THIẾT KẾ TIẾN TRÌNH DẠY HỌC CHỦ ĐỀ STEM "BỂ CÁ THỦY SINH" VẬN DỤNG TRONG DẠY HỌC NỘI DUNG HỆ SINH THÁI MÔN KHOA HỌC TỰ NHIÊN LỚP 8

Vương Cẩm Hương[1], Nguyễn Thị Thu Thủy[1], Phạm Văn Anh[2], Nguyễn Minh Cần[1]*
[1] Khoa Sư phạm Tự nhiên, Trường Đại học Phạm Văn Đồng, Việt Nam
[2]Khoa Kỹ thuật công nghệ, Trường Đại học Phạm Văn Đồng, Việt Nam
Email: nmcan@pdu.edu.vn

Tóm tắt: *Giáo dục STEM là mô hình giáo dục dựa trên cách tiếp cận liên môn theo quan điểm dạy học tích hợp giúp học sinh (HS) phát triển tư duy logic, kỹ năng giải quyết vấn đề và sáng tạo thông qua các hoạt động thực tiễn. Trong dạy học ở trung học, STEM tạo cơ hội cho HS áp dụng kiến thức vào thực tế, từ đó hiểu sâu hơn về các môn khoa học tự nhiên (KHTN). Mô hình "Bể cá thủy sinh" là một ví dụ điển hình trong dạy học Hệ sinh thái, giúp HS quan sát trực tiếp mối quan hệ giữa các thành phần như sinh vật sản xuất, tiêu thụ và phân hủy. Qua việc thiết lập và chăm sóc bể cá, HS hiểu rõ hơn về các quá trình sinh thái như quang hợp, hô hấp và chu trình dinh dưỡng, đồng thời rèn luyện kỹ năng thực hành và quản lý dự án. Trong nghiên cứu này, tác giả đã thiết kế chủ đề STEM "Bể cá thủy sinh" theo 5 hoạt động và tổ chức dạy học nội dung Hệ sinh thái trong môn KHTN lớp 8. Kết quả khảo sát HS cho thấy các em thích thú với chủ đề, tiếp thu kiến thức bài học hiệu quả và mong muốn được học các chủ đề STEM trong môn KHTN.*

Từ khóa: *Bể cá thủy sinh, Khoa học tự nhiên, Sinh thái, STEM*

DESIGNING THE TEACHING PROCESS FOR STEM TOPIC "AQUARIUM ECOSYSTEM" APPLIED IN TEACHING THE ECOSYSTEM CONTENT IN NATURAL SCIENCE FOR GRADE 8

Vuong Cam Huong[1], Nguyen Minh Can[1], Nguyen Thi Thu Thuy[1], Pham Van Anh[2]
[1]Faculty of Natural Sciences Education, Pham Van Dong University, Vietnam
[2]Faculty of Engineering and Technology, Pham Van Dong University, Vietnam
Email: nmcan@pdu.edu.vn

Abstract: *STEM education is an interdisciplinary, integrated teaching approach that helps students develop logical thinking, problem-solving skills, and creativity through practical activities. In secondary education, STEM provides opportunities for students to apply knowledge to real-life situations, thereby gaining a deeper understanding of natural science subjects. The "Aquarium Ecosystem" model is a typical example in teaching Ecosystems, allowing students to directly observe the relationships between components such as producers, consumers, and decomposers. Through setting up and maintaining the aquarium, students gain a clearer understanding of ecological processes like photosynthesis, respiration, and nutrient cycling, while also developing practical skills and project management abilities. In this research, we designed STEM topic "Aquarium Ecosystem" based on five activities and implemented it in teaching the Ecosystem content sequence of the Grade 8 Natural Science curriculum. Survey results showed that students were interested in the topic, effectively absorbed the lesson content, and expressed a desire to learn more STEM-based topics in Natural Science.*

Keywords*: Aquarium Ecosystem, Natural Science, Ecology, STEM*

Nhận bài: 08/05/2025 *Phản biện: 07/06/2025* *Duyệt đăng: 12/06/2025*

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0, giáo dục STEM trở thành phương pháp tiên tiến giúp học sinh (HS) phát triển kỹ năng giải quyết vấn đề, tư duy sáng tạo, phản biện và làm việc nhóm. Theo Honey et al. (2014), STEM là phương pháp liên ngành, giúp HS vận dụng kiến thức khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học vào thực tiễn. Bybee (2010, 2013) và NRC (2012) cũng nhấn mạnh vai trò của STEM trong hình thành tư duy hệ thống và năng lực tự học.

