụ thể thiết kế sản phẩm hoàn thiện bằng một phương thức phù hợp để thể hiện được các nội dung cơ bản - Cấu trúc và kích thước chi tiết đối với sản phẩm - Nguyên vật liệu sử dụng - Các sử dụng sản phẩm
C. Thực hiện, đánh giá	C.1 Chế tạo sản phẩm	C.1.1 Thiết lập kế hoạch chế tạo robot.	HS làm rõ các bước cần thực hiện để hoàn thành sản phẩm, bao gồm các bước chuẩn bị, lắp ráp và các bước lập trình đối với một công cụ cụ thể (mBlock, Scratch, ...)
		C.1.2 Chế tạo sản phẩm robot theo kế hoạch.	HS thực hiện theo kế hoạch đã đề ra và hoàn thiện sản phẩm, là giải pháp cụ thể cho vấn đề đặt ra ban đầu.

	C.2 Vận hành và điều chỉnh	C.2.1 Đánh giá sự phù hợp của giải pháp và việc thực hiện theo tiến trình.	HS thử nghiệm vận hành hoạt động của robot, ghi nhận kết quả hoạt động so với yêu cầu trong nhiệm vụ.
		C.2.2 Cải tiến và điều chỉnh.	HS phát hiện lỗi sai của sản phẩm; trình bày dự định cải tiến và điều chỉnh.

Các biểu hiện hành vi trong khung năng lực được xây dựng trên cơ sở liên hệ chặt chẽ với cơ sở lí luận về robot và khoa học robot. Một đặc trưng quan trọng trong các hoạt động STEM-khoa học robot là sự gắn kết chặt chẽ với các bộ dụng cụ robot - phương tiện học tập cần có trong các hoạt động STEM-khoa học robot và sản phẩm robot mà giải pháp hướng đến. Do đó trong mỗi biểu hiện hành vi, hoạt động của HS luôn phản ánh và tập trung vào đối tượng giải pháp robot cần thực hiện.

2.4. Đề xuất các mức độ phát triển đối với từng biểu hiện hành vi

Các mức độ phát triển cho từng biểu hiện hành vi được xây dựng trên cơ sở *mức độ tự lực* của HS, *mức độ hỗ trợ* của GV và *mức độ phức tạp của giải pháp* trong các hoạt động học tập trên cơ sở các mức độ phát triển hành vi trong tài liệu tổng kết PISA năm 2015.

- ✓ *Mức 1.* HS ghi nhớ và tái hiện nội dung/hành vi với sự hỗ trợ chi tiết và cụ thể của GV để thực hiện với các vấn đề cụ thể.
- ✓ *Mức 2.* HS thực hiện với sự định hướng chung hoặc câu hỏi gợi mở của GV đối với các vấn đề cụ thể.
- ✓ *Mức 3.* HS tự lực thực hiện hành vi không cần sự hướng dẫn của GV, thể hiện được ý kiến cá nhân với các vấn đề cụ thể.
- ✓ *Mức 4.* HS tự lực thực hiện hành vi không cần sự hướng dẫn của GV, có lập luận và quan điểm bảo vệ ý kiến cá nhân, với vấn đề có tính phức hợp và kết nối với thông tin thực tiễn cuộc sống.

Bảng 3. Mức độ phát triển đối với các biểu hiện hành vi

Biểu hiện hành vi	Các mức độ phát triển			
	Mức 1	Mức 2	Mức 3	Mức 4
A.1.1	Trình bày lại được vấn đề cần giải quyết.	Nêu được vấn đề cần giải quyết dưới sự hướng dẫn của GV.	Tự phát hiện và nêu được vấn đề cần giải quyết trong tình huống học tập bằng ngôn ngữ bản thân.	Tự phát hiện và nêu được rõ ràng vấn đề mới và có tính phức hợp trong bối cảnh chung bằng ngôn ngữ bản thân.
A.1.2	Nêu lại được định hướng và sự phù hợp để giải quyết vấn đề sử dụng robot do GV giải thích và trình bày.	Nêu được định hướng và sự phù hợp để giải quyết vấn đề sử dụng robot dưới sự gợi ý của GV.	Tự lựa chọn được thông tin trong vấn đề từ đó nêu được hướng và sự phù hợp để giải quyết vấn đề sử dụng robot.	Tự nhận định và làm rõ được yếu tố cần thiết và lợi ý sử dụng robot trong giải quyết vấn đề.
A.2.1	Trình bày lại được cơ bản nhiệm vụ	Phát biểu được cơ bản nhiệm vụ cụ	Tự nêu được nhiệm vụ cụ thể và	Tự phân tích và nêu được nhiệm vụ

