

ORGANIZING STEM TEACHING ON THE TOPIC OF SOUND, IN NATURAL SCIENCE SUBJECT TO DEVELOP DIGITAL COMPETENCE FOR MIDDLE SCHOOL STUDENTS

Nguyen Thanh Chung¹, Tuong Duy Hai^{1*}, Tran Ngoc Chat¹, Tran Thi Thu Hien²

¹Hanoi University of Education, ²Thai Phien High School, Hai Phong

ARTICLE INFO		ABSTRACT
Received:	16/4/2025	STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education is increasingly affirming its crucial role in preparing a high-quality workforce to meet the demands of the Fourth Industrial Revolution. Concurrently, digital competence has become one of the core competencies necessary for citizens in the 21st century. This study presents the process of designing and organizing the teaching of the "Sound" topic (Grade 7 Natural Science) following the STEM education orientation, integrating the use of digital tools, aiming to develop digital competence for middle school students. The teaching process was developed based on the 5E model (Engage - Explore - Explain - Elaborate - Evaluate), combined with project-based learning and problem-solving methods. A pedagogical experiment was conducted at a middle school in Vietnam involving 7th-grade students. Quantitative and qualitative results indicate that the designed STEM teaching activities not only helped students master knowledge about sound but also significantly improved components of digital competence. The paper also discusses practical implications and proposes recommendations for scaling up this teaching model.
Revised:	05/6/2025	
Published:	08/6/2025	

KEYWORDS

STEM education
Digital competence
Sound
Natural science
Smartphone

TỔ CHỨC DẠY HỌC STEM CHỦ ĐỀ ÂM THANH, MÔN KHOA HỌC TỰ NHIÊN NHẪM PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC SỐ CHO HỌC SINH TRUNG HỌC CƠ SỞ

Nguyễn Thành Chung¹, Trương Duy Hải^{1*}, Trần Ngọc Chất¹, Trần Thị Thu Hiền²

¹Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, ²Trường THPT Thái Phiên, Hải Phòng

THÔNG TIN BÀI BÁO		TÓM TẮT
Ngày nhận bài:	16/4/2025	Giáo dục STEM đang ngày càng khẳng định vai trò quan trọng trong việc chuẩn bị nguồn nhân lực chất lượng cao đáp ứng yêu cầu của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Song song đó, năng lực số đã trở thành một trong những năng lực cốt lõi cần trang bị cho công dân thế kỷ 21. Nghiên cứu này trình bày quy trình thiết kế và tổ chức dạy học chủ đề "Âm thanh" (môn Khoa học tự nhiên lớp 7) theo định hướng giáo dục STEM, tích hợp sử dụng các công cụ công nghệ số, nhằm phát triển năng lực số cho học sinh trung học cơ sở. Quy trình dạy học được xây dựng dựa trên mô hình 5E, kết hợp với phương pháp dạy học dự án và giải quyết vấn đề. Nghiên cứu thực nghiệm sư phạm được tiến hành với học sinh lớp 7 tại một trường trung học cơ sở ở Việt Nam. Kết quả cho thấy hoạt động dạy học STEM được thiết kế không chỉ giúp học sinh nắm vững kiến thức về âm thanh mà còn cải thiện đáng kể các thành phần của năng lực số. Bài báo cũng đưa ra những thảo luận về ý nghĩa thực tiễn và đề xuất các khuyến nghị nhằm nhân rộng mô hình dạy học này.
Ngày hoàn thiện:	05/6/2025	
Ngày đăng:	08/6/2025	

TỪ KHÓA

Giáo dục STEM
Năng lực số
Âm thanh
Khoa học tự nhiên
Điện thoại thông minh

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.12607>

* Corresponding author. Email: haid@hnue.edu.vn

1. Giới thiệu

Bối cảnh toàn cầu hóa và cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư [1] đang đặt ra những yêu cầu cấp thiết đối với giáo dục phổ thông, đòi hỏi sự chuyển đổi từ mô hình tập trung trang bị kiến thức sang phát triển năng lực và phẩm chất toàn diện cho người học. Trong bối cảnh đó, giáo dục STEM, viết tắt của Khoa học (Science), Công nghệ (Technology), Kỹ thuật (Engineering) và Toán học (Mathematics), nổi lên như một phương thức tiếp cận giáo dục tiên tiến [2], [3]. Giáo dục STEM không chỉ là sự cộng gộp đơn thuần các môn học mà nhấn mạnh sự tích hợp liên ngành [4], [5], nơi các khái niệm học thuật được gắn kết với các vấn đề thực tiễn, giúp học sinh (HS) vận dụng kiến thức tổng hợp để giải quyết các thách thức trong thế giới thực [6]. Các cách tiếp cận tích hợp trong giáo dục STEM có thể bao gồm liên môn (interdisciplinary) hoặc xuyên môn (transdisciplinary), tập trung vào việc giải quyết các vấn đề phức hợp vượt ra ngoài ranh giới các môn học truyền thống. Nhiều quốc gia [7], [8] đã coi giáo dục STEM là một chiến lược trọng tâm. Tại Việt Nam, Chương trình Giáo dục phổ thông (GDPT) 2018 [9] và Chỉ thị 16/CT-TTg [10] cũng khẳng định vai trò quan trọng và định hướng thúc đẩy mạnh mẽ giáo dục STEM trong hệ thống giáo dục quốc dân, đặc biệt thông qua các hình thức như bài học STEM, hoạt động trải nghiệm STEM và nghiên cứu khoa học kỹ thuật [11].