Thibaut et al. (2018) cho thấy STEM nâng cao hứng thú học tập, tư duy phản biện và sự tự tin của HS. STEM còn tạo điều kiện cho HS học qua dự án thực tiễn, phát triển năng lực sáng tạo và hợp tác. Tuy nhiên, triển khai STEM còn gặp khó khăn như thiếu GV chuyên môn, hạn chế về cơ sở vật chất và sự chênh lệch chương trình giữa các địa phương.

Tại Việt Nam, nhiều tác giả đã nghiên cứu triển khai chủ đề STEM trong môn KHTN THCS như: "Sắc màu thực vật" (Lê Minh Tuấn Khoa, 2023), "Một số vật liệu…" (Phạm Thị Bích Đào, 2023), "Biến nước bẩn thành nước sạch" (Phạm Đình Văn, 2023).

Mô hình "bể cá thủy sinh" là một công cụ STEM hiệu quả giúp HS tìm hiểu hệ sinh thái qua quan sát, tích hợp kiến thức và phát triển kỹ năng thực tiễn. Nghiên cứu trình bày thiết kế chủ đề "Bể cá thủy sinh" trong chương trình KHTN

lớp 8 và dạy thực nghiệm tại một trường THCS ở Quảng Ngãi.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Giáo dục STEM

Theo Chương trình GDPT 2018, giáo dục STEM là mô hình liên môn giúp học sinh vận dụng kiến thức khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học vào giải quyết vấn đề thực tiễn. Khi tích hợp thêm nghệ thuật và nhân văn, mô hình trở thành STEAM.

Có hai cách hiểu về giáo dục STEM:

•**Thứ nhất,** là định hướng giáo dục phát triển 4 lĩnh vực STEM nhằm chuẩn bị nguồn nhân lực, nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia.

•**Thứ hai**, là phương pháp tiếp cận liên môn với mục tiêu: tăng hứng thú học tập, vận dụng kiến thức thực tiễn, kết nối cộng đồng, định hướng trải nghiệm, và phát triển năng lực – phẩm chất người học.

2.2. Thiết kế tiến trình dạy học chủ đề STEM

Theo Công văn số 3089/BGDĐT-GDTrH, bài học STEM được xây dựng dựa trên quy trình thiết kế kỹ thuật gồm 8 bước: xác định vấn đề; nghiên cứu kiến thức nền; đề xuất giải pháp; lựa chọn giải pháp; chế tạo mô hình (nguyên mẫu); thử nghiệm và đánh giá; chia sẻ thảo luận; điều chỉnh thiết kế (Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2020).

Quy trình này được thể hiện qua 5 hoạt động chính:

• Hoạt động 1: Xác định vấn đề hoặc yêu cầu thiết kế một sản phẩm liên quan đến nội dung bài học với các tiêu chí cụ thể.

• Hoạt động 2: Nghiên cứu kiến thức nền và đề xuất các giải pháp đáp ứng tiêu chí.

• Hoạt động 3: Trình bày và thảo luận phương án thiết kế tối ưu.

• Hoạt động 4: Chế tạo sản phẩm và thử nghiệm.

• Hoạt động 5: Trình bày, đánh giá sản phẩm và điều chỉnh thiết kế nếu cần.

Các hoạt động trên giúp HS hình thành năng lực sáng tạo và giải quyết vấn đề, đồng thời hiểu rõ hơn về vai trò của khoa học và công nghệ trong cuộc sống hàng ngày.

