



DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.14.04S.2025.1612>

TÍCH HỢP GIÁO DỤC PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG VÀO NỘI DUNG GIẢNG DẠY VẬT LÝ TRONG MÔN KHOA HỌC TỰ NHIÊN (THCS) VÀ MÔN VẬT LÝ (THPT) VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Lê Thị Ngọc Tú* và Trương Thị Bạch Yến

Khoa Sư phạm Khoa học Tự nhiên - Trường Sư phạm, Trường Đại học Đồng Tháp, Việt Nam

**Tác giả liên hệ, Email: ltntu@dthu.edu.vn*

Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 03/6/2025; Ngày nhận chỉnh sửa: 14/8/2025; Ngày duyệt đăng: 25/8/2025

Tóm tắt

Bài viết khảo sát thực trạng tích hợp Giáo dục Phát triển Bền vững (EDS) trong dạy học nội dung Vật lý tại các trường THCS và THPT khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) thông qua phương pháp khảo sát thực tiễn bằng phiếu hỏi đối với 21 giáo viên và 108 học sinh tại Tiền Giang và Đồng Tháp, kết hợp với phân tích chương trình và sách giáo khoa hiện hành. Kết quả cho thấy nội dung EDS trong chương trình và sách giáo khoa còn mang tính chung chung, thiếu chiều sâu và chưa được bản địa hóa phù hợp với đặc thù khu vực. Đáng chú ý, chủ đề “Ô nhiễm do công nghệ” là nội dung có tỷ lệ học sinh tiếp cận thấp nhất (37.04%). Mặc dù giáo viên và học sinh thể hiện nhận thức tích cực về EDS, quá trình triển khai vẫn gặp nhiều thách thức như thiếu tài liệu giảng dạy, cơ hội bồi dưỡng chuyên môn và áp lực thời gian. Kết quả nghiên cứu khẳng định sự cần thiết phải nâng cao hiệu quả tích hợp EDS thông qua các giải pháp đồng bộ về định hướng sư phạm, phát triển tài liệu giảng dạy bản địa hóa và tăng cường năng lực cho các bên liên quan.

Từ khóa: *Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), Giáo dục Phát triển Bền vững (EDS), Vật lý, Sách giáo khoa, Thực trạng.*

Trích dẫn: Lê, T. N. T., & Trương, T. B. Y. (2025). Tích hợp giáo dục phát triển bền vững vào nội dung giảng dạy Vật lý trong môn Khoa học tự nhiên (THCS) và môn Vật lý (THPT) vùng đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 14(04S), 435-452. <https://doi.org/10.52714/dthu.14.04S.2025.1612>

Copyright © 2025 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

INTEGRATED SUSTAINABLE DEVELOPMENT EDUCATION IN THE TEACHING OF PHYSICS CONTENT AT SECONDARY AND HIGH SCHOOLS IN THE MEKONG DELTA REGION

Le Thi Ngoc Tu* and Truong Thi Bach Yen

*Faculty of Natural Sciences Teacher Education, School of Education,
Dong Thap University, Cao Lanh 870000, Vietnam*

**Corresponding author, Email: lntu@dthu.edu.vn*

Article history

Received: 03/6/2025; Received in revised form: 14/8/2025; Accepted: 25/8/2025

Abstract

This study examines the integration of Education for Sustainable Development (ESD) in the teaching of Physics content at secondary schools and high schools in the Mekong Delta region. The study utilized a practical survey method with questionnaires for 21 teachers and 108 students in Tien Giang and Dong Thap, combined with an analysis of the current curriculum and textbooks. The results reveal that the ESD content is often vague, lacks depth, and is insufficiently localized. The topic "Pollution from Technology" shows the lowest student engagement rate (37.04%). Despite generally positive perceptions among teachers and students, implementation faces key challenges such as a lack of teaching resources, limited training opportunities, and time constraints. The study highlights the need for stronger pedagogical guidance, the development of localized materials, and capacity-building efforts to improve ESD integration.

Keywords: *Current situation, Education for Sustainable Development (ESD), Mekong Delta, Physics, Textbooks.*

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh toàn cầu đang đối diện với những thách thức nghiêm trọng như biến đổi khí hậu, suy giảm tài nguyên, ô nhiễm môi trường và bất bình đẳng xã hội gia tăng (Calvin & cs., 2023; United Nations, 2015), Giáo dục vì sự phát triển bền vững (Education for Sustainable Development - EDS) được xem là một giải pháp chiến lược. UNESCO (2017) nhấn mạnh rằng EDS không chỉ là việc truyền đạt kiến thức, mà còn là quá trình học tập suốt đời, giúp người học phát triển tư duy phản biện, kỹ năng giải quyết vấn đề và hành động có trách nhiệm vì một tương lai bền vững.

Tại Việt Nam, Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là một trong những khu vực chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu, với các hiện tượng như xâm nhập mặn, hạn hán, sạt lở và nước biển dâng diễn ra ngày càng nghiêm trọng (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2021; World Bank, 2021). Đồng thời, khu vực này cũng đối mặt với nhiều thách thức về môi trường và xã hội như ô nhiễm nguồn nước, suy giảm đa dạng sinh học và quá trình chuyển đổi sang nền kinh tế xanh (UNDP, 2019). Trước thực trạng đó, giáo dục – đặc biệt là giáo dục thể hệ trẻ – được xem là điều kiện tiên quyết để nâng cao năng lực thích ứng và hướng tới phát triển bền vững (Đinh, 2019).

Trong chương trình giáo dục phổ thông (GDPT), môn Vật lý giữ vai trò quan trọng trong việc hình thành kiến thức nền tảng về năng lượng, vật chất và các quy luật tự nhiên. Các nội dung như điện năng, nhiệt học, quang học hay năng lượng tái tạo,... tạo nhiều điều kiện thuận lợi cho việc tích hợp EDS vào dạy học. Qua đó, học sinh (HS) không chỉ hiểu rõ nguyên lý hoạt động của các công nghệ thân thiện môi trường (ví dụ: pin mặt trời, tuabin gió), mà còn phát triển năng lực giải quyết vấn đề thực tiễn tại địa phương (Hewitt, 2017; Serway & Jewett, 2018). Việc lồng ghép EDS vào môn Vật lý cũng giúp rèn luyện các phẩm chất và năng lực cốt lõi như tư duy phản biện, kỹ năng tổng hợp và ứng dụng kiến thức vào cuộc sống (Quách & cs., 2024).

Tuy nhiên, thực tế cho thấy việc tích hợp EDS vào giảng dạy nội dung Vật lý trong môn Khoa học Tự nhiên ở cấp THCS và môn Vật lý cấp THPT tại ĐBSCL còn gặp nhiều khó khăn. Giáo viên (GV) thiếu tài liệu hướng dẫn cụ thể, các ví dụ gắn liền với bối cảnh địa phương còn hạn chế, và chưa có phương pháp sư phạm rõ ràng để lồng ghép nội dung EDS một cách hiệu quả (Bùi & Hà, 2024).

Trên cơ sở đó, bài viết này được thực hiện nhằm đánh giá thực trạng tích hợp EDS vào giảng dạy nội dung Vật lý trong môn Khoa học Tự nhiên ở cấp THCS và môn Vật lý cấp THPT ở vùng ĐBSCL. Nghiên cứu hướng đến ba câu hỏi chính: (1) *Nhận thức và thái độ của GV, HS đối với EDS hiện nay ra sao?*; (2) *Việc tích hợp EDS vào dạy học Vật lý đang được thực hiện ở mức độ nào và theo hình thức nào?*; (3) *Những thuận lợi và khó khăn trong quá trình tích hợp là gì?* Kết quả bài viết sẽ là cơ sở để đề xuất các giải pháp sư phạm thiết thực, góp phần nâng cao chất lượng giáo dục và năng lực thích ứng với biến đổi khí hậu cho HS vùng ĐBSCL.

2. Tổng quan lý thuyết

2.1. Khái niệm và các nguyên tắc của Giáo dục phát triển bền vững (EDS)

EDS là định hướng giáo dục chiến lược nhằm hình thành cho người học năng lực tư duy, hành động có trách nhiệm để góp phần xây dựng một tương lai bền vững. Theo UNESCO (2014), đây là quá trình học tập suốt đời giúp phát triển kiến thức, kỹ năng, giá trị và thái độ vì sự phát triển bền vững, nhấn mạnh tính toàn diện và năng lực hành động. Phát triển bền vững (PTBV) dựa trên ba trụ cột gắn kết: môi trường (bảo vệ tài nguyên, hệ sinh thái), kinh tế (tăng trưởng công bằng, hiệu quả), và xã hội (bình đẳng, nâng cao chất lượng sống) (Brundtland, 1987). Sự hài hòa giữa ba yếu tố này là nền tảng cho mọi chính sách và hoạt động giáo dục bền vững.

Trong giáo dục, EDS được triển khai qua các nguyên tắc như: tính liên ngành, tư duy hệ thống, sự tham gia tích cực, định hướng hành động, học tập suốt đời và gắn với bối cảnh địa phương (Sterling, 2004). Các nguyên tắc này định hướng việc tổ chức dạy học theo hướng tích hợp, thực tiễn và phát triển năng lực.

2.2. Các cấp độ và hình thức tích hợp trong dạy học

Tích hợp là xu hướng sư phạm hiện đại nhằm kết nối kiến thức và kỹ năng từ nhiều lĩnh vực để tạo ra trải nghiệm học tập toàn diện, phù hợp với yêu cầu đổi mới giáo dục (Trịnh, 2019). Trong dạy học, có thể phân loại tích hợp thành ba cấp độ:

Tích hợp toàn phần: Nội dung từ nhiều môn học sẽ được kết hợp chặt chẽ, tạo thành môn học hoặc chủ đề mới, làm mờ ranh giới của môn học truyền thống.