Song hành cùng định hướng giáo dục STEM, năng lực số (NLS) ngày càng trở nên thiết yếu trong kỷ nguyên số [12]. NLS bao gồm kiến thức, kỹ năng và thái độ cần thiết để sử dụng công nghệ kỹ thuật số một cách tự tin, hiệu quả, sáng tạo, có trách nhiệm và an toàn cho học tập, công việc và tham gia xã hội [13]. Đây là một năng lực cốt lõi mà mọi công dân cần được trang bị. Nhận thức rõ tầm quan trọng này, Bộ Giáo dục và Đào tạo Việt Nam đã ban hành Khung NLS cho người học phổ thông theo Thông tư 02/2025/TT-BGDĐT [14]. Khung năng lực này cấu trúc NLS thành 6 miền: (I) Khai thác dữ liệu và thông tin; (II) Giao tiếp và hợp tác trong môi trường số; (III) Sáng tạo nội dung số; (IV) An toàn; (V) Giải quyết vấn đề; (VI) Ứng dụng trí tuệ nhân tạo. Việc phát triển NLS không chỉ là nhiệm vụ của môn Tin học mà cần được lồng ghép, tích hợp vào tất cả các môn học và hoạt động giáo dục khác [15], [16].

Mối quan hệ giữa giáo dục STEM và NLS là mối quan hệ tương hỗ chặt chẽ [17]. Yếu tố Công nghệ (Technology) trong STEM chính là cầu nối trực tiếp, khi việc sử dụng các công cụ, phần mềm, thiết bị số (cảm biến, ứng dụng di động, phần mềm mô phỏng, công cụ phân tích dữ liệu, thiết kế...) là một phần không thể thiếu trong nhiều hoạt động STEM [18]. Quá trình thực hiện các dự án STEM đòi hỏi HS phải tìm kiếm, đánh giá thông tin, giao tiếp, hợp tác trực tuyến, xử lý dữ liệu số và trình bày sản phẩm số - tất cả đều là cơ hội vàng để rèn luyện NLS [3], [4]. Cả hai lĩnh vực đều cùng hướng tới mục tiêu phát triển tư duy bậc cao như tư duy phản biện, sáng tạo và năng lực giải quyết vấn đề [1], [14].

Tuy nhiên, việc tích hợp hiệu quả hai lĩnh vực này trong các chủ đề dạy học cụ thể, đặc biệt ở cấp Trung học cơ sở (THCS) tại Việt Nam, vẫn còn đối mặt với nhiều thách thức [15]. Môn Khoa học tự nhiên (KHTN) ở cấp THCS, với cấu trúc tích hợp và nội dung gắn liền với thực tiễn rất phù hợp để triển khai giáo dục STEM và phát triển NLS. Chủ đề "Âm thanh" trong chương trình KHTN lớp 7 là một ví dụ điển hình. Chủ đề này bao gồm các kiến thức về nguồn âm, sự truyền âm, vật liệu cách âm, phản xạ âm, đặc trưng vật lý của âm (biên độ - độ to, tần số - độ cao), ô nhiễm tiếng ồn. Nội dung này có tiềm năng lớn để khai thác theo định hướng STEM, ví dụ như sử dụng điện thoại thông minh (ĐTTM) và các ứng dụng miễn phí như Phyphox để tiến hành các thí nghiệm khảo sát âm thanh một cách trực quan và định lượng [19], [20], hay thiết kế các nhạc cụ đơn giản, mô hình cách âm. Mặc dù đã có các nghiên cứu về việc sử dụng ĐTTM trong dạy học vật lý [21], việc xây dựng một quy trình dạy học STEM bài bản, tích hợp có chủ đích việc phát triển các thành phần NLS theo khung NLS cho người học [14] cho chủ đề Âm thanh ở cấp THCS vẫn là một khoảng trống cần được nghiên cứu và giải quyết.