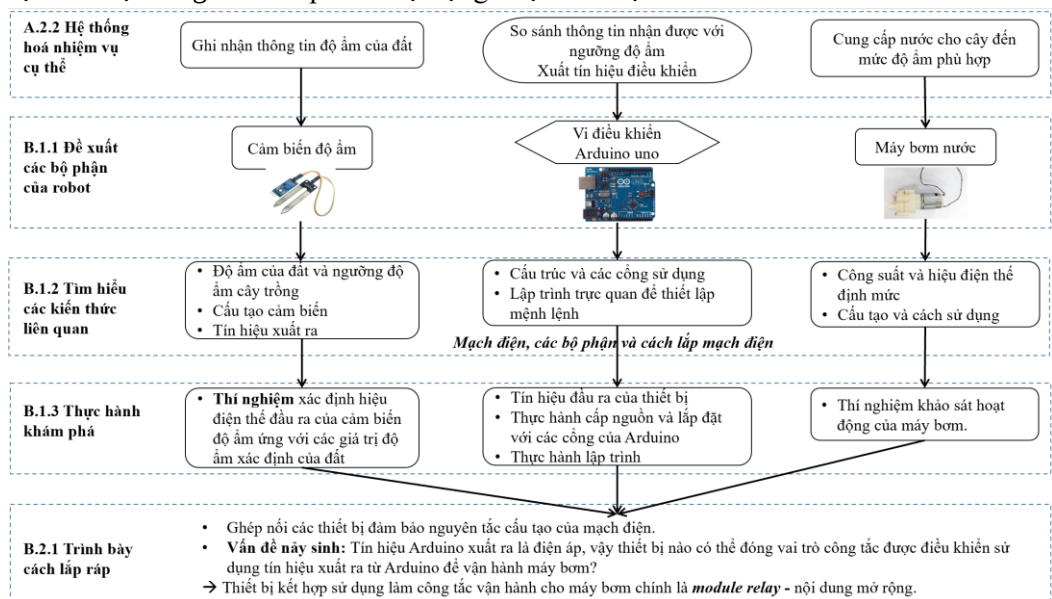
	cụ thể và một vài thông tin cần thiết cho robot do GV cung cấp và giới thiệu.	thể và một vài thông tin cần thiết cho robot dưới sự gợi ý của GV.	các thông tin cần thiết cho robot.	cụ thể và các thông tin cần thiết của robot, kết nối với thông tin thực tiễn cuộc sống.
A.2.2	Trình bày lại được nhiệm vụ cụ thể và các thông tin theo phương thức có khuôn mẫu cho GV cung cấp.	Sử dụng được 1 phương thức (văn bản viết, sơ đồ, hình vẽ) để diễn đạt các thông tin với sự hỗ trợ, gợi ý của GV.	Tự sử dụng được 1 phương thức (văn bản viết, sơ đồ, hình vẽ) để diễn đạt nhiệm vụ cụ thể và các thông tin của robot.	Tự sử dụng các phương thức để trình bày, làm rõ các thông tin theo cách riêng và sáng tạo, kết nối thông tin thực tiễn.
B.1.1	Trình bày lại được các bộ phận robot phù hợp theo tài liệu hướng dẫn chi tiết của GV.	Nhận ra và nêu được các bộ phận robot phù hợp theo dẫn dắt và gợi ý của GV.	Tự nhận ra và nêu được các bộ phận robot phù hợp với nhiệm vụ.	Tự phân tích và làm rõ được sự phù hợp và hiệu quả của các bộ phận của robot đối với nhiệm vụ.
B.1.2	Nêu lại được các kiến thức, thông tin do GV cung cấp và trình bày.	Tìm hiểu và trình bày được các kiến thức liên quan theo gợi ý của GV.	Tự tìm hiểu và trình bày được các kiến thức liên quan, diễn đạt bằng ngôn ngữ cá nhân.	Tự tìm hiểu và làm rõ được các kiến thức liên quan khoa học, rõ ràng, diễn đạt bằng ngôn ngữ riêng, kết nối với thực tiễn cuộc sống.
B.1.3	Thực hiện được các hoạt động khám phá, thu nhận thông tin theo tiến trình GV cung cấp hướng dẫn.	Đề xuất và thực hiện được các hoạt động khám phá, thu nhận thông tin có sự gợi ý của GV.	Tự đề xuất và thực hiện được các hoạt động khám phá và thu nhận thông tin.	Tự đề xuất và thực hiện được các hoạt động khám phá và thu nhận thông tin; đánh giá các thông tin thu nhận được.
B.2.1	Trình bày lại được giải pháp lắp ráp sẵn có do GV cung cấp, sử dụng 1 phương thức trình bày (văn bản viết, hình vẽ, sơ đồ hoặc lời nói).	Trình bày được giải pháp lắp ráp theo gợi ý sơ lược của GV sử dụng ít nhất một phương thức trình bày (văn bản viết, hình vẽ, sơ đồ hoặc lời nói).	Tự trình bày được giải pháp cơ bản phù hợp mục tiêu sử dụng ít nhất một phương thức trình bày (văn bản viết, hình vẽ, sơ đồ hoặc lời nói).	Tự đề xuất và trình bày được giải pháp có tính khác biệt, làm rõ được tính hiệu quả, sử dụng kết hợp phương thức trình bày; liên hệ với thông tin thực tiễn.
B.2.2	Trình bày lại được tiến trình xử lý thông tin sẵn có do GV cung cấp.	Trình bày được tiến trình xử lý thông tin cơ bản cho robot theo gợi ý của GV.	Tự làm rõ tiến trình xử lý thông tin cho robot sử dụng phương thức trình bày khoa học.	Tự làm rõ tiến trình xử lý thông tin cho robot sử dụng phương thức trình bày khoa học kết hợp liên hệ