Tích hợp bộ phận: Kiến thức liên quan từ các môn học khác nhau sẽ được lồng ghép vào nội dung môn học chính, làm nổi bật mối liên hệ đa ngành nhưng vẫn giữ cấu trúc môn học.

Tích hợp liên hệ: Ở cấp độ đơn giản, GV sẽ gợi mở liên hệ giữa kiến thức đang dạy với nội dung các môn học khác hoặc với vấn đề thực tiễn (Trần, 2002).

Tùy theo mục tiêu giáo dục và điều kiện thực tiễn, các hình thức tích hợp có thể được tổ chức linh hoạt, bao gồm:

Lồng ghép nội dung: Chèn các tình huống, ví dụ tích hợp trong bài giảng.

Dạy học theo chủ đề: Xây dựng bài học xoay quanh một chủ đề chung, tích hợp kiến thức đa môn.

Dạy học theo dự án: Giao nhiệm vụ học tập mang tính thực tiễn, yêu cầu HS vận dụng kiến thức liên môn để giải quyết vấn đề cụ thể.

Hoạt động ngoại khóa: Tổ chức các sự kiện, trải nghiệm thực tế nhằm mở rộng không gian học tập và tăng tính kết nối giữa nhà trường và xã hội (Nguyễn, 2005).

Các cấp độ và hình thức tích hợp trên là cơ sở quan trọng để đưa các nội dung như EDS vào dạy học một cách hiệu quả và phù hợp với thực tiễn GDPT hiện nay.

3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lý luận: Phân tích tài liệu khoa học và văn bản chính thức để xây dựng cơ sở tích hợp EDS vào dạy học Vật lý.

Khảo sát thực tiễn: Thực hiện phiếu hỏi với 21 GV và 108 HS tại Tiền Giang, Đồng Tháp; kết hợp phân tích chương trình và SGK Vật lý hiện hành.

Xử lý số liệu: Áp dụng thống kê mô tả (tỷ lệ %, tần suất) và phân tích định tính với câu trả lời mở.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Thực trạng nhận thức và thái độ của giáo viên và học sinh về giáo dục phát triển bền vững

4.1.1. Đối với học sinh

Để đánh giá mức độ nhận thức của HS về các vấn đề liên quan đến EDS, bài viết đã khảo sát về sự hiểu biết của các em đối với các khái niệm như bảo vệ môi trường, biến đổi khí hậu, ô nhiễm nước và năng lượng tái tạo. Kết quả thu được trên bảng 1.

Bảng 1. Kết quả khảo sát mức độ nhận thức về các vấn đề bền vững và đánh giá các vấn đề quan trọng với thế giới hiện nay của HS

Câu hỏi	Trả lời	Số học sinh (HS)	Tỷ lệ (%)
1. Em có biết về các vấn đề như: bảo vệ môi trường, biến đổi khí hậu, ô nhiễm nước, năng lượng tái tạo...?	Rất rõ	79	73.15
	Có nghe qua	28	25.93
	Không rõ	01	0.93
	Chưa từng nghe	00	0.00
2. Theo em, những vấn đề sau đây là quan trọng với thế giới hiện nay?	Biến đổi khí hậu	39	36.11
	Thiếu nước sạch	28	25.93
	Ô nhiễm không khí	35	32.41
	Khoảng cách giàu nghèo	19	17.59
	Tất cả các vấn đề trên	83	76.85

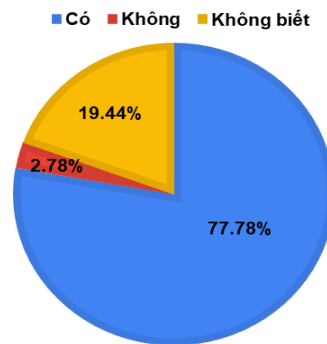
Kết quả thu được từ câu hỏi 1 trên bảng 1 cho thấy một kết quả rất tích cực về nhận thức của HS. Cụ thể, đại đa số HS (chiếm 73.15%) tự đánh giá rằng họ “*Rất rõ*” về các vấn đề liên quan đến EDS. Khoảng 25.93% HS cho biết họ “*Có nghe qua*”. Đáng chú ý, chỉ có một tỷ lệ rất nhỏ HS (0.93%) “*Không rõ*” và không có HS nào “*Chưa từng nghe*” về các vấn đề này. Kết quả này khẳng định rằng các thông tin về bảo vệ môi trường, biến đổi khí hậu, ô nhiễm nước và năng lượng tái tạo đã được truyền tải rộng rãi và phổ biến đến HS. Mức độ nhận thức cao của HS là một nền tảng thuận lợi để tích hợp EDS vào các môn học, đặc biệt là Vật lí. Điều này cho phép GV có thể đi sâu hơn vào các khía cạnh khoa học, công nghệ và các giải pháp liên quan đến Vật lí, thay vì phải dành nhiều thời gian để giới thiệu các khái niệm cơ bản. Mức độ nhận thức này cũng là yếu tố quan trọng góp phần vào sự hứng thú của HS đối với các nội dung học tập liên quan đến đời sống và môi trường, tạo tiền đề cho việc hình thành thái độ và hành vi bền vững trong tương lai.

Khảo sát mức độ quan tâm của HS đối với các vấn đề được coi là quan trọng trên thế giới hiện nay (câu hỏi 2- Bảng 1), nhằm đánh giá thái độ và sự ưu tiên của các em đối với các khía cạnh khác nhau của EDS. Kết quả trên bảng 1 cho thấy 76.85% HS lựa chọn “*Tất cả các vấn đề trên*”, phản ánh tư duy toàn diện và khả năng liên kết các thách thức toàn cầu như biến đổi khí hậu, ô nhiễm không khí, thiếu nước sạch và khoảng cách giàu nghèo. Trong số các vấn đề cụ thể, “*Biến đổi khí hậu*” (36.11%) và “*Ô nhiễm không khí*” (32.41%) được quan tâm nhiều nhất, cho thấy ảnh hưởng của truyền thông và thực tiễn đời sống. “*Thiếu nước sạch*” (25.93%) cũng được đánh giá cao, phù hợp với bối cảnh ở nhiều địa phương như ĐBSCL. Trong khi đó, “*Khoảng cách giàu nghèo*” (17.59%) ít được lựa chọn hơn, gợi ý rằng HS có xu hướng ưu tiên các vấn đề môi trường hữu hình hơn so với khía cạnh bất bình đẳng xã hội. Kết quả này cho thấy tiềm năng tích hợp hiệu quả EDS vào dạy học Vật lí. GV có thể khai thác sự quan tâm sẵn có của HS để xây dựng bài học gắn với các vấn đề thực tiễn như biến đổi khí hậu hay ô nhiễm không khí, từ đó thúc đẩy năng lực tự học và giải quyết vấn đề. Đồng thời, việc bổ sung nội dung liên môn cũng cần được chú trọng nhằm mở rộng nhận thức của HS về các khía cạnh xã hội của PTBV.

Để đánh giá mức độ nhận thức của HS về khả năng ứng dụng của môn Vật lí trong việc giải quyết các thách thức thực tiễn, đặc biệt là các vấn đề mang tính cấp thiết tại địa phương như xâm nhập mặn, thiếu điện, và ô nhiễm, nghiên cứu đã khảo sát ý kiến của các em. Kết quả trên hình 3 cho thấy 77.78% HS tin tưởng rằng môn Vật lí có thể giúp giải quyết các vấn đề ở

địa phương. Điều này phản ánh một cái nhìn rất tích cực và thực tiễn của HS về vai trò ứng dụng của môn học, vượt ra ngoài khuôn khổ lý thuyết. HS không chỉ học các kiến thức Vật lý mà còn nhận thức được tiềm năng của chúng trong việc đối phó với những thách thức cụ thể mà cộng đồng đang phải đối mặt. Niềm tin này là một yếu tố thuận lợi quan trọng để thúc đẩy việc học tập mang tính ứng dụng và giải pháp.

Tuy nhiên, vẫn còn một bộ phận đáng kể HS, chiếm 19.44%, bày tỏ sự “*Không biết*” về khả năng này của Vật lý. Tỷ lệ này cho thấy một khoảng trống trong việc kết nối kiến thức Vật lý trên lớp với các vấn đề thực tiễn, cụ thể là các vấn đề mang tính địa phương. Điều này gợi ý rằng GV và nhà phát triển học liệu cần tăng cường các ví dụ, tình huống, hoặc dự án học tập liên quan trực tiếp đến các vấn đề như xâm nhập mặn (các giải pháp vật lý trong xử lý nước, đo độ mặn), thiếu điện (ứng dụng năng lượng tái tạo, quản lý năng lượng), và ô nhiễm (các thiết bị đo lường, công nghệ xử lý). Chỉ có một tỷ lệ rất nhỏ HS (2.78%) cho rằng Vật lý không thể giúp giải quyết các vấn đề này.

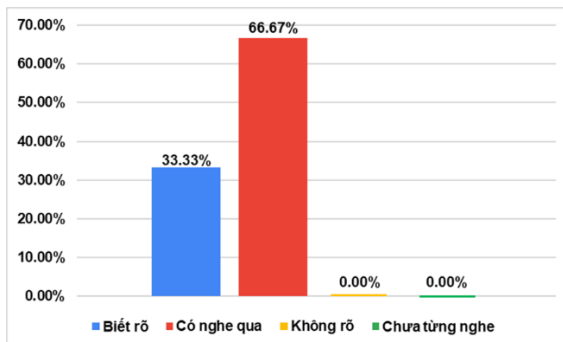


Hình 3. Nhận thức của HS về khả năng Vật lý giúp giải quyết các vấn đề địa phương

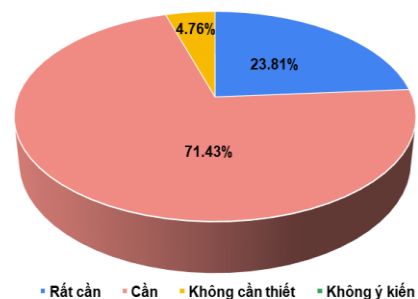
Kết quả này khẳng định tiềm năng lớn của môn Vật lý trong việc giáo dục HS về EDS thông qua các ứng dụng thực tiễn. Việc tận dụng niềm tin của HS vào khả năng giải quyết vấn đề của Vật lý sẽ là chìa khóa để xây dựng các bài học hấp dẫn, ý nghĩa, và thúc đẩy HS không chỉ hiểu biết mà còn có thể tham gia vào việc tìm kiếm giải pháp cho các thách thức tại cộng đồng của mình.