Nghiên cứu này tập trung vào việc thiết kế, triển khai và đánh giá (thông qua quan sát và phân tích sản phẩm) một quy trình tổ chức dạy học STEM chủ đề "Âm thanh" (KHTN 7), có tích hợp

sử dụng ĐTTM và app Phyphox, nhằm mục tiêu kép là giúp HS nắm vững kiến thức khoa học và phát triển các năng lực thành phần của NLS. Câu hỏi nghiên cứu được đặt ra là: Quá trình triển khai dạy học chủ đề "Âm thanh" (KHTN 7) theo quy trình STEM được thiết kế, có tích hợp sử dụng công cụ công nghệ số, diễn ra như thế nào và tác động ra sao đến sự phát triển các biểu hiện NLS của HS THCS? Bài báo sẽ trình bày chi tiết về phương pháp nghiên cứu, các kết quả thu được về quá trình dạy học và sự phát triển NLS, sau đó thảo luận về ý nghĩa, hạn chế và đưa ra các khuyến nghị.

2. Phương pháp nghiên cứu

Bảng 1. Quy trình 5E tổ chức dạy học STEM chủ đề "Âm thanh" nhằm phát triển NLS cho HS THCS

Giai đoạn	Hoạt động chính của GV và HS	Mục tiêu kiến thức, kỹ năng	Năng lực thành phần	Công cụ/ Thiết bị số sử dụng
Gắn kết (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> - GV tổ chức trò chơi/hoạt động khởi động tạo hứng thú về âm thanh (ví dụ: nghe âm thanh đoán vật, xem video về âm thanh kỳ lạ...). - GV đặt câu hỏi nêu vấn đề liên quan đến âm thanh trong đời sống và dự án học tập (ví dụ: Làm thế nào để tạo ra âm thanh? Âm thanh truyền đi như thế nào? Làm sao để đo độ to, độ cao của âm thanh bằng điện thoại?). - HS chia sẻ hiểu biết ban đầu, nêu thắc mắc. 	<ul style="list-style-type: none"> Tạo hứng thú, huy động kiến thức nền, xác định vấn đề/nhiệm vụ học tập. 	2.1: Tương tác với người khác thông qua công nghệ số.	Máy chiếu (hoặc tivi màn hình lớn), video, loa. Mỗi nhóm sử dụng 01 ĐTTM (hoặc máy tính bảng)
Khám phá (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> - HS thực hiện các thí nghiệm theo nhóm để tìm hiểu về nguồn âm, sự truyền âm, vật liệu cách âm. - Hoạt động trọng tâm 1: Sử dụng ĐTTM và app Phyphox (hoặc Sound meter) để: <ul style="list-style-type: none"> + Khảo sát biên độ âm thanh (liên hệ độ to) khi thay đổi cách tác động vào nguồn âm (gảy mạnh/nhẹ dây đàn, gõ mạnh/nhẹ trống...) (hình 1). + Khảo sát tần số âm thanh (liên hệ độ cao) của các nguồn âm khác nhau (giọng nói, các nốt nhạc...) (hình 2, 3). - HS ghi chép số liệu, hiện tượng quan sát được. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nhận biết được nguồn âm. - Nêu được âm thanh có thể truyền qua chất rắn, lỏng, khí. - Lấy ví dụ vật liệu cách âm. - Thực hiện thí nghiệm đo/ khảo sát được biên độ, tần số âm thanh bằng ứng dụng số. 	<ul style="list-style-type: none"> 1.1: Tìm kiếm, truy cập thông tin (hướng dẫn sử dụng Phyphox, ĐTTM, app Phyphox, các nguồn âm thanh nếu cần). 5.1: Giải quyết vấn đề kỹ thuật đơn giản (cài đặt, sử dụng app). 3.1: Phát triển nội dung số (ghi lại dữ liệu thí nghiệm vào bảng tính hoặc ứng dụng ghi chú). 	Máy chiếu (hoặc tivi màn hình lớn), video, loa. Mỗi nhóm sử dụng 01 ĐTTM (hoặc máy tính bảng)
Giải thích (Explain)	<ul style="list-style-type: none"> - Các nhóm HS trình bày kết quả thí nghiệm, giải thích hiện tượng quan sát được. - GV hệ thống hóa kiến thức: Khái niệm nguồn âm, môi trường truyền âm, vật liệu cách âm, biên độ - độ to, tần số - độ cao. - GV hướng dẫn HS liên hệ kết quả đo từ Phyphox với các khái niệm vật lý. - Thảo luận về mối liên hệ giữa kết quả thí nghiệm và các ứng dụng thực tế. 	<ul style="list-style-type: none"> - Phát biểu được khái niệm nguồn âm, môi trường truyền âm. - Giải thích được vai trò của vật liệu cách âm. - Nêu được mối liên hệ: Biên độ - Độ to; Tần số - Độ cao. 	<ul style="list-style-type: none"> 2.2: Chia sẻ thông tin và nội dung số (trình bày kết quả bằng slide, file dữ liệu...). 1.3: Đánh giá thông tin và dữ liệu (so sánh kết quả giữa các nhóm, đối chiếu lý thuyết). 	Máy chiếu/ bảng tương tác/tivi màn hình lớn, các phần mềm trình chiếu.

