

VẬN DỤNG TIẾN TRÌNH TƯ DUY THIẾT KẾ VÀO DẠY HỌC NỘI DUNG “LÀM ĐỒ CHƠI” (CÔNG NGHỆ 3) THEO ĐỊNH HƯỚNG GIÁO DỤC STEAM

Nguyễn Hồng Dương

Trường Đại học Hải Phòng
Email: duongnh@dhhp.edu.vn

Article history

Received: 03/8/2023

Accepted: 05/9/2023

Published: 20/10/2023

Keywords

STEAM education, design thinking, Technology subject, elementary schools

ABSTRACT

The STEAM education model has been widely applied at many educational levels and countries around the world. In Vietnam, this educational model is being encouraged to be applied at the elementary level to meet the requirements of the 2018 General Education Program. This research study introduces the design thinking process in teaching the Technology subject in grade 3 following STEAM education approach and applies this process to teaching the content “Making toys” (Technology 3). The teaching practice shows that applying the design thinking process to teaching Technology in elementary schools is appropriate. During the process of participating in the learning activities organized by teachers, students have the opportunity to apply the learnt knowledge and skills as well as their own experience to have a comprehensive perspective on the problem and gain understanding and sympathy with friends and surrounding people, be active in the learning process, proactively design ideas and select implementation solutions.

1. Mở đầu

Giáo dục STEAM là phương pháp dạy học tích hợp nhằm trang bị đầy đủ kiến thức và kỹ năng liên quan đến 5 lĩnh vực là Khoa học (Science), Công nghệ (Technology), Kỹ thuật (Engineering), Nghệ thuật (Art) và Toán học (Mathematics) cho người học. Nói cách khác, giáo dục STEAM là sự kết hợp giữa phát triển kỹ năng nghệ thuật Art với phương pháp STEM, đã và đang là xu hướng giáo dục toàn cầu và ngày càng nhận được sự quan tâm của các quốc gia (Herro et al., 2017). Nhiều công trình nghiên cứu cho thấy, giáo dục STEAM thường được sử dụng ở các bậc học mầm non, tiểu học và THCS (Timotheou & Ioannou, 2021). Giáo dục STEAM đang được coi là một chiến lược giảng dạy quan trọng, hình thành và phát triển năng lực cho người học vì mô hình giáo dục này định hướng cho người học không chỉ lĩnh hội thêm kiến thức thuộc các lĩnh vực Khoa học, Công nghệ, Kỹ thuật, Toán học, Nghệ thuật mà còn rèn luyện cho người học khả năng vận dụng tích hợp các kỹ năng, kiến thức để giải quyết các vấn đề thực tiễn.

Để phù hợp với các đặc điểm của giáo dục STEAM, tiến trình dạy học theo tư duy thiết kế (TDTK) là một tiến trình phù hợp để tổ chức các hoạt động học tập trong dạy học theo định hướng giáo dục STEAM (Li et al., 2022). Tiến trình này đã được một số tác giả đề cập đến trong kết quả nghiên cứu khi vận dụng tiến trình TDTK vào dạy học các chủ đề STEAM ở trường phổ thông (Tạ Thanh Trung và cộng sự, 2023).

Công nghệ là môn học có mối liên hệ với nhiều lĩnh vực giáo dục khác, đặc biệt là với toán học và các môn khoa học. Cùng với các môn Toán, Khoa học tự nhiên, môn Công nghệ góp phần thúc đẩy giáo dục STEM - một trong những xu hướng giáo dục đang được chú trọng ở nhiều quốc gia trên thế giới (Bộ GD-ĐT, 2018). Vì vậy, để dạy học môn Công nghệ ở tiểu học theo định hướng giáo dục STEAM, cần bổ sung thêm yếu tố “nghệ thuật” và giáo dục nhân văn vào các bài học. Thông qua các hoạt động học tập trong dạy học môn Công nghệ ở tiểu học theo định hướng giáo dục STEAM sẽ giúp HS thao tác đúng quy trình, sử dụng các thiết bị, đồ dùng đúng cách và an toàn, thể hiện được ý tưởng trang trí và ý nghĩa của giáo dục tính nhân văn trong quá trình thực hiện các nhiệm vụ học tập. Bài báo trình bày quan niệm về giáo dục STEAM, đưa ra tiến trình TDTK trong dạy học môn Công nghệ ở lớp 3 theo định hướng giáo dục STEAM và vận dụng tiến trình này vào dạy học nội dung “Làm đồ chơi” (Công nghệ 3).