2.3.Thiết kế và tổ chức dạy học chủ đề stem "bể cá thủy sinh"

2.3.1. Xác định chủ đề STEM

Chủ đề "Bể cá thủy sinh" được thiết kế dựa trên mạch nội dung: "Môi trường – Các nhân tố sinh thái – Quần xã sinh vật – Hệ sinh thái". Cơ sở thực tế thiết kế chủ đề này dựa trên việc bể cá thủy sinh là một hệ thống trang trí trong nhà rất đẹp, thú vị và được rất nhiều bạn nhỏ và cả người trưởng thành yêu thích, đam mê khám phá. Để nuôi được một bể cá thủy sinh đẹp, người nuôi phải hiểu rõ và vận dụng được các khái niệm và quy luật về môi trường, nhân tố sinh thái, quần xã, hệ sinh thái, mối quan hệ giữa các loài trong quần xã bể cá để kiểm soát được các yếu tố có hại, giúp cây cỏ và động vật cảnh trong bể phát triển tốt. Do đó, quá trình xây dựng và chăm sóc bể cá thủy sinh giúp trẻ có được một thú vui lành mạnh, làm tăng tư duy nghệ thuật, thẩm mĩ và tình yêu thiên nhiên, sinh vật đồng thời thúc đẩy các em tìm tòi, khám phá thêm về các quy luật sinh thái trong bể cá, liên tục củng cố và phát triển kiến thức, kỹ năng vận dụng kiến thức về sinh thái học.

Các yếu tố tích hợp STEM của chủ đề: (Loại hình: STEM đầy đủ, cơ bản, vận dụng)

+ Khoa học: Tảo, vi khuẩn và nguyên sinh động vật (KHTN 6), Quang hợp (KHTN 7), Môi trường và các nhân tố sinh thái (KHTN 8), Quần xã sinh vật (KHTN 8), Hệ sinh thái (KHTN 8)

+ Công nghệ: Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp vi sinh

+ Kĩ thuật: Kỹ thuật lắp đặt, bố trí nguồn điện và vận hành các loại máy móc, vật dụng liên quan đến bể cá bao gồm bơm, thiết bị lọc, sục khí, đèn chiếu sáng và thông số ánh sáng phù hợp. Kỹ thuật đo lường, kiểm soát chất lượng nước.

+ Toán học: Tư duy logic, theo dõi tính toán cân bằng về dinh dưỡng, ánh sáng, mật độ cây trồng, mật độ cá, thể tích bể, tốc độ, công suất lọc để duy trì sự ổn định của bể cá.

2.3.2. Tiến trình dạy học

Tiến trình dạy học chủ đề STEM gồm 5 hoạt động dạy học, cụ thể như sau:

2.3.2.1. Hoạt động 1. Xác định vấn đề

- GV yêu cầu HS quan sát video về hệ sinh thái thảm cỏ biển trong video sau: https://www.youtube.com/watch?v=-Da9yUEYmaY.

- GV đưa ra câu hỏi: "hệ sinh thái là gì?". Hệ sinh thái ở trên là hệ sinh thái tự nhiên hay nhân tạo? cho nhận xét về môi trường sinh thái, các nhân tố sinh thái trong môi trường, quần xã sinh vật, thức ăn của chúng, nơi ẩn nấp, nguồn năng lượng và vật chất trong hệ sinh thái trên?

Chúng ta có thể tạo hệ sinh thái nhân tạo tại nhà hoặc tại lớp học được không? Ví dụ hệ sinh thái nhân tạo mà em biết.

GV tổng kết: Bể cá thủy sinh là một hệ sinh thái nhân tạo, có tác dụng cung cấp hơi ẩm, khí oxi, hòa tan bụi bẩn trong không khí. Từ đó, mang tới cho không gian nhà bạn một cảm giác cực kỳ

mát mẻ, trong lành và là vật trang trí đẹp mắt.