Giai đoạn	Hoạt động chính của GV và HS	Mục tiêu kiến thức, kỹ năng	Năng lực thành phần	Công cụ/ Thiết bị số sử dụng
Củng cố/ Mở rộng (Elaborate)	<p>- Hoạt động trọng tâm 2 (Dự án STEM): HS thực hiện dự án theo nhóm (chọn 1 trong các chủ đề):</p> <p>+ <i>Dự án 1:</i> Thiết kế và chế tạo một nhạc cụ đơn giản (VD: đàn nước làm từ ống nghiệm, chai thủy tinh, cốc thủy tinh...) và sử dụng Phyphox, mục Tự tương quan âm (hoặc Pano tuner) để khảo sát độ cao các nốt nhạc tạo ra.</p> <p>+ <i>Dự án 2:</i> Tìm hiểu về ô nhiễm tiếng ồn tại trường học/khu dân cư, sử dụng app đo độ ồn trên điện thoại (Sound meter) để thu thập số liệu, đề xuất giải pháp giảm thiểu.</p> <p>- HS lên kế hoạch, tìm kiếm thông tin, thiết kế, chế tạo/khảo sát, thử nghiệm, điều chỉnh (hình 4).</p> <p>- HS viết báo cáo/tạo sản phẩm số trình bày dự án.</p>	<p>- Vận dụng kiến thức về âm thanh để giải quyết vấn đề thực tiễn.</p> <p>- Rèn luyện kỹ năng thiết kế, chế tạo (E), thu thập và xử lý số liệu (M, T).</p> <p>- Tìm hiểu về ứng dụng của âm thanh, ô nhiễm tiếng ồn.</p>	<p>1.1, 1.3: Tìm kiếm, đánh giá thông tin phục vụ dự án.</p> <p>2.4: Hợp tác trong môi trường số (sử dụng công cụ làm việc nhóm online).</p> <p>3.1, 3.2: Sáng tạo, chỉnh sửa nội dung số (viết báo cáo, làm video, slide trình bày dự án).</p> <p>5.2: Xác định nhu cầu và tìm giải pháp công nghệ.</p> <p>4.2, 4.4: Sử dụng thiết bị an toàn, bảo vệ sức khỏe (khi làm việc với dụng cụ, khi khảo sát tiếng ồn).</p>	<p>ĐTTM, app Phyphox, app đo độ ồn, vật liệu làm dự án (ống nghiệm, dây cước, ống nhựa, vật liệu tái chế...), máy tính, Internet, phần mềm văn phòng/trình chiếu.</p>
Đánh giá (Evaluate)	<p>- HS báo cáo sản phẩm dự án STEM.</p> <p>- GV và các nhóm khác đặt câu hỏi, góp ý, đánh giá dựa trên các tiêu chí (kiến thức khoa học, kỹ thuật thiết kế/khảo sát, tính sáng tạo, khả năng trình bày, kỹ năng hợp tác, mức độ sử dụng công cụ số hiệu quả).</p> <p>- HS làm bài kiểm tra cuối chủ đề (đánh giá kiến thức, kỹ năng KHTN).</p> <p>- HS tự đánh giá và đánh giá đồng đẳng về quá trình học tập, kỹ năng hợp tác và NLS.</p> <p>- GV quan sát, sử dụng phiếu đánh giá NLS.</p>	<p>Đánh giá tổng thể kiến thức, kỹ năng chủ đề Âm thanh và các kỹ năng STEM.</p>	<p>- Đánh giá tổng thể các thành phần NLS đã được rèn luyện thông qua quan sát, sản phẩm học tập, phiếu đánh giá.</p> <p>2.1: Tương tác, trình bày trong môi trường số.</p>	<p>Phiếu đánh giá sản phẩm STEM, bài kiểm tra, phiếu tự đánh giá, phiếu đánh giá NLS.</p>
				
				
	<p>Hình 1. Đo biên độ và tần số của âm phát ra từ đàn ghita</p>			<p>Hình 2. Đo đồng thời cả biên độ và tần số của âm phát ra từ trống</p>
	<p>Hình 3. HS nghe âm phát ra từ app Phyphox với tần số đặt trước</p>			<p>Hình 4. HS hoàn thiện nhà cách âm bằng vật liệu tái chế</p>

Nghiên cứu này được thiết kế theo phương pháp nghiên cứu tình huống (case study). Chúng tôi tập trung tìm hiểu sâu hai lớp 7 (mỗi lớp 48 HS) tại Trường THCS Cầu Giấy, Hà Nội (năm học 2024-2025), được lựa chọn làm các tình huống điển hình. Mục tiêu là mô tả quá trình triển khai dạy học chủ đề "Âm thanh" theo định hướng STEM và tìm hiểu sự phát triển NLS của HS trong bối cảnh thực tế này. Để thu thập dữ liệu trong khuôn khổ nghiên cứu tình huống, các kỹ thuật chính được sử dụng là quan sát tham dự các giờ học và phân tích sản phẩm học tập của HS. Giáo viên (GV) tham gia đã được tập huấn và thực hiện quy trình dạy học STEM được thiết kế (dựa trên 5E, kết hợp dự án, tích hợp NLS) trong 07 tiết. Nội dung chi tiết được trình bày trong Bảng 1.