2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Dạy học theo định hướng giáo dục STEAM

Về bản chất, STEAM là việc đưa yếu tố nghệ thuật (Art) vào khung STEM đã có. Tương tự với STEM, STEAM là một cách tiếp cận đa ngành, liên môn, đa môn, kết hợp nhiều kỹ năng và kiến thức từ tất cả các lĩnh vực STEAM riêng lẻ để giải quyết vấn đề (Yakman, 2008). Việc bổ sung chữ “A” từ STEM thành STEAM đã công nhận vai trò

của tính thẩm mỹ, vẻ đẹp và biểu tượng cảm xúc trong việc đi đến giải pháp giải quyết vấn đề. Việc kết hợp yếu tố nghệ thuật sẽ thêm một thành phần cảm tính cần thiết vào các khái niệm và vấn đề phức tạp của STEM, làm cho việc học các chủ đề STEM trở nên gần gũi, dễ tiếp cận và có khả năng thu hút sự tham gia của HS. Vì vậy, các nhà nghiên cứu đã đưa ra những quan điểm dạy học tiếp cận vấn đề toàn diện hơn dựa trên tích hợp khả năng thiết kế, nghệ thuật và nhân văn. Giáo dục STEAM có thể đáp ứng được yêu cầu này.

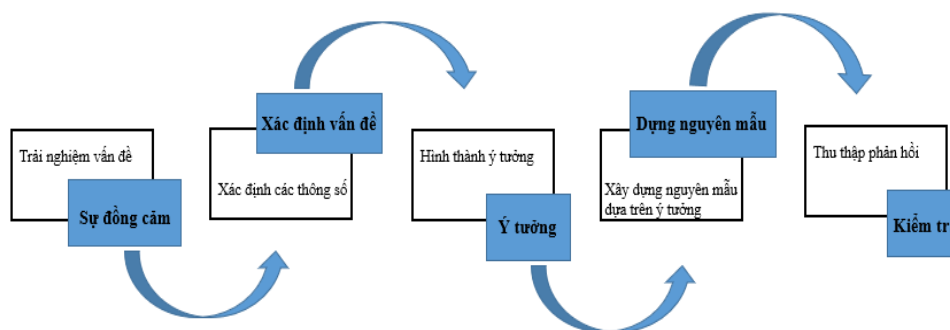
Từ các quan điểm trên, dạy học theo định hướng giáo dục STEAM có thể hiểu là một cách tiếp cận liên ngành trong quá trình dạy học, trong đó các bài học mang tính lí luận, nguyên tắc sẽ được đan xen với các hoạt động gắn liền với thực tiễn. Ở đó, người dạy tạo môi trường, cơ hội để người học được chủ động lên ý tưởng, lựa chọn các giải pháp thực hiện và coi sự thất bại là một phần của quá trình học tập. Qua đó, người học chủ động giải quyết một cách hiệu quả những vấn đề trong cuộc sống và tránh được các sai lầm tương tự.

2.2. Tư duy thiết kế

“TDTK” là một thuật ngữ được nhiều nhà khoa học, nhà kinh doanh, nhà giáo dục đề cập trong các công trình nghiên cứu. Trong ngữ cảnh giáo dục, Tschimmel và Santos (2019) cho rằng: TDTK là phương pháp kết hợp sự đồng cảm của HS với bối cảnh của vấn đề, từ đó HS đề xuất được các ý tưởng và giải pháp sáng tạo nhằm giải quyết vấn đề phù hợp với bối cảnh. Theo Martin (2010), TDTK là một cách tiếp cận vấn đề mà người học đạt đến sự cân bằng giữa tư duy phân tích và tư duy trực quan.

Theo chúng tôi, TDTK là một phương pháp dạy học giúp HS nhận ra vấn đề dưới góc độ của nhà thiết kế và giải quyết vấn đề bằng tư duy của nhà thiết kế. Theo đó, tiến trình TDTK có thể được coi là một phương pháp dạy học kết hợp với tư duy sáng tạo và tư duy phân tích trong việc giải quyết vấn đề thực tiễn.

Vòng lặp của TDTK được biểu hiện bằng sơ đồ sau đây (xem sơ đồ 1):



Sơ đồ 1. Vòng lặp của TDTK

(Nguồn: theo Aflatoony và cộng sự (2018))

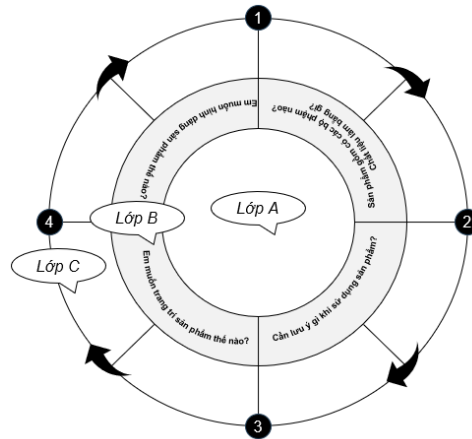
2.3. Tiến trình tư duy thiết kế trong dạy học môn Công nghệ ở lớp 3 theo định hướng giáo dục STEAM

Từ các nghiên cứu của Watson (2015), Aflatoony và cộng sự (2018) và cách tiếp cận TDTK của Viện Thiết kế Hasso-Plattner tại Đại học Stanford, để phù hợp với đối tượng là HS tiểu học và bối cảnh thực tiễn của Việt Nam, chúng tôi cụ thể hoá tiến trình TDTK trong dạy học môn Công nghệ ở lớp 3 theo định hướng giáo dục STEAM gồm 5 bước như sau:

- **Bước 1: Đồng cảm.** Đây là bước đầu tiên của tiến trình TDTK, đòi hỏi HS phải có góc nhìn toàn diện, đạt được sự thấu hiểu, đồng cảm với người gặp vấn đề cần giải quyết. Hoạt động đồng cảm sẽ giúp HS chủ động hơn trong học tập và là động lực để HS vận dụng kiến thức, kĩ năng và kinh nghiệm của bản thân để tạo ra các giải pháp mới. Hoạt động đồng cảm có thể được thực hiện thông qua hoạt động đóng vai hoặc trải nghiệm thực tế, phỏng vấn người sử dụng,...