GV tổ chức cho học sinh đề xuất giải pháp với bộ câu hỏi định hướng về bể cá thủy sinh như sau:

Câu 1: Hệ sinh thái "bể cá thủy sinh" có các nhân tố sinh thái nào? Phân tích tác động của các nhân tố sinh thái lên sinh vật trong bể?

Câu 2: Quần xã sinh vật "bể cá thủy sinh" có các thành phần nào? Phân tích mối quan hệ giữa các thành phần này?

Câu 3: So sánh đặc điểm của các nhóm sinh vật sản xuất, sinh vật tiêu thụ và sinh vật phân hủy trong bể cá thủy sinh so với hệ sinh thái thảm cỏ biển?

Câu 4: Thuyết minh sơ đồ tuần hoàn vật chất và năng lượng trong bể cá thủy sinh?

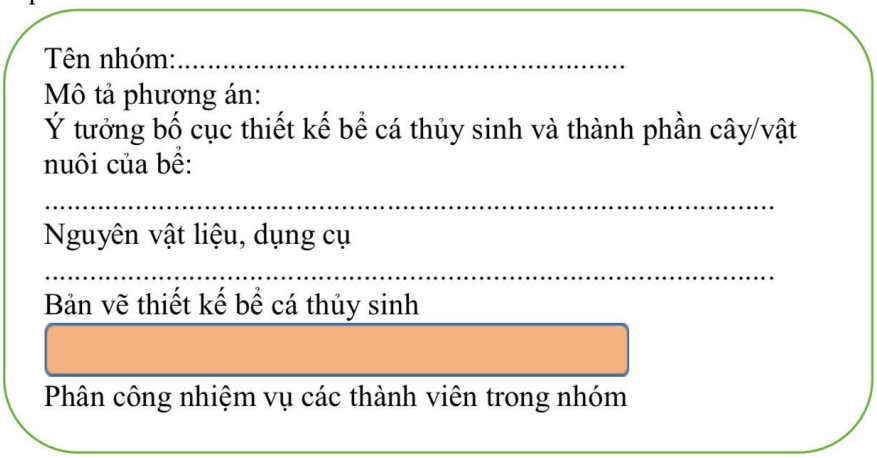
Câu 5: Vì sao cần phải kiểm soát ánh sáng và lượng thức ăn trong bể thủy sinh một cách hợp lý?

2.3.2.2. Hoạt động 2: Nghiên cứu kiến thức nền và đề xuất giải pháp thiết kế

Dựa vào kiến thức nền, quá trình trả lời câu hỏi thảo luận ở hoạt động 2 và tra cứu các tài liệu (sách, internet,..) các nhóm thảo luận đề xuất các phương án thiết kế khác nhau. Để xác định phương án thiết kế, nhóm thảo luận và thực hiện các nhiệm vụ thiết kế gồm có:

- Lựa chọn bố cục: tham khảo các kiểu thiết kế và chọn kiểu bố cục phù hợp (dạng rừng cây, thảm cỏ, cổ thụ, sông ngòi, núi rừng….).
- Xác định nguyên vật liệu phù hợp và tính toán số lượng: đá, lũa, phân nền, cây thủy sinh, cá.
- Tính toán thông số thiết kế: thể tích bể, công suất, kích thước đèn, công suất lọc nước, loại lọc nước, sục CO_2.

Sau khi xác định được các yếu tố trên, học sinh hoàn thiện các nội dung và vẽ sơ đồ thiết kế bể vào mẫu phiếu.