				thông tin thực tiễn cuộc sống.
B.3.1	Trình bày lại được ý tưởng để lắp đặt hệ thống robot phù hợp với điều kiện thực tiễn sử dụng theo hướng dẫn chi tiết của GV.	Nêu được các điều kiện thực tiễn trong sử dụng và đề xuất các ý tưởng để lắp đặt hệ thống robot trong thực tiễn theo gợi ý của GV.	Tự nêu được các điều kiện thực tiễn trong sử dụng và đề xuất các ý tưởng để lắp đặt hệ thống robot trong thực tiễn dựa trên sản phẩm tương tự đã thực hiện.	Tự nêu được các điều kiện thực tiễn trong sử dụng và đề xuất các ý tưởng để lắp đặt hệ thống robot trong thực tiễn có tính độc đáo và sáng tạo.
B.3.2	Trình bày lại được phương án thiết kế sản phẩm hoàn thiện với thông tin đầy đủ theo hướng dẫn chi tiết của G.	Trình bày và làm rõ được phương án thiết kế sản phẩm hoàn thiện với thông tin đầy đủ theo câu hỏi định hướng của GV.	Tự đề xuất được phương án thiết kế sản phẩm hoàn thiện với thông tin đầy đủ dựa trên sản phẩm tương tự đã thực hiện.	Tự đề xuất được phương án thiết kế sản phẩm hoàn thiện mới, có tính độc đáo và sáng tạo, thể hiện dụng ý cá nhân và đầy đủ thông tin.
C.1.1	Nêu lại được các bước cần thực hiện theo kế hoạch do GV cung cấp sẵn có.	Trình bày được các bước cần thực hiện theo gợi ý của GV.	Tự xây dựng và trình bày được các bước cần thực hiện để hoàn thành sản phẩm.	Tự xây dựng và trình bày được các bước cần thực hiện để hoàn thành sản phẩm; liên hệ điều kiện thực tế khi sử dụng sản phẩm.
C.1.2	Thực hiện được các bước theo tiến trình sẵn có do GV cung cấp.	Thực hiện được theo kế hoạch và hoàn thiện sản phẩm cần sự hỗ trợ của GV.	Tự thực hiện được theo kế hoạch và hoàn thiện sản phẩm.	Tự thực hiện được và hoàn thiện sản phẩm, tự đánh giá được quá trình thực hiện và thay đổi cho phù hợp.
C.2.1	Vận hành nhưng chỉ quan tâm sản phẩm có hoạt động hay chưa ghi nhận được hiệu quả hoạt động của sản phẩm.	Vận hành, ghi nhận được hiệu quả hoạt động và ưu, nhược điểm của sản phẩm dưới sự hướng dẫn của GV.	Vận hành, ghi nhận được hiệu quả hoạt động và ưu, nhược điểm của sản phẩm tự lực.	Vận hành, ghi nhận được hiệu quả hoạt động và ưu, nhược điểm của sản phẩm tự lực; đối chiếu so sánh với sản phẩm cùng lĩnh vực hiện có, hoặc với yêu cầu kỹ thuật khác.
C.2.2	Không nhận ra được lỗi cũng như cần được cải tiến hoặc điều chỉnh.	Nêu được lỗi gặp phải và cải tiến chỉnh sửa theo yêu cầu và hướng dẫn thực hiện của GV.	Phát hiện được lỗi và đề xuất phương án cải tiến.	Phát hiện được lỗi và đề xuất phương án cải tiến. Đề xuất phương án nâng cao hiệu quả làm việc của robot.