4.1.2. Đối với giáo viên

Bài viết đã khảo sát GV về mức độ nhận thức của họ đối với khái niệm EDS nhằm đánh giá nền tảng hiểu biết của đội ngũ giảng dạy. Kết quả được trình bày trên hình 4.



Hình 4. Mức độ nhận thức của GV về khái niệm “Giáo dục phát triển bền vững (EDS)”

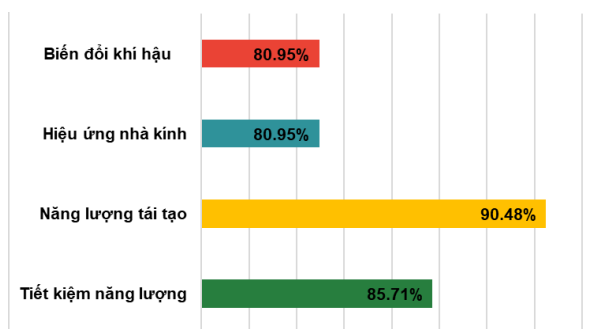


Hình 5. Mức độ cần thiết của việc tích hợp EDS vào môn Vật lý theo quan điểm của GV

Hình 4 cho thấy 66.67% GV đã “*Có nghe qua*” về khái niệm EDS, trong khi 33.33% GV cho biết họ “*Biết rõ*” về khái niệm này. Đáng chú ý, không có GV nào “*Không rõ*” hay “*Chưa từng nghe*” về EDS. Kết quả này phản ánh rằng khái niệm EDS đã được phổ biến rộng rãi trong giáo dục. Tuy nhiên, tỷ lệ GV “*Biết rõ*” còn tương đối khiêm tốn so với những người chỉ “*Có nghe qua*”. Điều này chỉ ra một khoảng cách giữa việc tiếp cận thông tin ban đầu và sự hiểu biết sâu sắc về EDS, bao gồm các mục tiêu, nguyên tắc và cách thức triển khai cụ thể. Sự thiếu hụt nhận thức sâu sắc này có thể là một trong những nguyên nhân dẫn đến các khó khăn trong quá trình tích hợp EDS vào dạy học, chẳng hạn như GV “*Chưa quen phương pháp tích hợp*” (19.05%) hoặc cảm thấy “*Thiếu tài liệu/học liệu*” (52.38%). Do đó, việc nâng cao nhận thức và hiểu biết chuyên sâu về EDS thông qua các chương trình tập huấn chuyên đề là rất cần thiết, điều này cũng trùng khớp với một trong những mong muốn hỗ trợ của GV (23.81% mong muốn “*Tập huấn chuyên đề*”).

Kết quả ở Hình 5 tiếp tục củng cố tính cấp thiết của việc tích hợp EDS vào môn Vật lí, cho thấy một sự đồng thuận rất cao từ phía GV về sự cần thiết của việc tích hợp EDS vào môn Vật lí. Cụ thể, 71.43% GV cho rằng việc tích hợp là “*Cần*”, và 23.81% GV nhận định là “*Rất cần*”. Tổng cộng, có đến 95.24% GV nhận thấy sự cần thiết của định hướng này. Chỉ có một tỷ lệ rất nhỏ, 4.76%, cho rằng việc tích hợp “*Không cần thiết*”, và không có GV nào “*Không ý kiến*”. Kết quả này là một tín hiệu cực kỳ tích cực, khẳng định rằng đội ngũ GV Vật lí tại khu vực nghiên cứu đã có nhận thức rõ ràng về tầm quan trọng và sự phù hợp của EDS trong bối cảnh chương trình giáo dục hiện nay. Mức độ đồng thuận cao này là một lợi thế lớn, tạo tiền đề thuận lợi cho việc triển khai và nhân rộng các sáng kiến tích hợp. Mặc dù GV nhận thấy sự cần thiết, các phản khảo sát trước đó cũng đã chỉ ra rằng họ vẫn gặp phải những khó khăn nhất định (ví dụ: thiếu thời gian, thiếu tài liệu, chưa quen phương pháp) và mong muốn được hỗ trợ để thực hiện việc tích hợp một cách hiệu quả hơn. Do đó, các giải pháp đề xuất cần tập trung vào việc cung cấp các nguồn lực và bồi dưỡng chuyên môn, thay vì chỉ thuyết phục GV về sự cần thiết của việc tích hợp.

Để xác định các điểm giao thoa tiềm năng giữa chương trình Vật lí và nội dung EDS, nghiên cứu đã khảo sát GV về những chủ đề cụ thể mà họ cho rằng có thể tích hợp. Kết quả được thể hiện trên hình 6.



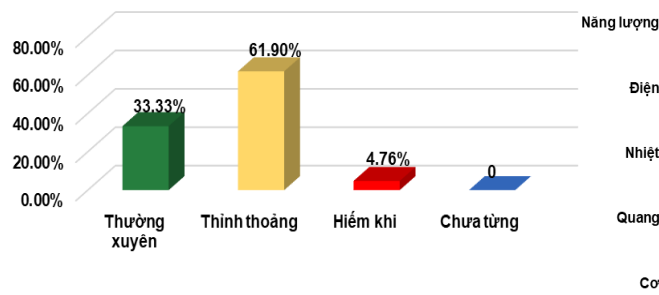
Hình 6. Các chủ đề Vật lí được GV nhận định có thể tích hợp EDS

Hình 6 thể hiện rõ ràng các chủ đề Vật lí được GV nhận định có tiềm năng cao để tích hợp EDS. Nổi bật nhất là chủ đề “*Năng lượng tái tạo*”, với 90.48% GV lựa chọn. Điều này phản ánh sự liên hệ trực tiếp và tự nhiên giữa các nguyên lý vật lí cơ bản và các giải pháp bền vững cho vấn đề năng lượng toàn cầu. Tiếp theo, “*Tiết kiệm năng lượng*” cũng nhận được sự đồng thuận rất cao từ 85.71% GV, cho thấy tầm quan trọng của việc giáo dục HS về sử dụng năng lượng hiệu quả trong đời sống hàng ngày. Bên cạnh đó, các chủ đề liên quan đến môi trường như “*Biến đổi khí hậu*” và “*Hiệu ứng nhà kính*” đều được 80.95% GV nhận định có thể tích hợp. Điều này chứng tỏ GV đã nhận thức rõ về mối liên hệ khoa học giữa các hiện tượng

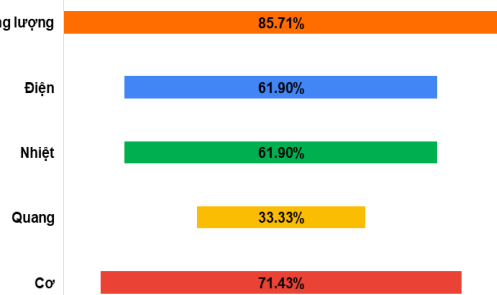
vật lí và các thách thức môi trường cấp bách, đặc biệt quan trọng trong bối cảnh địa phương đang chịu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Đây là một lợi thế lớn và là cơ sở vững chắc để xây dựng các tài liệu, giáo án mẫu, và chương trình tập huấn chuyên sâu, tập trung khai thác tối đa tiềm năng của các chủ đề này nhằm nâng cao hiệu quả giáo dục EDS trong môn Vật lí.

4.3. Đánh giá thực trạng tích hợp giáo dục phát triển bền vững của giáo viên vào bài dạy Vật lí

Đối với câu hỏi “Thầy/Cô đã từng tích hợp nội dung phát triển bền vững (môi trường, năng lượng, nước sạch...) vào bài dạy Vật lí chưa?”. Kết quả thể hiện trên hình 7.



Hình 7. Biểu đồ tần suất GV tích hợp EDS vào bài dạy Vật lí



Hình 8. Biểu đồ các chủ đề Vật lí được GV tích hợp EDS

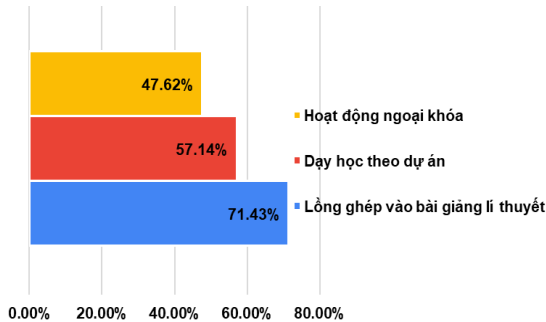
Biểu đồ tần suất tích hợp EDS vào giảng dạy Vật lí (Hình 7) phản ánh bức tranh tích cực về nhận thức và thực hành của GV tại các trường THCS và THPT vùng ĐBSCL. Cụ thể, 61,90% GV cho biết “*Thỉnh thoảng*” tích hợp nội dung PTBV, trong khi 33,33% “*Thường xuyên*” thực hiện điều này, cho thấy sự quan tâm và chủ động đáng kể trong việc lồng ghép các vấn đề môi trường, năng lượng và nước sạch. Mặc dù gần 95,00% GV đã từng tích hợp ở mức độ nào đó, phần lớn chỉ thực hiện “*Thỉnh thoảng*”, cho thấy việc tích hợp chưa trở thành hoạt động thường xuyên, hệ thống và sâu sắc trong tất cả bài giảng. Chỉ có 4,76% GV “*Hiếm khi*” tích hợp và không có ai “*Chưa từng*” tích hợp, thể hiện tiềm năng phát triển nhưng cũng cho thấy tồn tại khoảng trống cần khắc phục trong thực tiễn giảng dạy. Việc thúc đẩy chuyển dịch từ mức “*Thỉnh thoảng*” sang “*Thường xuyên*” là mục tiêu quan trọng nhằm nâng cao hiệu quả tích hợp EDS trong môn Vật lí. Kết quả này làm cơ sở cho việc phân tích chi tiết các hình thức tích hợp và khó khăn gặp phải, từ đó đề xuất các giải pháp hỗ trợ phù hợp.