Công cụ thu thập dữ liệu định tính bao gồm:

Phiếu quan sát và đánh giá quá trình học tập: Thiết kế dựa trên các biểu hiện hành vi cụ thể tương ứng với 6 miền năng lực trong khung NLS cho người học [14]. GV sử dụng phiếu này để quan sát, ghi lại và đánh giá mức độ thể hiện NLS của HS trong các hoạt động (ví dụ: cách HS tìm kiếm thông tin, sử dụng menu và chức năng của app Phyphox, xử lý sự cố kỹ thuật đơn giản, chia sẻ dữ liệu, cộng tác trên tài liệu số, trình bày bằng công cụ số...). Phiếu cũng ghi nhận biểu hiện kỹ năng hợp tác và giải quyết vấn đề.

Phiếu đánh giá sản phẩm STEM: Sử dụng bộ tiêu chí rõ ràng để đánh giá sản phẩm dự án, tập trung vào việc ứng dụng kiến thức khoa học, kỹ thuật, tính sáng tạo, thẩm mỹ và đặc biệt là mức độ, hiệu quả của việc ứng dụng công cụ số trong quá trình thực hiện và trình bày sản phẩm.

Nhật ký nghiên cứu của GV: Ghi chép chi tiết diễn biến các giờ học, phản ánh của GV về sự tham gia của HS, những thuận lợi, khó khăn gặp phải (về nội dung, phương pháp, thiết bị, kỹ năng của HS...) và các giải pháp sư phạm đã áp dụng.

Phỏng vấn HS: Phỏng vấn một số nhóm HS đại diện sau khi kết thúc chủ đề để tìm hiểu sâu hơn về trải nghiệm học tập, cảm nhận về việc sử dụng ĐTTM và app, những kỹ năng các em tự nhận thấy đã tiến bộ, và những khó khăn còn gặp phải.

Dữ liệu định tính được phân tích theo phương pháp phân tích nội dung và phân tích theo chủ đề. Các ghi chép quan sát, nhận xét trong phiếu đánh giá, nội dung nhật ký và bản ghi phỏng vấn được đọc kỹ, mã hóa thành các đơn vị ý nghĩa, sau đó nhóm lại thành các chủ đề liên quan đến các thành phần NLS và các khía cạnh khác của quá trình học tập. Kết quả phân tích được trình bày dưới dạng mô tả, diễn giải và minh họa bằng các trích dẫn dữ liệu gốc để tăng tính thuyết phục.

3. Kết quả và thảo luận

Kết quả quan sát quá trình dạy học và phân tích các sản phẩm học tập cho thấy quy trình dạy học STEM chủ đề "Âm thanh" tích hợp sử dụng ĐTTM và app Phyphox đã tạo ra một môi trường học tập năng động, thu hút được sự tham gia tích cực của HS và đặc biệt là tạo nhiều cơ hội để các em bộc lộ và rèn luyện các thành phần của Năng lực số. Dưới đây là mô tả chi tiết hơn về các biểu hiện NLS quan sát được ở 5 miền năng lực đầu tiên trong khung NLS cho người học [14]:

(I) Khai thác dữ liệu và thông tin: HS thể hiện khả năng sử dụng công cụ tìm kiếm (Google) để tìm thông tin liên quan đến cách sử dụng app Phyphox, nguyên lý hoạt động của các nhạc cụ, hay các biện pháp giảm tiếng ồn cho dự án. Nhiều em biết cách lựa chọn từ khóa khá hiệu quả ("cách đo tần số âm thanh bằng Phyphox", "vật liệu cách âm để kiểm"...). Trong các thí nghiệm khám phá, hầu hết các nhóm đã thực hiện được việc thu thập dữ liệu tần số và biên độ âm thanh trực tiếp từ app, ghi chép lại vào phiếu học tập hoặc bảng tính đơn giản. Tuy nhiên, kỹ năng đánh giá độ tin cậy của nguồn thông tin tìm được trên mạng vẫn còn hạn chế; một số em có xu hướng chấp nhận thông tin đầu tiên tìm thấy mà chưa có sự đối chiếu, kiểm chứng. Việc đọc và diễn giải các đồ thị sóng âm hiển thị tức thời trên Phyphox cũng là một thử thách ban đầu đối với một số nhóm, cần sự hỗ trợ từ bạn bè hoặc GV.