2.5. Sử dụng khung năng lực trong tổ chức dạy học chủ đề STEM-khoa học robot

Trong dạy học các chủ đề STEM lĩnh vực khoa học robot, để phát triển năng lực GQVĐ, GV cần tổ chức các hoạt động học tập phù hợp với các nhiệm vụ cụ thể giúp HS bộc lộ và thể hiện được hành vi mong muốn. Con đường GQVĐ trong khoa học robot cũng chính là quá trình tư duy của HS theo khung năng lực đã đề xuất. Một điểm đặc trưng trong dạy học các chủ đề STEM – Robotics chính là hoạt động cần gắn liền với bộ công cụ robot được sử dụng. Hoạt động học tập trong các chủ đề STEM-khoa học robot được thiết kế chịu chi phối bởi bộ công cụ robot được sử dụng; mức độ đạt được của hành vi góp phần phát triển năng lực GQVĐ và bối cảnh chung trong vấn đề thực tiễn.

Minh họa chủ đề hệ thống cấp nước tự động đơn giản sử dụng bộ công cụ robot gồm vi điều khiển Arduino Uno kết hợp với các linh kiện. Các hoạt động học tập được thiết kế ở mức độ 1 hoặc 2 giúp HS lần đầu tiếp cận với lĩnh vực này giải quyết vấn đề. Mỗi loại cây trồng sẽ cần một mức độ độ ẩm phù hợp cần được duy trì để đảm bảo cho sự tăng trưởng tốt cho cây. Một hệ thống tưới cây tự động hóa để tự cung cấp nước đảm bảo mức độ ẩm cần thiết là một nhu cầu cần thiết trong một số gia đình hiện nay, đặc biệt khi họ đặt cây ở ngoài ban công, nơi có nắng, gió, mưa và có thể làm ảnh hưởng đến cây. Với chủ đề này, ở thành tố năng lực *B.1 Nghiên cứu và lựa chọn thông tin*, HS phải thực hiện một chuỗi các hoạt động học tập để tìm hiểu về các bộ phận cấu tạo nên hệ thống robot cấp nước tự động được thể hiện trên Hình 3.