Khi được hỏi: “Những chủ đề nào mà Thầy/Cô đã tích hợp EDS?” Kết quả thu được trên hình 8 cho thấy sự phân bố không đồng đều về các chủ đề Vật lí được tích hợp EDS. Chủ đề “*Năng lượng*” dẫn đầu với 85,71% GV lựa chọn, phù hợp với tầm quan trọng của năng lượng trong các giải pháp phát triển bền vững (Hewitt, 2017; Serway & Jewett, 2018). Chủ đề “*Cơ*” đứng thứ hai với 71,43%, thể hiện sự linh hoạt trong việc khai thác các kiến thức cơ học liên quan đến hiệu suất máy móc và tác động môi trường, như hiện tượng sạt lở bờ sông ở ĐBSCL. Hai chủ đề “*Điện*” và “*Nhiệt*” có tỷ lệ tích hợp tương đương 61,90%, phản ánh mối liên hệ mật thiết giữa điện năng, truyền nhiệt với các giải pháp tiết kiệm năng lượng và biến đổi khí hậu. Trong khi đó, chủ đề “*Quang*” có tỷ lệ thấp nhất (33,33%), có thể do thiếu tài liệu hướng dẫn cụ thể và ví dụ thực tiễn phù hợp, cho thấy tiềm năng chưa được khai thác đầy đủ trong EDS.

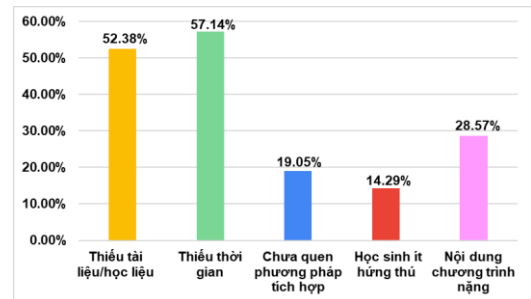
Kết quả khảo sát các hình thức tích hợp (Hình 9) cho thấy 71,43% GV sử dụng lồng ghép vào bài giảng lý thuyết, đây là phương pháp đơn giản và phổ biến, nhưng thường chỉ dừng ở mức cung cấp thông tin. Đáng chú ý, 57,14% GV áp dụng dạy học theo dự án, giúp HS chủ động nghiên cứu và vận dụng kiến thức để giải quyết các vấn đề PTBV thực tiễn. Ngoài ra, 47,62% GV triển khai hoạt động ngoại khóa như tham quan, chiến dịch môi trường

hay câu lạc bộ khoa học, tạo điều kiện trải nghiệm thực tế và hình thành thái độ tích cực. Sự đa dạng này cho thấy tiềm năng nâng cao chiều sâu và hiệu quả tích hợp EDS nếu được hỗ trợ đầy đủ về tài liệu và tập huấn chuyên sâu.

Hình 10 là kết quả khảo sát các khó khăn mà GV gặp phải khi tích hợp EDS vào dạy học nội dung Vật lí. Phân tích các khó khăn cho thấy có hai rào cản lớn nhất đối với GV là “*Thiếu thời gian*” (57.14%) và “*Thiếu tài liệu/học liệu*” (52.38%). Điều này phản ánh áp lực về khối lượng chương trình và sự thiếu hụt các nguồn tài nguyên cụ thể, phù hợp để triển khai nội dung tích hợp. Khi thời gian trên lớp bị hạn chế và GV phải đối mặt với áp lực hoàn thành chương trình, việc tìm kiếm và biên soạn thêm tài liệu tích hợp trở thành một gánh nặng đáng kể.



Hình 9. Các hình thức tích hợp EDS chủ yếu được GV Vật lí áp dụng

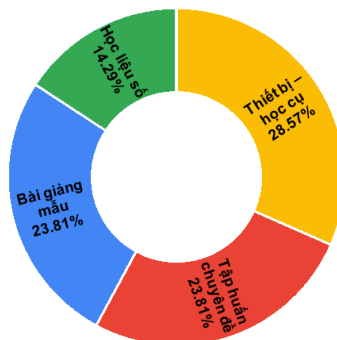


Hình 10. Các khó khăn GV gặp phải khi tích hợp EDS vào dạy học Vật lí

Tiếp theo là khó khăn về “*Nội dung chương trình nặng*” (28.57%). Mặc dù không phải là rào cản chính, tỷ lệ này cho thấy khối lượng kiến thức cần truyền tải là một yếu tố gián tiếp ảnh hưởng đến việc phân bổ thời gian và không gian cho các nội dung tích hợp. Khoảng 19.05% GV thừa nhận họ “*Chưa quen phương pháp tích hợp*”, điều này chỉ ra nhu cầu về các khóa tập huấn chuyên sâu và bồi dưỡng năng lực sư phạm về EDS.

Đáng chú ý, khó khăn về “*Học sinh ít hứng thú*” chỉ chiếm 14.29%. Đây là một tín hiệu tích cực, cho thấy HS không phải là yếu tố cản trở chính, mà ngược lại, có thể có sự quan tâm đối với các vấn đề bền vững nếu được tiếp cận đúng phương pháp và nội dung hấp dẫn. Kết quả này đã làm rõ các thách thức chính mà GV đang phải đối mặt. “*Thiếu thời gian*” và “*Thiếu tài liệu/học liệu*” là những rào cản khách quan và hệ thống, cần có sự hỗ trợ từ cấp quản lý để gỡ bỏ. Trong khi đó, việc nâng cao năng lực về phương pháp cho GV cũng là một yếu tố quan trọng để việc tích hợp EDS được triển khai hiệu quả và sâu rộng hơn trong dạy học Vật lí.

Để xác định các giải pháp hỗ trợ phù hợp, bài viết đã khảo sát GV về những mong muốn của họ trong quá trình tích hợp EDS vào bài dạy Vật lí (Hình 11).



Hình 11. Mong muốn hỗ trợ của GV để tích hợp hiệu quả EDS

Kết quả khảo sát chỉ ra rằng GV có những nhu cầu hỗ trợ rõ ràng để nâng cao hiệu quả tích hợp EDS. Trong đó, nhu cầu về “*Thiết bị – học cụ*” đứng đầu với 28.57%. Điều này thể hiện mong muốn mạnh mẽ của GV trong việc tổ chức các hoạt động thực hành, thí nghiệm, và trải nghiệm thực tế để minh họa các khái niệm Vật lý liên quan đến bền vững (ví dụ: mô hình năng lượng tái tạo, thiết bị đo lường môi trường). Nhu cầu này liên quan trực tiếp đến việc khắc phục khó khăn về nguồn lực và thúc đẩy các hình thức dạy học tích cực hơn như dạy học theo dự án và hoạt động ngoại khóa.

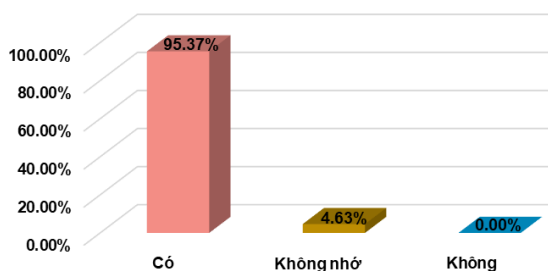
Tiếp theo là nhu cầu về “*Tập huấn chuyên đề*” (23.81%) và “*Bài giảng mẫu*” (23.81%) với tỷ lệ tương đương. Nhu cầu về tập huấn phản ánh mong muốn được nâng cao năng lực chuyên môn, cập nhật kiến thức về EDS và làm quen với các phương pháp tích hợp hiệu quả. Trong khi đó, bài giảng mẫu được xem là công cụ hữu ích, giúp GV tiết kiệm thời gian chuẩn bị và có định hướng rõ ràng về cách lồng ghép nội dung, giải quyết trực tiếp khó khăn về “*Thiếu tài liệu/học liệu*” và “*Thiếu thời gian*” đã được đề cập trước đó.

Nhu cầu về “*Học liệu số*” có tỷ lệ thấp nhất với 14.29%. Mặc dù học liệu số (video, mô phỏng, phần mềm) có vai trò quan trọng trong đổi mới dạy học, có thể GV ưu tiên các hình thức hỗ trợ trực tiếp và vật chất hơn, hoặc họ đã có một số nguồn học liệu số cơ bản nhưng cần các công cụ chuyên biệt hơn. Kết quả này là cơ sở quan trọng để xây dựng các giải pháp hỗ trợ thiết thực và hiệu quả. Việc ưu tiên đầu tư vào thiết bị – học cụ, đồng thời phát triển các chương trình tập huấn chuyên sâu và cung cấp các bài giảng mẫu chất lượng sẽ là những giải pháp then chốt giúp GV vượt qua các rào cản và tích hợp EDS một cách hiệu quả, góp phần nâng cao chất lượng giáo dục tại ĐBSCL.