(II) Giao tiếp và hợp tác trong môi trường số: Đây là năng lực được thể hiện rõ nét, đặc biệt trong giai đoạn thực hiện dự án STEM. Các nhóm HS đã tích cực sử dụng các ứng dụng nhắn tin phổ biến (Zalo, Messenger) để trao đổi ý tưởng, phân công nhiệm vụ và cập nhật tiến độ công việc ngoài giờ học. Một số nhóm đã sử dụng hiệu quả các công cụ cộng tác trực tuyến như

Google Docs/Slides để cùng nhau xây dựng kế hoạch, viết báo cáo và thiết kế bài trình chiếu. Mức độ cộng tác có sự khác biệt giữa các nhóm; một số nhóm phối hợp rất tốt trên không gian số, trong khi một số nhóm khác vẫn dựa nhiều vào thảo luận trực tiếp và phân chia công việc độc lập hơn. Kỹ năng trình bày thông tin bằng công cụ số (Powerpoint, Canva, Capcut) khi báo cáo sản phẩm cuối chủ đề nhìn chung khá tốt, nhiều bài trình bày rõ ràng, có hình ảnh minh họa và dữ liệu từ dự án, có nhóm thực hiện video clip để báo cáo.

- (III) Sáng tạo nội dung số: HS đã tạo ra nhiều loại sản phẩm số khác nhau trong quá trình học tập. Phổ biến nhất là các bảng số liệu ghi lại kết quả đo đạc từ Phyphox, một số nhóm trình bày khá khoa học bằng Google Sheets hoặc Excel. Các bài trình chiếu báo cáo dự án là sản phẩm số bắt buộc, thể hiện sự tổng hợp thông tin, dữ liệu và hình ảnh. Một vài nhóm có sự sáng tạo cao hơn khi tự làm các video ngắn mô tả quá trình chế tạo nhạc cụ hoặc thực hiện khảo sát tiếng ồn, chèn cả các đoạn ghi âm hoặc đồ thị sóng âm vào video. Bản thân việc sử dụng Phyphox để thu thập, trực quan hóa và lưu lại dữ liệu âm thanh (dưới dạng file .csv hoặc ảnh chụp màn hình đồ thị) cũng có thể xem là một hình thức tạo và xử lý nội dung số trong bối cảnh khoa học.

- (IV) An toàn: Các biểu hiện về an toàn số chủ yếu dừng ở mức độ nhận biết và tuân thủ các quy tắc cơ bản do GV hướng dẫn. HS có ý thức hơn trong việc bảo vệ thiết bị cá nhân (ĐTTM) trong quá trình làm thí nghiệm, tránh làm rơi vỡ hoặc dính nước. Các em cũng được nhắc nhở và nhìn chung tuân thủ việc không truy cập các trang web, ứng dụng không liên quan đến bài học trong giờ. Các khuyến cáo về bảo vệ thính giác khi làm thí nghiệm với âm thanh lớn hoặc khi khảo sát tiếng ồn cũng được ghi nhận. Tuy nhiên, các khía cạnh sâu hơn như bảo vệ dữ liệu cá nhân khi dùng app, nhận diện các nguy cơ lừa đảo hay tin giả trên mạng chưa được đề cập hoặc thể hiện rõ trong khuôn khổ các hoạt động của chủ đề này.

- (V) Giải quyết vấn đề: Năng lực này được thể hiện khá rõ khi HS tương tác với công nghệ. Nhiều em tỏ ra chủ động, tự tin trong việc cài đặt và tìm hiểu các chức năng cơ bản của app Phyphox hay Sound Meter dựa trên hướng dẫn ngắn gọn của GV hoặc tự tìm kiếm trên mạng. Khi gặp các sự cố kỹ thuật thường gặp (ví dụ: Phyphox không nhận diện được micro của điện thoại, chọn sai chế độ đo, app bị treo, khó khăn khi xuất dữ liệu...), một số HS đã kiên nhẫn thử các cách khác nhau, khởi động lại app/điện thoại, hoặc chủ động hỏi bạn bè, GV để tìm cách khắc phục thay vì bỏ cuộc. Trong dự án khảo sát tiếng ồn, việc HS phải tự lựa chọn app đo độ ồn phù hợp (trong số nhiều app có sẵn), quyết định thang đo, cách thức đo đạc cũng thể hiện năng lực xác định nhu cầu và lựa chọn giải pháp công nghệ ở mức độ nhất định.