Hình 3. Các hoạt động HS biểu hiện đáp ứng với các biểu hiện hành vi thuộc thành tố năng lực B1- Nghiên cứu, khám phá và lựa chọn thông tin

Trong hoạt động xác định các bộ phận của robot để thực hiện cung cấp nước tự động cho cây (biểu hiện hành vi **B.1.1**), HS có thể biểu hiện ở các mức độ khác nhau cho cùng nhiệm vụ học tập này. Mức thấp nhất – mức độ 1 sẽ biểu hiện ở các nhóm HS bước đầu làm quen và chưa có nền tảng kiến thức về các bộ dụng cụ robot, GV giới thiệu cụ thể từng bộ phận cần sử dụng dựa trên cơ sở phân tích nhiệm vụ và thông tin liên quan cho robot, HS sẽ nhớ và diễn đạt lại bằng ngôn ngữ cá nhân. Ở mức này, GV lựa chọn và xác định các linh kiện phù hợp và nhiệm vụ của HS chỉ là ghi nhớ. Mức độ này phù hợp với các đối tượng GV và HS lần đầu thực hiện các chủ đề STEM – khoa học robot. Ở mức độ 2, với sự tự lực cao được phát triển cao hơn và giảm mức độ hướng dẫn của GV, nhóm HS sẽ được dẫn dắt bằng các phương thức, câu hỏi định hướng kết hợp tìm kiếm tài liệu và sơ đồ tư duy, HS sẽ đề xuất được các bộ phận phù hợp. Như đã nêu ở

trên, do tính đặc trưng về yếu tố công cụ của các hoạt động STEM-khoa học robot, tuy nhiên, HS cần nêu lên được cụ thể tên gọi của các bộ phận: cảm biến độ ẩm, vi điều khiển Arduino Uno và máy bơm nước, như thể hiện ở Hình 3. HS ở mức độ 3 sẽ thể hiện tính tự lực cao hơn với nền tảng về bộ dụng cụ robot đã được trang bị, sẽ tự liên hệ và vẽ được sơ đồ kết nối từ các thông tin về hệ thống robot đồng thời nêu rõ các linh kiện phù hợp cho robot. Ở mức độ này, hoạt động học tập vẫn có sự gắn kết với bộ dụng cụ đã được xác định. Song ở mức độ cuối thì HS hoàn toàn độc lập trong tư duy xác định các bộ phận và linh kiện cần thiết đối với robot. Các em đề xuất được thiết bị cần sử dụng là cảm biến độ ẩm, vi điều khiển, và máy bơm, bên cạnh đó, các em tự tìm hiểu và đề xuất linh kiện theo phân tích của các em. Vi điều khiển có thể là Arduino Nano, cảm biến độ ẩm và thiết bị máy bơm cũng có thể thay đổi, tùy vào mục đích và phân tích của HS trong quá trình tư duy. Mức độ này sẽ được thể hiện sau khi HS có một quá trình rèn luyện và tiếp cận với lĩnh vực STEM – khoa học robot.

Tương tự như vậy đối với hoạt động thực hành khám phá các bộ phận của robot (biểu hiện hành vi **B.1.3**), HS hoàn toàn biểu hiện ở các mức độ khác nhau tùy vào điều kiện thực tiễn và quá trình học tập rèn luyện của các em. Nếu các linh kiện là hoàn toàn mới đối với HS, thì các em sẽ cần được rèn luyện để đạt được ở mức 1 là thực hiện lại được hoạt động thí nghiệm khám phá do GV đã hướng dẫn. Chẳng hạn như trong thí nghiệm xác định giá trị hiệu điện thế ngõ ra của cảm biến độ ẩm ứng với giá trị độ ẩm xác định của đất, HS cần phải có kiến thức về độ ẩm của đất, cách xác định độ ẩm của đất, hiệu điện thế và cách đo hiệu điện thế sử dụng đồng hồ đa năng. Ở mức 1, HS chỉ cần tiếp nhận được kiến thức và thực hiện chính xác theo đúng hướng dẫn của GV. Tiến đến mức độ 2, GV không cung cấp mọi hướng dẫn và thông tin, GV sử dụng bộ câu hỏi định hướng, HS là người tự đề xuất mục đích thí nghiệm, các dụng cụ, cách bố trí và thực hiện thí nghiệm, ghi nhận kết quả. Ở mức độ 3, HS dựa vào hiểu biết của bản thân và khả năng tự tìm hiểu để đề xuất phương án thí nghiệm phù hợp, GV theo dõi và đánh giá, góp ý khi cần thiết, không can thiệp hoặc hướng dẫn HS thực hiện. Ở mức độ cao nhất, do sự độc lập trong đề xuất giải pháp nên HS cần tự lực cao hơn trong việc nghiên cứu tìm hiểu về dụng cụ để có thể đề xuất cũng như khẳng định được sự phù hợp trong hoạt động đề ra để khám phá về thiết bị, linh kiện.