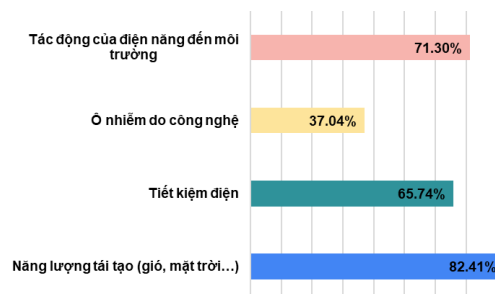
Phần câu hỏi mở “*Góp ý thêm*” đã thu thập được những ý kiến định tính giá trị, làm rõ hơn các nhận định từ dữ liệu định lượng. Một trong những góp ý nổi bật từ GV là: “*Cần tập huấn và tìm hiểu về phương pháp này rộng rãi*”. Ý kiến này trực tiếp củng cố những phát hiện từ các câu hỏi trước đó về khó khăn và nhu cầu hỗ trợ. Cụ thể, nó khẳng định lại rằng một trong những rào cản chính đối với GV không chỉ là thiếu tài liệu hay thời gian, mà còn là sự chưa quen thuộc với các phương pháp tích hợp EDS hiệu quả (chiếm 19.05% trong các khó khăn). Đồng thời, nó cũng trùng khớp với mong muốn được “*Tập huấn chuyên đề*” (23.81%) từ phía GV. Cụm từ “*rộng rãi*” trong góp ý nhấn mạnh nhu cầu về một chiến lược phổ biến kiến thức và kỹ năng tích hợp trên diện rộng, không chỉ dừng lại ở một vài cá nhân hay trường học. Điều này hàm ý rằng GV mong muốn có một sự chuẩn bị đồng bộ và hệ thống hơn để có thể tự tin triển khai việc tích hợp một cách hiệu quả và bền vững. Góp ý này làm sâu sắc thêm nhận định rằng việc nâng cao năng lực sư phạm và cung cấp định hướng phương pháp rõ ràng là chìa khóa để thúc đẩy quá trình tích hợp EDS trong dạy học Vật lý.

4.3. Thực trạng tích hợp giáo dục phát triển bền vững vào bài dạy Vật lý từ góc độ học sinh

Để có cái nhìn khách quan về thực trạng tích hợp EDS vào bài dạy Vật lý từ chính đối tượng thụ hưởng, bài viết đã tiến hành khảo sát HS THCS/THPT tại vùng ĐBSCL. Kết quả khảo sát trên hình 12 cho thấy một tín hiệu tích cực về mức độ tiếp cận của HS với các nội dung EDS thông qua môn Vật lý. Cụ thể, 95.37% HS xác nhận đã từng học về tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường trong môn học này. Tỷ lệ cao này phản ánh nỗ lực đáng ghi nhận của chương trình GDPT và GV Vật lý trong việc tích hợp các kiến thức về PTBV. Với đặc trưng là môn Khoa học Tự nhiên, Vật lý đã được khai thác hiệu quả để truyền tải các nội dung liên quan đến năng lượng, nhiệt, điện, ánh sáng,... góp phần hình thành nhận thức về sử dụng năng lượng có trách nhiệm và bảo vệ môi trường. Đây là cơ sở quan trọng để tiếp tục nâng cao chất lượng tích hợp EDS trong giảng dạy.



Hình 12. Tỷ lệ HS đã học nội dung liên quan đến tiết kiệm năng lượng, bảo vệ môi trường trong môn Vật lý



Hình 13. Tỷ lệ phần trăm HS THCS/THPT vùng ĐBSCL đã học các chủ đề EDS cụ thể trong môn Vật lý

Tuy nhiên, có 4.63% HS trả lời “*Không nhớ*” đã học nội dung này hay chưa, cho thấy cần xem xét chiều sâu và hiệu quả thực tế của việc tích hợp. Khả năng này có thể bắt nguồn từ việc các nội dung chưa thực sự nổi bật, còn mang tính hình thức, hoặc thiếu liên hệ cụ thể với các vấn đề môi trường tại ĐBSCL như biến đổi khí hậu, ô nhiễm nước, nhu cầu năng lượng trong nông nghiệp. Ngoài ra, phương pháp giảng dạy chưa đa dạng hoặc thiếu hoạt động thực tiễn cũng có thể là nguyên nhân. Nhìn chung, kết quả cho thấy EDS đã được tích hợp rộng rãi trong môn Vật lý, song để chuyển từ nhận biết sang hiểu sâu và hành động, cần có những phân tích cụ thể hơn về nội dung, phương pháp và mối liên hệ với bối cảnh địa phương – điều này sẽ được làm rõ trong các phần tiếp theo của bài viết.

Để có cái nhìn sâu sắc hơn về các nội dung EDS cụ thể đã được tích hợp trong môn Vật lý và mức độ tiếp cận của HS đối với từng chủ đề, bài viết tiếp tục khảo sát HS về các chủ đề cụ thể mà các em đã từng học. Kết quả thu được trên hình 13 cho thấy sự phân hóa rõ rệt về mức độ tiếp cận của HS đối với các chủ đề EDS khác nhau trong môn Vật lý.

Chủ đề được tiếp cận phổ biến nhất là “*Năng lượng tái tạo (gió, mặt trời,...)*”, với 82.41% HS xác nhận đã học. Điều này phản ánh sự cập nhật kịp thời của chương trình Vật lý đối với xu thế phát triển năng lượng bền vững toàn cầu. Việc HS sớm được tiếp cận kiến thức về các nguồn năng lượng sạch như gió và mặt trời không chỉ giúp hiểu nguyên lý chuyển hóa năng lượng (quang năng thành điện năng, cơ năng thành điện năng), mà còn góp phần nuôi dưỡng ý thức về chuyển đổi năng lượng trong bối cảnh biến đổi khí hậu và cạn kiệt tài nguyên hóa thạch.

Chủ đề “*Tác động của điện năng đến môi trường*” cũng có tỷ lệ tiếp cận cao (71.30%), cho thấy nội dung bài học không chỉ tập trung vào cơ chế hoạt động của điện năng, mà còn đề cập đến các hệ quả môi trường như ô nhiễm không khí từ nhà máy nhiệt điện than hay chất thải phóng xạ từ điện hạt nhân. Khả năng nhận thức được mối quan hệ nhân – quả này có vai trò quan trọng trong việc hình thành tư duy sử dụng năng lượng bền vững ở HS.

Với 65.74% HS xác nhận đã học, “*Tiết kiệm điện*” là chủ đề có tính ứng dụng cao, gắn liền với hành vi tiêu dùng hằng ngày của HS và gia đình. Các bài học về công suất điện, hiệu suất sử dụng thiết bị điện có thể tích hợp hiệu quả nguyên tắc tiết kiệm năng lượng. Tuy nhiên, tỷ lệ này thấp hơn hai chủ đề trên cho thấy cần nhấn mạnh hơn khía cạnh thực hành và hành động cụ thể trong giảng dạy.

Ngược lại, “*Ô nhiễm do công nghệ*” là chủ đề có mức độ tiếp cận thấp nhất (37.04%), cho thấy khoảng trống đáng kể trong tích hợp EDS. Trong khi công nghệ là yếu tố then chốt của phát triển kinh tế, các tác động tiêu cực như rác thải điện tử, ô nhiễm từ quy trình sản xuất thiết bị công nghệ hay mức tiêu thụ năng lượng khổng lồ của các trung tâm dữ liệu lại chưa

được nhấn mạnh đúng mức. Thiếu nhận thức về vấn đề này có thể khiến HS nhìn nhận phiến diện về vai trò của công nghệ, bỏ qua khía cạnh trách nhiệm môi trường. Trong khi đó, môn Vật lý – với các nội dung về vật liệu, thiết bị điện tử, và nguyên lý máy móc – hoàn toàn có tiềm năng để tích hợp sâu hơn chủ đề này.

Từ phân tích các hình 12 và 13, có thể thấy việc tích hợp EDS vào nội dung Vật lý tại Trường THCS/THPT khu vực ĐBSCL đã đạt được kết quả tích cực ở các chủ đề về năng lượng tái tạo và tác động môi trường. Tuy nhiên, mức độ ghi nhớ chưa cao (Hình 12), và việc tiếp cận với chủ đề như “Ô nhiễm do công nghệ” còn hạn chế. Những phát hiện này cho thấy cần rà soát lại nội dung chương trình, đổi mới phương pháp giảng dạy và tăng cường liên hệ với thực tiễn địa phương để EDS không chỉ được “dạy”, mà còn “dạy hiệu quả”, giúp HS hiểu sâu ghi nhớ bền vững và biết vận dụng vào giải quyết các vấn đề PTBV trong thực tế.

Nhằm lý giải rõ hơn sự chênh lệch mức độ tiếp cận giữa các chủ đề (Hình 13), bài viết tiếp tục phân tích nội dung tích hợp EDS trong Chương trình và SGK Vật lý hiện hành – các tài liệu định hướng chính cho quá trình dạy học.

4.4. Thực trạng nội dung tích hợp giáo dục phát triển bền vững trong Chương trình và Sách giáo khoa hiện hành

4.4.1. Định hướng tích hợp giáo dục phát triển bền vững trong Chương trình GDPT 2018 đối với nội dung Vật lý trong môn Khoa học tự nhiên (cấp THCS) và môn Vật lý (cấp THPT)

Nội dung Vật lý trong môn Khoa học tự nhiên (cấp THCS) và môn Vật lý (cấp THPT) của Chương trình GDPT 2018 đã cung cấp nhiều chủ đề và bài học có tiềm năng lớn để tích hợp EDS. Việc phân tích chương trình cho phép xác định rõ các điểm giao thoa giữa kiến thức Vật lý và các vấn đề PTBV.