Quá trình triển khai và kết quả quan sát được từ nghiên cứu tình huống này cho thấy tính khả thi và hiệu quả bước đầu của việc áp dụng quy trình dạy học STEM chủ đề "Âm thanh" tích hợp công nghệ số nhằm phát triển NLS cho HS THCS tại Việt Nam. Việc tổ chức các hoạt động học tập theo mô hình 5E [22], kết hợp với các dự án thực hành, đã tạo ra một môi trường học tập lấy người học làm trung tâm, khuyến khích sự tò mò, khám phá và giải quyết vấn đề. Đặc biệt, việc sử dụng các công cụ công nghệ gần gũi như ĐTTM và các app miễn phí như Phyphox [19], [20], không chỉ giúp HS tiếp cận các khái niệm khoa học (biên độ, tần số, sóng âm) một cách trực quan, sinh động mà còn là phương tiện hiệu quả để các em thực hành và phát triển các kỹ năng số thiết yếu [16].

Sự phát triển các biểu hiện NLS ở HS, đặc biệt ở 5 miền năng lực đầu tiên trong khung NLS cho người học [14], là một minh chứng rõ ràng cho lợi ích của việc tích hợp công nghệ một cách có chủ đích [15]. Thay vì chỉ học lý thuyết về NLS hoặc sử dụng công nghệ một cách rời rạc, HS được đặt vào tình huống phải vận dụng các kỹ năng số để hoàn thành nhiệm vụ học tập STEM: tìm kiếm và đánh giá thông tin (Miền I) để lên ý tưởng dự án; sử dụng phần mềm/app (Miền V) để thu thập và phân tích dữ liệu khoa học (Miền I, III); giao tiếp và cộng tác trực tuyến (Miền II) để làm việc nhóm; và sáng tạo ra các sản phẩm số (Miền III) để trình bày kết quả. Cách tiếp cận "học thông qua làm" với công nghệ này giúp NLS trở nên có ý nghĩa và gắn liền với thực tiễn hơn [17]. Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu quốc tế về lợi ích của việc sử dụng ĐTTM trong giáo dục STEM [18], [21], khẳng định tiềm năng biến chiếc điện thoại cá nhân thành một công cụ học tập và thí nghiệm mạnh mẽ, hấp dẫn.

Tuy nhiên, bên cạnh những kết quả tích cực, quá trình triển khai cũng bộc lộ một số thách thức và hạn chế cần được xem xét. Thứ nhất, yêu cầu về thiết bị và hạ tầng công nghệ là một rào cản tiềm ẩn; việc đảm bảo tất cả các nhóm đều có ĐTTM đủ cấu hình để chạy ứng dụng và có kết nối Internet ổn định không phải lúc nào cũng dễ dàng [15], [21]. Thứ hai, kỹ năng công nghệ ban đầu của cả GV và HS có sự không đồng đều, đòi hỏi cần có sự hướng dẫn, hỗ trợ kỹ thuật kịp thời, đặc biệt là trong giai đoạn đầu làm quen với các ứng dụng mới [16]. Thứ ba, việc quản lý lớp học khi cho phép HS sử dụng thiết bị cá nhân cần có quy định rõ ràng và sự giám sát phù hợp để tránh sao nhãng. Thứ tư, việc đánh giá NLS thông qua quan sát và sản phẩm dù thực tế nhưng vẫn có thể mang tính chủ quan và khó bao quát hết mọi khía cạnh của năng lực, đặc biệt là các khía cạnh về tư duy phản biện hay thái độ [14]. Cuối cùng, nghiên cứu này được thực hiện trên một nhóm nhỏ tại một trường nên khả năng khái quát hóa kết quả cần thận trọng và chủ đề này cũng chưa khai thác được tiềm năng về AI.