Qua phân tích hai hoạt động minh họa trong chủ đề Hệ thống cấp nước tự động đơn giản theo định hướng sử dụng bộ công cụ robot điện tử với vi điều khiển Arduino, chúng tôi đã trình bày và làm rõ các mức độ đạt được trong tiến trình phát triển hành vi, góp phần phát triển năng lực giải quyết vấn đề trong giáo dục khoa học robot.

3. Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đã trình bày cơ sở khung năng lực giải quyết vấn đề trong giáo dục khoa học robot bao gồm cơ sở khoa học về robot và giáo dục khoa học robot, năng lực giải quyết vấn đề và tư duy tính toán cũng như làm rõ hướng tiếp cận và quy trình để xây dựng khung năng lực. Kết quả khảo ý kiến chuyên gia có sự đồng thuận cao về tên gọi khung năng lực, các thành tố trong khung năng lực và cơ sở để xác định mức độ phát triển của hành vi là phù hợp. Một số ý kiến cho rằng cần sử dụng từ và diễn đạt rõ ràng hơn các biểu hiện hành vi và các mức độ phát triển. Trên cơ sở các ý kiến đó, chúng tôi đã có sự điều chỉnh và hoàn thiện khung năng lực giải quyết vấn đề trong giáo dục khoa học robot với 3 hợp phần, 7 thành tố và 15 biểu hiện hành vi gắn liền các đặc trưng về cấu tạo và nguyên lý chung của robot cũng như đặc trưng trong tổ chức các chủ đề STEM khoa học robot. Để đánh giá đồng thời hoàn thiện và hiệu chỉnh đường phát triển năng lực cho khung năng lực giải quyết vấn đề trong giáo dục khoa học, chúng tôi sẽ tiến hành thực nghiệm đo lường theo mô hình biến ẩn (construct modeling). Thông qua thực nghiệm, dữ liệu kết quả học tập của HS với các nhiệm vụ được thiết kế với các cấp độ theo khung năng lực sẽ là cơ sở để đánh giá sự phù hợp và tính chuẩn hoá của khung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] D. Alimisis, 2012. *Robotics in education & education in robotics: Shifting focus from technology to pedagogy*. Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education, p. 7-14.
- [2] M. S. Khine, 2017. *Robotics in STEM Education*. Springer.
- [3] S. Jung and E. Won, 2018. Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability*, Vol. 10, No. 4, p. 905.
- [4] V. Komis and A. Misirli, 2016. The environments of educational robotics in Early Childhood Education: towards a didactical analysis. *Educ. J. Univ. Patras UNESCO Chair*, Vol. 3, No. 2, pp. 238-246.
- [5] A. Didit, F. Harry, P. Anna, and R. Taufik Ramlan, 2019. *What is Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Literacy?*. 3rd Asian Education Symposium (AES 2018).
- [6] S. Techakosit and P. Nilsook, 2018. The Development of STEM Literacy Using the Learning Process of Scientific Imagineering through AR. *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, Vol. 13, No. 1, pp. 230-238.
- [7] A. Zollman, 2012. Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *Sch. Sci. Math.*, Vol. 112, No. 1, pp. 12-19.
- [8] D. Alimisis, 2013. Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes Sci. Technol. Educ.*, Vol. 6, No. 1, pp. 63-71.
- [9] L. P. E. Toh, A. Causo, P. W. Tzuo, I. M. Chen, and S. H. Yeo, 2016. A review on the use of robots in education and young children. *Educ. Technol. Soc.*, Vol. 19, No. 2, pp. 148-163.
- [10] O. Mubin, C. J. Stevens, S. Shahid, A. Al Mahmud, and J.-J. Dong, 2013. A review of the applicability of robots in education. *J. Technol. Educ. Learn.*, Vol. 1, No. 209-0015, p. 13.
- [11] R. Roboter, 2016. Educational Robots. [Online]. Available: <https://educational-robots.zeef.com/roberta.robota0>.
- [12] R. Christensen and G. Knezek, 2017. Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *J. Educ. Sci. Environ. Heal.*, Vol. 3, pp. 1-13.
- [13] M. J. Mohr-Schroeder *et al.*, 2014. Developing Middle School Students' Interests in STEM via Summer Learning Experiences: See Blue STEM Camp. *Sch. Sci. Math.*, Vol. 114, No. 6, pp. 291-301.
- [14] H. Altin and M. Pedaste, 2013. Learning approaches to applying robotics in science education. *J. Balt. Sci. Educ.*, Vol. 12, No. 3, pp. 365-377.
- [15] J. M. Angel-Fernandez and M. Vincze, 2018. *Towards a Definition of Educational Robotics*. Austrian Robotics Workshop 2018, p. 37.
- [16] V. Komis, M. Romero, and A. Misirli, 2016. *A scenario-based approach for designing educational robotics activities for co-creative problem solving*. International Conference EduRobotics 2016, p. 158-169.
- [17] P. Blikstein, 2013. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. *FabLabs Mach. makers Invent.*, Vol. 4, pp. 1-21.
- [18] PISA 2012 Results : Creative Problem Solving, Vol. V.
- [19] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2017. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework.
- [20] Bộ Giáo dục và Đào tạo Việt Nam, 2018. Chương trình Giáo dục phổ thông tổng thể.
- [21] J. M. Wing, 2006. Computational thinking. *Commun. ACM*, Vol. 49, No. 3, pp. 33-35.