Ở cấp độ THCS, các bài học về năng lượng và biến đổi năng lượng là trọng tâm để tích hợp EDS. Cụ thể, các chủ đề “Công và Công suất” (KHTN 8) có thể liên hệ đến hiệu suất sử dụng năng lượng và tầm quan trọng của việc tiết kiệm năng lượng; “Điện năng – Công của dòng điện” (KHTN 9) (Cao & cs., 2024; Mai & cs., 2024; Đình & cs., 2024) là cơ hội tuyệt vời để thảo luận về việc sử dụng điện hiệu quả và các giải pháp tiết kiệm điện trong gia đình. Hơn nữa, các kiến thức về “Nhiệt học” (KHTN 8) (Cao & cs., 2023; Mai & cs., 2023; Vũ & cs., 2023) có thể dẫn dắt đến các ứng dụng của năng lượng mặt trời trong đời sống, góp phần giảm phụ thuộc vào năng lượng hóa thạch.

Đối với cấp độ THPT, các nội dung tích hợp EDS trở nên đa dạng và sâu sắc hơn. Các chủ đề lớn như “Năng lượng” (Vật lý 10, 12) không chỉ đề cập đến các dạng năng lượng truyền thống mà còn mở rộng sang các nguồn năng lượng tái tạo (mặt trời, gió, thủy triều) và vấn đề khủng hoảng năng lượng toàn cầu. “Điện từ trường” (Vật lý 11, 12) có thể được liên hệ với công nghệ sạch, ứng dụng của điện từ trong quan trắc môi trường, hoặc thảo luận về ô nhiễm điện từ (Phạm & cs. 2022, 2024; Nguyễn & cs. 2023, 2024). Các bài học về “Quang học” (KHTN 9, Vật lý 11) có thể đề cập đến ô nhiễm ánh sáng hoặc các ứng dụng thực tiễn của ánh sáng mặt trời trong công nghệ xanh (Cao & cs., 2024; Đình & cs., 2024; Vũ & cs., 2024; Vũ & cs., 2023; Nguyễn & cs., 2023; Phạm & cs., 2023). Đi sâu hơn, nhiều kiến thức Vật lý có thể được liên hệ trực tiếp với các vấn đề cụ thể:

Khi giảng dạy về “Định luật bảo toàn năng lượng”, GV có thể liên hệ đến vấn đề sử dụng năng lượng hợp lý, giảm thiểu lãng phí và phát triển các nguồn năng lượng tái tạo như một giải pháp bền vững (Nguyễn, 2018).

Chủ đề “Hiệu ứng nhà kính” trong Vật lý (liên quan đến bức xạ nhiệt và sự hấp thụ của khí quyển) là cơ sở khoa học để thảo luận về tác động của khí thải CO₂ và các giải pháp giảm

thiếu phát thải khí nhà kính, ứng phó với biến đổi khí hậu.

Các kiến thức về “*Cơ học chất lỏng*” có thể được liên hệ với vấn đề sạt lở bờ sông, dòng chảy, và quy hoạch thủy lợi ở ĐBSCL.

Chương trình GDPT 2018 xác định EDS là nội dung quan trọng, cần được lồng ghép xuyên suốt các môn học nhằm hình thành phẩm chất và năng lực toàn diện cho HS. Đối với nội dung Vật lý, định hướng tích hợp EDS thể hiện rõ qua mục tiêu và yêu cầu cần đạt theo Thông tư 32/2018/TT-BGDĐT. Chương trình cũng nhấn mạnh việc phát triển năng lực khoa học tự nhiên, đặc biệt là khả năng vận dụng kiến thức Vật lý vào các vấn đề thực tiễn như năng lượng và môi trường.

4.4.2. Đánh giá thực trạng tích hợp giáo dục phát triển bền vững trong Sách giáo khoa hiện hành

Để đánh giá mức độ cụ thể hóa định hướng tích hợp EDS của Chương trình GDPT, bài viết đã phân tích ba bộ SGK hiện hành gồm THCS (sách Khoa học Tự nhiên) và THPT (sách Vật lý): *Kết nối tri thức với cuộc sống*, *Chân trời sáng tạo* và *Cánh diều* (Vũ & cs., 2021, 2022, 2023, 2024; Cao & cs., 2021, 2022, 2023, 2024; Mai & cs., 2021, 2022, 2023, 2024). Phân tích tập trung vào các bài học, ví dụ, bài tập, mục “*Em có biết*”, “*Vận dụng*” có liên quan đến các chủ đề EDS. Kết quả chỉ ra một số đặc điểm chính:

a. Tần suất và hình thức tích hợp: Nội dung EDS chủ yếu xuất hiện gián tiếp thông qua ví dụ và câu hỏi mở, còn tích hợp trực tiếp với tiêu đề rõ ràng còn hạn chế. Ví dụ: SGK Khoa học tự nhiên – lớp 8, bộ *Kết nối tri thức* lớp 8 (phần Vật lý) lồng ghép việc tính điện năng tiêu thụ giữa đèn LED và đèn sợi đốt để giáo dục tiết kiệm điện (Vũ & cs., 2023, tr. 92–95); SGK Khoa học tự nhiên – lớp 7, bộ *Chân trời sáng tạo* (phần Vật lý) đề cập ô nhiễm tiếng ồn trong bài “Sóng âm” (Cao & cs., 2022, tr. 112–114); SGK Vật lý – lớp 10, bộ *Cánh diều* kết nối truyền nhiệt với hiệu ứng nhà kính (Nguyễn & cs., 2023, tr. 75–78). Khoảng 40% số bài ở bậc THCS có tích hợp nội dung EDS dưới dạng gián tiếp.

b. Mức độ chiều sâu: Nội dung EDS chủ yếu dừng ở mức nhận diện vấn đề, thiếu phân tích nguyên nhân và đưa ra giải pháp cụ thể. Ví dụ: SGK Vật lý – lớp 10, bộ *Chân trời sáng tạo* chỉ giới thiệu sơ lược các nguồn năng lượng tái tạo mà chưa phân tích khả năng khai thác tại địa phương (Phạm & cs., 2022, tr. 120–125); SGK Khoa học tự nhiên – lớp 8, bộ *Kết nối tri thức* (phần Vật lý) nêu hiện tượng ô nhiễm nhiệt, tiếng ồn một cách khái quát, thiếu liên hệ với các giải pháp kỹ thuật (Vũ & cs., 2023, tr. 110–115).

c. Phân bố chủ đề: Các chủ đề như “*Năng lượng tái tạo*” và “*Tác động của điện năng đến môi trường*” được lồng ghép khá nhiều, phù hợp với tỷ lệ HS tiếp cận cao (82.41% và 71.30%). Ví dụ: SGK Vật lý – lớp 10, bộ *Cánh diều* hướng dẫn tính hiệu suất thiết bị điện gắn với sử dụng điện hợp lý (Nguyễn & cs., 2023, tr. 76–80). Trong khi đó, “*Ô nhiễm do công nghệ*” chỉ được đề cập ngắn gọn trong phần cuối bài của SGK Khoa học Tự nhiên – lớp 9, bộ *Kết nối tri thức* (phần Vật lý) với vài dòng về rác thải điện tử (Vũ & cs., 2024, tr. 130–132), phản ánh đúng tỷ lệ tiếp cận thấp của HS (37.04%).

d. Tính địa phương hóa: Nội dung SGK mang tính phổ quát, ít phản ánh đặc điểm môi trường vùng ĐBSCL như xâm nhập mặn, ô nhiễm nông nghiệp hay mô hình năng lượng kết hợp thủy sản. Ví dụ, SGK Vật lý – lớp 10, bộ *Chân trời sáng tạo* tuy có đề cập đến năng lượng mặt trời (Phạm & cs., 2022, tr. 122–124), nhưng chưa khai thác tiềm năng cụ thể tại ĐBSCL. Chủ đề “*Ô nhiễm do công nghệ*” trong ngành chế biến thủy sản – đặc thù của vùng – cũng chưa được đề cập.

e. Hướng dẫn phương pháp: Cả ba bộ SGK thiếu hướng dẫn cụ thể cho GV trong việc tích hợp EDS. Các hoạt động chủ yếu dừng ở mức gợi ý câu hỏi, chưa cung cấp quy trình thiết kế bài dạy tích hợp rõ ràng – thách thức lớn với GV chưa được tập huấn chuyên sâu.

Từ những phân tích trên, có thể thấy các SGK hiện hành đã bước đầu tích hợp EDS, góp phần xây dựng nền tảng kiến thức cho HS. Tuy nhiên, việc tích hợp vẫn còn nhiều hạn chế, chủ yếu về chiều sâu nội dung, tính địa phương hóa và hướng dẫn phương pháp. Để nâng cao hiệu quả, cần mở rộng nội dung theo hướng cụ thể, tăng cường chiều sâu và bổ sung hướng dẫn cụ thể cho GV.

4.5. Các yếu tố ảnh hưởng đến việc tích hợp giáo dục phát triển bền vững vào bài dạy Vật lí

4.5.1. Yếu tố từ Chương trình và Sách giáo khoa Vật lí

Phân tích Chương trình GDPT và SGK Vật lí hiện hành (Mục 4.4) chỉ ra ba yếu tố chính ảnh hưởng đến tích hợp EDS:

Định hướng chung chung: Chương trình GDPT có định hướng tích hợp EDS nhưng còn khá khái quát, thiếu cụ thể về nội dung và phương pháp (Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2018a; 2018b) gây khó khăn cho GV trong thực hiện hiệu quả.

Nội dung SGK chưa sâu và chưa toàn diện:

Chủ đề EDS chủ yếu giới thiệu khái niệm, ít phân tích nguyên nhân, hệ quả và giải pháp đa chiều. Ví dụ, SGK Khoa học Tự nhiên – lớp 6, bộ *Kết nối tri thức* với cuộc sống (Vũ & cs., 2021, tr. 45–47) chỉ giới thiệu năng lượng tái tạo mà chưa đề cập sâu đến tác động kinh tế – xã hội tại địa phương.