Hình 1. Mẫu phiếu phương án thiết kế bể cá thủy sinh

2.3.2.3. Hoạt động 3: Trình bày và thảo luận phương án thiết kế

Các nhóm trình bày thiết kế bể cá thủy sinh của nhóm mình, sau đó cùng thảo luận để thống nhất về cách thiết kế, bước tiến hành. Các nhóm còn lại đánh giá, góp ý cho nhóm trình bày theo bảng tiêu chí sau:

Bảng 1: Tiêu chí đánh giá phương án thiết kế

Tiêu chí	Yêu cầu cần đạt
Bố cục thiết kế	Phù hợp, sắp xếp không gian (tiền cảnh, trung cảnh, hậu cảnh hợp lý), đảm bảo tính thẩm mỹ.
Nguyên vật liệu, dụng cụ	Đầy đủ, phù hợp, thành phần, số lượng loài cây, vật nuôi hợp lý, phù hợp với quy luật sinh thái, đảm bảo cân bằng, ổn định cho bể thủy sinh phát triển đẹp.
Tính toán thông số thiết kế	Cần phân tích sự phù hợp của loại cây được chọn trồng với loại đèn chiếu sáng, sự phù hợp của các loài vật nuôi được chọn để đảm bảo duy trì mối quan hệ cân bằng sinh thái, sự phù hợp của công suất lọc nước với thể tích của bể.
Bản vẽ phương án thiết kế	- Bản vẽ rõ ràng, thể hiện được ý tưởng bố cục, đảm bảo tính thẩm mỹ.
Trình bày bản thiết kế	- Trình bày bản thiết kế bằng ngôn ngữ rõ ràng, mạch lạc, phối hợp lời nói và thao tác chỉ trên bản thiết kế.
Tương tác với người nghe	- Lắng nghe góp ý và ghi nhận các ý kiến.

2.3.2.4. Hoạt động 4: Thực hiện phương án thiết kế và đánh giá

Các nhóm sử dụng phương án đã đề xuất sau khi đã được lớp học và GV góp ý, chỉnh sửa. Sau khi thi công, nhóm tiếp tục chăm sóc và quan sát, đánh giá bể cá. Các bước thực hiện được thể hiện, gồm có:

Bước 1: Trải nền bể cá

Đặt bể cá ở nơi thoáng mát, tránh ánh sáng mặt trời trực tiếp chiếu vào. Cần đặt ở nơi đảm bảo an toàn, có chân đế vững vàng và gần ổ cắm điện. Trải đều phân trùn quế xuống đáy bể cá để làm nền. Rửa sạch các xây dựng và phủ lên trên lớp nền một lớp cát 2cm, tạo chiều địa hình cao thấp theo bố cục đã thiết kế. Rửa sạch cát trắng và phủ tiếp lớp cát trắng dày khoảng 2 cm lên trên cùng.

Bước 2: Cho nước từ từ vào bể, ngập hết cát khoảng 10 cm, lưu ý cần cho nước vào chai, hoặc bát từ từ để không làm cát bị xói lên

Bước 3: Trang trí bể cá: Trồng cây và đặt các khối đá trang trí vào bể theo ý thích.

Bước 4: Lắp ráp lọc nước: có thể dùng loại lọc bán sẵn đã hoàn thiện hoặc tự chế tạo học nước với sơ đồ cấu tạo như trong hình. Lọc nước gồm có một hộp chứa nước, thường có hình trụ cao, bên trong có chứa bơm nước cùng các loại vật liệu lọc. Vật liệu lọc thường gồm một lớp lọc cặn làm trong nước và lớp lọc vi sinh là nơi các loại vi khuẩn phân hủy làm tổ để phân hủy các chất thải hữu cơ trong nước nhằm duy trì chất lượng nước.

Bước 5: lắp hệ thống sục CO_2. Đối với các bể thủy sinh lớn và có trồng nhiều loại cây có nhu cầu CO_2 cao thì cần lắp thêm hệ thống cung cấp CO_2 để đảm bảo cây phát triển tốt và tạo màu sắc đẹp.

Bước 6: Lắp đèn, thả cá và chăm sóc bể

Lắp đèn và thiết lập chu kỳ chiếu sáng (thường khoảng 6-8 giờ/ngày). Sau 24 giờ bể ổn định có thể thả các loại cá cảnh, tép, ốc…, quan sát sự phát triển của rêu hại, cây cối và cá trong bể để điều chỉnh lượng thức ăn, thời gian chiếu sáng phù hợp.