- [22] D. Catlin and J. Woollard, 2014. *Educational robots and computational thinking*. Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education, p. 144-151.
- [23] N. D. Anderson, 2016. A Call for Computational Thinking in Undergraduate Psychology. *Psychol. Learn. Teach.*, Vol. 15, No. 3, pp. 226-234.
- [24] U. Kale *et al.*, 2018. Computational What? Relating Computational Thinking to Teaching. *Tech. Trends*, Vol. 62, No. 6, pp. 574-584.
- [25] S. Atmatzidou and S. Demetriadis, 2016. Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Rob. Auton. Syst.*, Vol. 75, pp. 661-670.
- [26] A. Csizmadia *et al.*, 2015. *Computational thinking A guide for teachers*, p. 18.
- [27] Bộ Giáo dục và Đào tạo Việt Nam, 2014. *Tài liệu tập huấn dạy học và kiểm tra, đánh giá kết quả học tập theo hướng phát triển năng lực học sinh*. Hà Nội.
- [28] N. Văn Biên, 2016. Đề xuất khung năng lực và định hướng dạy học môn Vật lí ở trường phổ thông. *Tạp chí khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, Vol. 56, Số 8B, tr. 11-22.

ABSTRACT

Designing a problem-solving competence framework in educational robotics for secondary school students

Le Hai My Ngan¹ and Nguyen Van Bien²

¹*Faculty of Physics, Ho Chi Minh City University of Education*

²*Faculty of Physics, Hanoi National University of Education*

Problem-solving competence is one of the core common competencies that need developed for students in the general education program in 2018 in Vietnam. In the general program in 2018, STEM education is emphasized as a relevant environment to promote problem-solving competence for students. One of the realistic fields interested in STEM education is robotics, which requires tight integration of knowledge and skills. In this paper, on the basis of the literature review, we propose a framework of problem-solving competence in education robotics to clarify the characteristics in the problem-solving process due to modern technology. The competence framework contributes to orienting learning activity and evaluating students' ability to solve problems in STEM-robotics topics.

Keywords: competence framework, problem-solving competence, educational robotics, STEM education.