Phân bố chủ đề không đồng đều: chủ đề “Ô nhiễm do công nghệ” tiếp cận thấp (37.04%) tương ứng với SGK Khoa học Tự nhiên – lớp 6, bộ *Chân trời sáng tạo* (Cao & cs., 2021, tr. 68–70) và SGK Khoa học Tự nhiên – lớp 6, bộ *Cánh diều* (Mai & cs., 2021, tr. 50–51) chỉ nhắc khái quát, tạo khoảng trống lớn trong nhận thức HS.

Thiếu tính bản địa hóa: SGK ít khai thác các vấn đề đặc thù của vùng ĐBSCL. Ví dụ, trong SGK Khoa học Tự nhiên – lớp 6, bộ *Kết nối tri thức* (Vũ & cs., 2021, tr. 32–34) có nói về các nguồn nước, chu trình nước, nhưng không đi sâu vào vấn đề xâm nhập mặn, ô nhiễm nguồn nước do nông nghiệp; SGK Khoa học Tự nhiên – lớp 9, bộ *Chân trời sáng tạo* (Cao & cs., 2024, tr. 66–69) và bộ *Cánh diều* (Đinh & cs., 2024, tr. 71–75) chưa đề cập các mô hình năng lượng mặt trời, gió trong nuôi trồng thủy sản vùng này. Điều này làm giảm sự liên hệ với thực tiễn, ảnh hưởng đến hứng thú và hiệu quả học tập của HS.

4.5.2. Yếu tố từ đội ngũ giáo viên Vật lí

GV đóng vai trò then chốt trong quá trình tích hợp EDS. Kết quả khảo sát cho thấy một số yếu tố ảnh hưởng từ phía GV như sau:

Nhận thức và thái độ: Phần lớn GV Vật lí có nhận thức tích cực và sẵn sàng tích hợp EDS (95.24% – Hình 5). Tuy nhiên, vẫn còn một bộ phận chưa nhận thức sâu hoặc chưa thấy rõ mối liên hệ giữa môn Vật lí và các vấn đề EDS phức tạp.

Trình độ chuyên môn và kinh nghiệm: Nhiều GV chưa được bồi dưỡng chuyên sâu về EDS hoặc thiếu kỹ năng thiết kế hoạt động tích hợp hiệu quả. Có 23.81% GV (Hình 11) mong muốn được tập huấn thêm, cho thấy nhu cầu hỗ trợ chuyên môn còn lớn.

Áp lực chương trình và thời gian: Việc phải hoàn thành nội dung chương trình và chuẩn bị thi cử khiến 28.57% GV xem thời lượng hạn chế là rào cản chính, trong khi 57.14% (Hình

10) gặp khó khăn do thiếu thời gian chuẩn bị bài giảng tích hợp.

Tự phát triển tài liệu: Do SGK thiếu hướng dẫn cụ thể và ví dụ gắn với địa phương (xem Mục 4.4.2), GV phải tự xây dựng tài liệu phù hợp. Điều này đòi hỏi năng lực sư phạm cao và điều kiện hỗ trợ tương ứng, nhưng không phải GV nào cũng có đủ.

Tóm lại, dù GV có thái độ tích cực, nhưng việc thiếu bồi dưỡng chuyên môn, áp lực thời gian và thiếu tài liệu hỗ trợ đang là những thách thức lớn trong triển khai EDS hiệu quả ở nội dung Vật lí.

4.5.3. Yếu tố từ học sinh

Khả năng tiếp nhận và hứng thú của HS cũng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả tích hợp:

Nhận thức và hứng thú ban đầu: Đa số HS có nhận thức cơ bản và thái độ tích cực đối với các vấn đề tiết kiệm năng lượng, bảo vệ môi trường (Mục 4.1.1). Đây là một thuận lợi lớn. Tuy nhiên, tỷ lệ HS “*Không nhớ*” đã học nội dung EDS (4.63%- câu 1, bảng 1) cho thấy rằng, mặc dù nội dung có thể đã được dạy, nhưng chưa đủ sâu sắc hoặc hấp dẫn để tạo ấn tượng bền vững trong tâm trí HS.

Khả năng liên hệ thực tiễn: Nếu nội dung tích hợp không được gắn kết một cách rõ ràng với các vấn đề thực tiễn của địa phương (Mục 4.1.2), HS có thể khó nhận thấy sự liên quan và tầm quan trọng của kiến thức, dẫn đến việc thiếu động lực học tập và không ghi nhớ sâu sắc.

4.5.4. Yếu tố từ cơ sở vật chất và các điều kiện hỗ trợ

Cơ sở vật chất và các điều kiện hỗ trợ từ nhà trường, ngành giáo dục cũng ảnh hưởng trực tiếp đến việc tích hợp:

Thiếu tài liệu và học liệu hỗ trợ: Ngoài SGK, các tài liệu hướng dẫn tích hợp, các nguồn học liệu bổ sung (video, hình ảnh, bài thí nghiệm mô phỏng, phần mềm,...) chuyên biệt cho EDS trong Vật lí vẫn còn hạn chế.

Thiếu thiết bị thực hành/thí nghiệm: Việc thiếu các thiết bị phục vụ các hoạt động thực hành, thí nghiệm liên quan đến năng lượng tái tạo, hiệu suất thiết bị, đo lường ô nhiễm (tiếng ồn, ánh sáng) cũng hạn chế khả năng GV tổ chức các hoạt động trải nghiệm, giúp HS tiếp thu kiến thức một cách trực quan và sâu sắc hơn.

Chưa có cơ chế khuyến khích: Sự thiếu vắng các cơ chế khen thưởng, khuyến khích GV tích cực đổi mới, sáng tạo trong việc tích hợp EDS cũng là một rào cản, khiến động lực của GV giảm sút.

4.5.5. Yếu tố đặc thù vùng Đồng bằng sông Cửu Long

Bên cạnh các yếu tố chung, bối cảnh đặc thù vùng ĐBSCL cũng tạo ra những ảnh hưởng riêng:

Môi trường: Các vấn đề nghiêm trọng như xâm nhập mặn, sạt lở, ô nhiễm nước, cạn kiệt tài nguyên vừa là thách thức, vừa là cơ hội tích hợp ví dụ thực tiễn vào bài giảng. Tuy nhiên, thiếu tài liệu bản địa hóa và kinh nghiệm khiến việc khai thác còn hạn chế (Mục 4.4.2).

Kinh tế – xã hội: Nền kinh tế đặc trưng nông nghiệp – thủy sản có thể khiến HS ít quan tâm đến ô nhiễm công nghiệp, song lại mở ra cơ hội lồng ghép EDS qua ứng dụng vật lí trong nông nghiệp bền vững.

Như vậy, sự đan xen giữa thuận lợi và thách thức từ bối cảnh địa phương, cùng với hạn chế về chương trình, năng lực GV và điều kiện hỗ trợ, đang ảnh hưởng rõ nét đến hiệu quả tích hợp. Việc nhận diện đầy đủ các yếu tố này là cơ sở quan trọng để đề xuất giải pháp phù hợp và khả thi.

5. Kết luận

Bài báo đã cung cấp một bức tranh toàn diện về thực trạng tích hợp giáo dục phát triển bền vững (EDS) vào dạy học nội dung Vật lý tại trường THCS/THPT ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Kết quả cho thấy cả GV và HS đều có nhận thức và thái độ tích cực đối với EDS. Tuy nhiên, vẫn còn không ít những khó khăn ở các mặt: chương trình SGK (định hướng EDS còn chung chung, nội dung chưa sâu, thiếu tính bản địa hóa cho ĐBSCL); giáo viên (đôi mặt với áp lực thời gian, thiếu bồi dưỡng chuyên sâu và tài liệu hỗ trợ việc tích hợp hiệu quả); học sinh (mức độ ghi nhớ các nội dung EDS còn hạn chế, với 4.63% HS không nhớ đã học) và đặc thù ĐBSCL (các vấn đề môi trường cấp bách của vùng chưa được khai thác triệt để trong giảng dạy). Điều này khẳng định sự cần thiết và cấp bách của việc nâng cao hiệu quả tích hợp EDS vào dạy học Vật lý tại ĐBSCL, góp phần phát triển toàn diện HS và thúc đẩy sự PTBV của vùng.

Một điểm nổi bật của bài báo là đã làm rõ thực trạng tại một khu vực đặc thù và chỉ ra những điểm nghẽn cụ thể trong quá trình triển khai. Những phát hiện này không chỉ cung cấp cơ sở dữ liệu thực tiễn mà còn mở ra những định hướng quan trọng cho các nghiên cứu tiếp theo trong tương lai, như việc xây dựng và thực nghiệm các bộ tài liệu Vật lý được bản địa hóa, cũng như thiết kế các chương trình bồi dưỡng chuyên sâu cho GV nhằm giải quyết những khó khăn còn tồn tại.