2.3.2.5. Hoạt động 5: Trình bày sản phẩm và thảo luận

Sau khi thi công, nhóm tiếp tục chăm sóc và quan sát, đánh giá bể cá. HS có thể trình bày sản phẩm trực tiếp tại phòng thí nghiệm hoặc giới thiệu video, hình ảnh của sản phẩm được làm tại nhà. Sản phẩm bể cá thủy sinh sau 2 tuần vận hành cần đạt được các yêu cầu ở bảng 2.

Bảng 2. Phiếu đánh giá sản phẩm bể cá thủy sinh

Tiêu chí	Tốt 7-10 điểm	Đạt (5-7 điểm)	Chưa đạt (1-4 điểm)	Điểm đạt được
Quy trình kỹ thuật (10đ)	- Xây dựng quy trình hợp lí, logic, khoa học. - Giải thích được nguyên lí hoạt động của bể cá.	- Xây dựng quy trình hợp lí, logic, khoa học. - Không giải thích được nguyên lí hoạt động của bể cá.	- Không xây dựng quy trình.	
Tính thẩm mỹ (20đ)	- Hình thức đẹp dùng để trang trí - Bố trí khoảng cách hợp lí	-Hình thức tương đối đẹp. -Bố trí còn có chỗ chưa hợp lí	- Hình thức xấu - Bố trí không hợp lí	
Sự sinh trưởng và phát triển của sinh vật (30đ)	- Cây trồng sinh trưởng phát triển tốt. - Tất cả cá, tép sống khỏe mạnh. - Rêu hại xuất hiện không đáng kể	- Cây trồng sinh trưởng phát triển tương đối. - Một vài con cá, tép bị chết. - Rêu hại có xuất hiện lác đác trên thành bể, trên lá cây thủy sinh nhưng chưa ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng nước và đời sống của vật nuôi	-Cây trồng không sinh trưởng phát triển được. - Cá, tép không sống được. - Rêu hại dày đặc trên thành bể và cây thủy sinh, mất mỹ quan và làm cây không sinh trưởng, phát triển được.	

Thuyết trình sản phẩm (20đ)	- Bài thuyết trình cô đọng, logic. - Tác phong tự tin - Phân tích được nguyên nhân dẫn đến hiện trạng của bể cá hiện tại	- Bài thuyết trình cô đọng, logic. - Tác phong chưa tự tin - Phân tích được một số nguyên nhân dẫn đến hiện trạng của bể nhưng giải thích chưa trôi chảy.	- Bài thuyết trình còn sai sót, chưa đầy đủ - Tác phong chưa tự tin - Không phân tích được nguyên nhân dẫn đến hiện trạng của bể	
Trả lời câu hỏi (20đ)	Trả lời đúng, đầy đủ các ý	Trả lời còn chưa đầy đủ	Không trả lời được	
Tổng điểm: 100đ				

2.4. Kết quả thực nghiệm sư phạm

Tác giả đã tổ chức dạy học chủ đề "Bể cá thủy sinh" tại lớp 8D trường THCS Nghĩa Chánh-thành phố Quảng Ngãi. Để đánh giá kết quả định tính, chúng tôi thực hiện khảo sát ý kiến HS tham gia học chủ đề để đánh giá mức độ thích thú và hiệu quả của bài học STEM. Mức độ thích thú được đánh giá qua sự thích thú với nội dung chủ đề, cảm thấy vừa sức và hứng thú với bài học, tích cực tham gia hoạt động học, sự thích thú với cách học và mong muốn được học tiếp. Hiệu quả bài học được đánh giá qua việc tiếp thu kiến thức, sự phù hợp của nội dung chủ đề với việc tiếp thu kiến thức, phát triển năng lực giải quyết vấn đề và năng lực tự học, khả năng đáp ứng nhu cầu học tập của bộ KIT. Đánh giá ở 4 mức độ: Hoàn toàn đồng ý (4), Đồng ý (3), Phân vân (2), Không đồng ý (1). Kết quả thu được là phần lớn trong số 30 HS khảo sát có sự thích thú cao với việc học tập thông qua các chủ đề STEM và có mong muốn được học tiếp các bài học STEM. Phần lớn HS cảm thấy việc tiếp thu kiến thức bài học hiệu quả. Cụ thể số liệu xử lý qua phần mềm SPSS như sau: Kết quả phân tích độ tin cậy Cronbach's Alpha của thang đo độ thích thú và tính hiệu quả lần lượt là 0,695 và 0,750 cho thấy thang đo dùng trong khảo sát đảm bảo độ tin cậy. Giá trị Mean lớn hơn 3,3 ở 10 biến quan sát ý kiến HS khi học chủ đề "Bể cá thủy sinh". Điều này chứng tỏ tính khả thi và hiệu quả việc thực hiện dạy học chủ đề STEM và có thể áp dụng dạy học rộng rãi trong các trường THCS.