4. Kết luận

Thông qua các hoạt động STEM được thiết kế, với sự tham gia tích cực của công nghệ số qua ĐTTM và các ứng dụng chuyên biệt, đã tạo ra một bối cảnh học tập phong phú, cho phép HS không chỉ học kiến thức mà còn thực hành và phát triển đồng thời nhiều thành phần quan trọng của NLS. Tuy nhiên, miền năng lực (VI) Ứng dụng trí tuệ nhân tạo chưa được khai thác trong chủ đề này. Việc thiết kế và triển khai một quy trình dạy học STEM bài bản, có chủ đích tích hợp công nghệ số là một hướng đi hiệu quả để đồng thời nâng cao hiểu biết khoa học và phát triển NLS cho HS THCS. Mô hình này không chỉ giúp HS học sâu hơn về chủ đề "Âm thanh" thông qua trải nghiệm thực tế mà còn trang bị cho các em những kỹ năng số cần thiết trong thế kỷ 21, đáp ứng yêu cầu của Chương trình GDPT 2018. Dựa trên kết quả và những thách thức ghi nhận được, các khuyến nghị được đề xuất bao gồm: (1) Khuyến khích và hỗ trợ GV đổi mới phương pháp dạy học, tích hợp STEM và công nghệ số; (2) Đầu tư cơ sở vật chất, tập huấn chuyên môn cho GV về thiết kế bài học STEM và sử dụng công nghệ; (3) Xây dựng, chia sẻ học liệu STEM và NLS chất lượng; (4) Nghiên cứu và áp dụng các phương pháp đánh giá NLS đa dạng và khách quan. Hướng nghiên cứu tiếp theo có thể tập trung vào việc mở rộng quy mô, kiểm chứng hiệu quả trên các nhóm đối tượng và chủ đề khác nhau, đồng thời tìm kiếm các giải pháp sư phạm để tích hợp hiệu quả hơn miền năng lực (VI) Ứng dụng trí tuệ nhân tạo vào giáo dục STEM.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva, Switzerland: World Economic Forum, 2016.
- [2] J. A. Vasquez, C. Sneider, and M. Comer, *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann, 2013.
- [3] L. D. English, "STEM education K-12: perspectives on integration," *Int. J. STEM Educ.*, vol. 3, no. 1, 2016, Art. no. 3.
- [4] M. Honey, G. Pearson, and H. Schweingruber, Eds., *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, D.C.: National Academies Press, 2014.
- [5] V. B. Nguyen, "STEM education in the new general education program," (in Vietnamese), *Vietnam Journal of Education Science*, no. 11, pp. 5-9, 2018.
- [6] National Science Teaching Association (NSTA), "NSTA Position Statement: The Next Generation Science Standards," 2013. [Online]. Available: <https://www.nsta.org/development-next-generation-science-standards>. [Accessed Apr. 01, 2025].
- [7] Committee on STEM Education, *National Science and Technology Council, Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education*. Washington, D.C.: White House Office of Science and Technology Policy, 2018.
- [8] M. Williams, Ed., *Asia-Pacific STEM Teaching Practices*. Bangkok, Thailand: UNESCO Bangkok Office, 2019.
- [9] Ministry of Education and Training, *General Education Program - Natural Science Subject (Issued with Circular No. 32/2018/TT-BGDĐT)*, (in Vietnamese), Hanoi, 2018.
- [10] Prime Minister, *Directive No. 16/CT-TTg dated May 4, 2017 on strengthening the capacity to access*

- the 4th Industrial Revolution*, (in Vietnamese), Hanoi, 2017.
- [11] Ministry of Education and Training, *Official Letter No. 3089/BGDĐT-GDTrH, on the implementation of STEM education in General education*, (in Vietnamese), Hanoi, 2020.
- [12] E. van Laar, A. J. A. M. van Deursen, J. A. G. M. van Dijk, and J. de Haan, "The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review," *Comput. Hum. Behav.*, vol. 72, pp. 577-588, 2017.
- [13] S. Carretero, R. Vuorikari, and Y. Punie, *DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016, JRC101254, doi: 10.2791/831117.
- [14] Ministry of Education and Training, *Circular No. 02/2025/TT-BGDĐT, Digital Competence Framework for learners*, (in Vietnamese), Hanoi, 2025.
- [15] T. T. H. Ngo and V. B. Nguyen, "Integrating ICT in STEM Education at Secondary Schools in Vietnam: Current Situation and Solutions," in *Proc. Int. Conf. Comput. Sci. Educ. (ICCSE)*, Toronto, ON, Canada, 2019, pp. 651-656.
- [16] T. N. P. Nguyen, V. B. Nguyen, and H. T. Pham, "Using Smartphones for Physics Experiments to Develop Students' ICT Competency," *Psychology and Education Journal*, vol. 58, no. 3, pp. 1396-1404, 2021.
- [17] C. P. Constantinou *et al.*, "Digital Technologies in the Service of Inquiry-Based STEM Education," in *Analyzing Data, Looking for Patterns and Making Deductions*, C. P. Constantinou, N. Papadouris, and A. Hadjigeorgiou, Eds. Cham, Switzerland: Springer, 2016, pp. 1-18.
- [18] A. Kertesz and G. Sykora, "Using smartphones and cloud services for STEM education," in *Proc. 11th Int. Conf. Comput. Sci. Educ. (ICCSE)*, Nagoya, 2016, pp. 423-427.
- [19] S. Staacks, S. Hütz, H. Heinke, and C. Stampfer, "Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox," *Phys. Educ.*, vol. 53, no. 4, Jul. 2018, Art. no. 045009.
- [20] J. A. Monsoriu, M. H. Giménez, J. R. Torregrosa, and J. M. Ángel Sancho, "Using a smartphone to measure the speed of sound in air," *Eur. J. Phys.*, vol. 37, no. 6, Nov. 2016, Art. no. 065603.
- [21] M. Monteiro, A. C. Martí, and L. S. L. Silva, "Physics teaching using smartphones: A systematic literature review," *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 30, no. 1, pp. 118-132, Feb. 2021.
- [22] R. W. Bybee *et al.*, *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS, 2006.