Tài liệu tham khảo

- Bộ Giáo dục và Đào tạo. (2018a). Chương trình giáo dục phổ thông môn Khoa học Tự nhiên (ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 của Bộ trưởng Bộ GDĐT). <https://moet.gov.vn>
- Bộ Giáo dục và Đào tạo. (2018b). Chương trình giáo dục phổ thông môn Vật lý (ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 của Bộ trưởng Bộ GDĐT). <https://moet.gov.vn>
- Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2021). Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016-2020: Môi trường nước mặt lưu vực sông và vùng Đồng bằng sông Cửu Long. *NXB Dân Trí*.
- Brundtland, G. H. (1987). Our common future world commission on environment and development. <http://ir.harambeeuniversity.edu.et/bitstream/handle/123456789/604/Our%20Common%20Future%20World%20Commission%20on%20Environment%20and%20Development.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bùi, T. T. N., & Hà, V. D. (2024). Tích hợp giáo dục vì sự phát triển bền vững trong đào tạo giáo viên và trong dạy học ở trường phổ thông: Một nghiên cứu tổng quan. *Tạp chí Khoa học giáo dục Việt Nam*, 20, 9-17. http://vjes.vnies.edu.vn/sites/default/files/khgdvn_-_tap_20_-_so_s1_-9-17.pdf
- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., ... & Hauser, M. (2023). IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report, Summary for Policymakers. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *IPCC, Geneva, Switzerland.*, 1-34. <https://researchportalplus.anu.edu.au/en/publications/ipcc-2023-climate-change-2023-synthesis-report-a-report-of-the-in>
- Cao, C. G., Nguyễn, Đ. H., Tống, X. T., Nguyễn, C. C., Trần, H. Đ., Phạm, T. H., Phạm, T. L., Trần, T. K. N., Trần, H. N., Lê, C. P., Trần, N. T. & Nguyễn, T. T. (2022). Khoa học tự nhiên 7 – Chân trời sáng tạo. Hà Nội: *NXB Giáo dục Việt Nam*.

- Cao, C. G., Nguyễn, Đ. H., Tống, X. T., Nguyễn, C. C., Trần, H. Đ., Phạm, T. H., Phạm, T. L., Nguyễn, D. L., Trần, H. N., Lê, C. P. & Nguyễn, T. T. (2024). Khoa học tự nhiên 8 – Chân trời sáng tạo. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Cao, C. G., Nguyễn, Đ. H., Tống, X. T., Nguyễn, C. C., Trần, H. Đ., Phạm, T. H., Phạm, T. L., Nguyễn, D. L., Trần, H. N., Lê, C. P., Hoàng, V. P. & Nguyễn, T. T. (2024). Khoa học tự nhiên 9 – Chân trời sáng tạo. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Cao, C. G., Phạm, T. H., Trần, T. K. N., Nguyễn, T. N. & Trần, N. T. (2021). Khoa học tự nhiên 6 – Chân trời sáng tạo. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Đinh, Q. B., Đặng, T. O., Dương, X. Q. (2024). Khoa học tự nhiên 9 – Cánh diều. NXB Đại học Sư phạm.
- Đinh, T. T. D. (2019). Những cơ hội và thách thức trong việc giáo dục nhận thức cho học sinh vùng đồng bằng sông Cửu Long sẵn sàng thích ứng với biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm TP Hồ Chí Minh*, 15(4), 168-178. <https://vjol.info.vn/index.php/sphcm/article/view/34672>
- Hewitt, P. G. (2017). Focus on Physics: Teaching Physics as the Rules of Nature. *The Science Teacher*, 84(3), 14-18. https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.2505/4/tst17_084_03_14
- Mai, S. T., Đinh, Q. B., Nguyễn, V. K., Đặng, T. O., Nguyễn, V. B., Đào, T. Đ., Phan, T. T. H., Ngô, V. H., Đỗ, T. H., Đỗ, T. Q. M., Phạm, X. Q., Trương, A. T. & Ngô, V. V. (2022). Khoa học tự nhiên 7 – Cánh diều. NXB Đại học Sư phạm.
- Mai, S. T., Nguyễn, V. K., Đặng, T. O. (2021). Khoa học tự nhiên 6 – Cánh diều. NXB Đại học Sư phạm.
- Mai, S. T., Đinh, Q. B., Nguyễn, V. K., Đặng, T. O. (2023). Khoa học tự nhiên 8 – Cánh diều. NXB Đại học Sư phạm.
- Nguyễn, H. C. (2005). Giáo dục học đại cương. NXB Giáo dục.
- Nguyễn, T. C. (2018). Nghiên cứu xây dựng hệ thống bài tập có nội dung thực tế trong giảng dạy cơ học cho học sinh trung học phổ thông. *TNU Journal of Science and Technology*, 183(07), 97-103. <https://jst.tnu.edu.vn/jst/article/view/352>
- Nguyễn, V. K., Lê, Đ. A., Đào, T. Đ., Cao, T. K., Đoàn, T. H. Q., Trần, B. T. & Trương, A. T. (2023). Vật lí 10 – Cánh diều. NXB Đại học Sư phạm.
- Nguyễn, V. K., Phạm, T. G., Đoàn, T. H. Q., Trần, B. T. & Trương, A. T. (2023). Vật lí 11 – Cánh diều. NXB Đại học Sư phạm.
- Nguyễn, V. K., Phạm, T. G., Đoàn, T. H. Q., Trần, B. T. & Trương, A. T. (2024). Vật lí 12 – Cánh diều. NXB Đại học Sư phạm.
- Phạm, N. T. V., Nguyễn, L. D., Đoàn H. H., Bùi, Q. H., Đỗ, X. H., Đào, Q. T., Trương, Đ. H. T., & Trần, T. M. T. (2022). Vật lí 10 – Chân trời sáng tạo. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Phạm, N. T. V., Phùng, V. H., Trần, N. N. B., Đoàn H. H., Bùi, Q. H., Đỗ, X. H., Nguyễn, N. H., Trương, Đ. H. T., & Trần, T. M. T. (2024). Vật lí 12 – Chân trời sáng tạo. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Phạm, N. T. V., Trần, N. N. B., Đoàn H. H., Bùi, Q. H., Đỗ, X. H., Nguyễn, N. H., Trương, Đ. H. T., & Trần, T. M. T. (2023). Vật lí 11 – Chân trời sáng tạo. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Quách, N. B. N., Nguyễn, V. T., Dương, Đ. G., Trương, M. C., Nguyễn, T. H., & Lương, T. H. (2024). Dạy học chương “Điện từ học” với sự hỗ trợ của scratch theo hướng phát triển năng lực nhận thức khoa học tự nhiên của học sinh. *TNU Journal of Science and Technology*, 229(01/S), 56-62. <https://jst.tnu.edu.vn/jst/article/view/9253>
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). Physics for Scientists and Engineers (10th ed.). Cengage Learning, Boston.

- Sterling, S. (2004). Higher education, sustainability, and the challenge of systemic change: A perspective from Schumacher College. In P. B. Corcoran & A. E. J. Wals (Eds.), *Higher education and the challenge of sustainability: Problematics, promise, and practice* (pp. 49-65). Kluwer Academic Publishers. <http://dx.doi.org/10.1007/0-306-48515-X>
- Trần, B. H. (2006). Dạy học tích hợp. *Tạp chí Khoa học Giáo dục số 12 tháng 9 năm 2006*, 11-14. <http://vjes.vnies.edu.vn/sites/default/files/noidung-13-16.pdf>
- Trịnh, V. B. (2019). Dạy học hợp tác – một xu hướng mới của giáo dục thế kỉ XXI. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm TP Hồ Chí Minh*, 25, 88-93. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.0.25.1176\(2011\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.0.25.1176(2011))
- UNDP. (2019). Climate Change Adaptation in the Mekong Delta. *United Nations Development Programme*. <https://www.undp.org/vietnam/adapting-mekong-delta-green-future>
- UNESCO. (2014). Education for Sustainable Development: A Roadmap. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802.locale=fr>
- UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. <https://www.unesco.org/en/articles/education-sustainable-development-goals-learning-objectives>.
- United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. *United Nations*.
- Vũ, V. H., Bùi, G. T., Phạm, K. C., Tô, G., Nguyễn X. Q., Nguyễn. V. T. (2022). Vật lí 10 – Kết nối tri thức với cuộc sống. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Vũ, V. H., Đinh, Đ. L., Lê, K. L., Bùi, G. T., Nguyễn, H. C., Nguyễn, T. H., Bùi, T. V. H., Nguyễn, Đ. H., Trần, T. T. H., Lê, T. H., Vũ, T. R. & Nguyễn, V. V. (2021). Khoa học tự nhiên 6 – Kết nối tri thức với cuộc sống. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Vũ, V. H., Mai, V. H., Lê, K. L., Bùi, G. T., Nguyễn, T. T. C., Ngô, T. C., Trần, T. T. H., Nguyễn, T. B. N., Phạm, T. P., Vũ, T. R., Mai, T. T. & Vũ, T. M. T (2022). Khoa học tự nhiên 7 – Kết nối tri thức với cuộc sống. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Vũ, V. H., Mai, V. H., Lê, K. L., Vũ, T. R., Nguyễn, V. B., Nguyễn, H. C., Nguyễn, T. H., Lê, T. H., Nguyễn, T. H., Nguyễn, X. T., Bùi, G. T., Nguyễn, T. T., Mai, T. T., Vũ, T. M. T & Nguyễn, V. V. (2023). Khoa học tự nhiên 8 – Kết nối tri thức với cuộc sống. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Vũ, V. H., Nguyễn, V. B., Lê, T. H., Đinh, Đ. L., Nguyễn, T. H., Tường, D. H., Nguyễn, T. H., Trần, V. K., Đường, K. L., Nguyễn, T. H. N., Vũ, C. N., Vũ, T. R. & Nguyễn, T. T., (2024). Khoa học tự nhiên 9 – Kết nối tri thức với cuộc sống. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Vũ, V. H., Nguyễn, V. B., Nguyễn, C. C., Phạm, K. C., Tô, G., Đặng, T. H., Vũ, T. H. & Bùi, G. T. (2023). Vật lí 11 – Kết nối tri thức với cuộc sống. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Vũ, V. H., Nguyễn, V. B., Trần, N. C., Phạm, K. C., Đặng, T. H., Tường, D. H. & Bùi, G. T. (2024). Vật lí 12 – Kết nối tri thức với cuộc sống. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- World Bank. (2021). Vietnam: Enhancing Resilience in the Mekong Delta. <https://www.worldbank.org/en/news/speech/2021/03/13/the-mekong-delta-conference-2021-world-bank-country-director-for-vietnam-s-speech>