III. KẾT LUẬN

Giáo dục STEM là phương pháp giáo dục thúc đẩy HS tìm tòi, nghiên cứu, vận dụng kiến thức để thực hiện các sản phẩm khoa học, công nghệ trong đời sống hàng ngày. Thông qua đó giúp HS hiểu sâu và vận dụng linh hoạt được kiến thức đã học. Đây là một phương pháp giáo dục có hiệu quả cao và được thúc đẩy triển khai mạnh mẽ trên thế giới và ở Việt Nam. Chủ đề STEM "Bể cá thủy sinh" yêu cầu HS phải nắm vững vận dụng hầu như tất cả các kiến thức liên quan về sinh thái học ở chương trình KHTN 8 để giải thích nguyên lý hoạt động của bể, thiết kế và chăm sóc bể. Từ đó giúp các em khắc sâu được sự tương tác giữa các nhân tố sinh thái với đời sống sinh vật cũng như mối quan hệ giữa các thành phần trong hệ sinh thái với nhau, thấy được giá trị của việc gìn giữ cân bằng sinh thái, giúp HS nâng cao năng lực thiết kế, thẩm mỹ, tăng cường tình yêu đối với thiên nhiên và ý thức bảo vệ môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ Giáo dục và Đào tạo. (2019). *Tập huấn cán bộ quản lý, giáo viên về xây dựng chủ đề STEM trong giáo dục trung học.*

Bộ Giáo dục và Đào tạo. (2020). *Công văn số3089/BGDĐT-TrH ngày 14/8/2020 vềviệc triển khai thực hiện giáo dục STEM trong giáo dục trung học.*

Bybee, R. W. (2010). *Advancing STEM education: A 2020 vision*. Technology and engineering teacher, 70(1), 30.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities.*

Phạm Thị Bích Đào, Mai Thị Ngọc (2023). *Dạy học chủ đề "Một số vật liệu, nguyên liệu, nhiên liệu, lương thực, thực phẩm thông dụng" (KHTN 6) dựa trên mô hình 5E nhằm phát triển năng lực tìm hiểu tự nhiên cho HS.* Tạp chí Giáo dục, 23, 162-167.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. A. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research (Vol. 500)*. National Academies Press Washington, DC.

Lê Minh Tuấn Khoa, Trang Quang Vinh (2023). *Tổ chức dạy học chủ đề " Sắc màu thực vật" (KHTN 8) theo hướng giáo dục STEAM.* Tạp chí Giáo dục, 23(8), 168-174.

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas.* National Academies Press.

Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., & Depaepe, F. (2018). *How school context and personal factors relate to teachers' attitudes toward teaching integrated STEM.* International Journal of Technology and Design Education, 28, 631-651.

Phạm Đình Văn, Nguyễn Phan Khánh Duy (2023). *Thiết kế và tổ chức dạy học chủ đề "Biến nước bẩn thành nước sạch" theo định hướng giáo dục STEM trong KHTN 6.* Tạp chí Giáo dục 23(9), 12-17.