- **Bước 2: Xác định vấn đề.** Ở bước này, thông tin HS thu thập được từ bước 1 sẽ được phân tích, tổng hợp và cụ thể hóa thành các yêu cầu hoặc tiêu chí để giải quyết vấn đề. Bước này giúp HS tập hợp các ý tưởng làm nền tảng cho việc đề xuất giải pháp giải quyết vấn đề.

- **Bước 3: Hình thành ý tưởng.** Mục đích của hoạt động này nhằm giúp HS tạo ra nhiều ý tưởng giải quyết vấn đề. GV có thể sơ đồ hóa ý tưởng và sắp xếp các ý tưởng giải quyết vấn đề theo thứ tự ưu tiên. Đối với HS tiểu học, ngoài việc diễn đạt bằng lời nói còn có thể diễn đạt các ý tưởng bằng hình vẽ (Henriksen et al., 2019). Trong hoạt động này, GV có thể hướng dẫn HS sử dụng vòng tròn ý tưởng để liệt kê và sơ đồ hóa các phương án giải quyết vấn đề (xem hình 1).



Hình 1. Sơ đồ vòng tròn ý tưởng (Nguồn: Tác giả)

Vòng tròn ý tưởng có thể có 3 lớp hoặc nhiều hơn, chia thành nhiều ô khác nhau, tùy thuộc vào nội dung bài học và mục đích sử dụng của HS. Lớp B là lớp ghi các đặc điểm của sản phẩm. Lớp C ghi phương án chế tạo ra các sản phẩm đó. Sau khi HS đã hoàn thành các nội dung ở lớp B và C, HS sẽ phác thảo sản phẩm hoàn thiện vào lớp A. Nếu đi theo chiều kim đồng hồ, thực hiện các bước từ 1 đến 4 trong lớp C thì đây chính là tiến trình tạo ra sản phẩm của HS. Sau quá trình thực nghiệm sản phẩm, HS có thể vẽ thêm lớp D (đồng tâm với các lớp A, B, C) để ghi hoặc vẽ lại những phần điều chỉnh sản phẩm. Mỗi phần chỉnh sửa của HS có thể được ngăn cách với nhau bằng một ô.

- **Bước 4: Chế tạo nguyên mẫu:** Là quá trình HS thực hiện giải quyết vấn đề bằng cách chuyển hóa ý tưởng từ bản phác thảo thành nguyên mẫu sản phẩm, với các tiêu chí đã xác định từ các bước ở trên. Mục tiêu của giai đoạn này là xác định giải pháp tối ưu cho vấn đề đã được xác định từ các bước trên. HS có thể học tập từ các sai lầm trong quá trình thử nghiệm và lựa chọn giải pháp.

- **Bước 5: Thử nghiệm:** Là quá trình HS sử dụng nguyên mẫu đã được chế tạo để đối chiếu với tiêu chí đã được xác định từ các bước trên. HS có cơ hội nhận ra thiếu sót của mình, suy nghĩ về cách khắc phục thiếu sót đó, đề xuất giải pháp chỉnh sửa sản phẩm để phù hợp với nhu cầu của người sử dụng (Dell'Era et al., 2020).

2.4. Minh họa việc vận dụng tiến trình tư duy thiết kế trong dạy học nội dung “Làm đồ chơi” (Công nghệ 3) theo định hướng giáo dục STEAM

Chúng tôi đã vận dụng tiến trình TDTK ở tiểu mục 2.3 trong dạy học nội dung “Làm đồ chơi” (Công nghệ 3) theo định hướng giáo dục STEAM. Thời gian thực hiện là 2 tiết.

* Yêu cầu cần đạt của nội dung “Làm đồ chơi” (Công nghệ lớp 3) gồm: - Nhận biết và sử dụng an toàn một số đồ chơi đơn giản phù hợp với lứa tuổi; - Làm được một đồ chơi đơn giản theo hướng dẫn; - Tính toán được chi phí cho một đồ chơi đơn giản.

Căn cứ vào mức độ yêu cầu cần đạt của bài học, mối quan hệ giữa nội dung “Làm đồ chơi” với các lĩnh vực của giáo dục STEAM như sau:

Bảng 1. Mối quan hệ giữa nội dung “Làm đồ chơi” (Công nghệ 3) với các lĩnh vực của giáo dục STEAM

Sản phẩm dự kiến	Nội dung các lĩnh vực STEAM				
	Khoa học	Công nghệ	Kỹ thuật	Nghệ thuật	Toán học
Đồ chơi làm bằng vật liệu tái chế và dễ kiểm	Cấu tạo và công dụng của các bộ phận của món đồ chơi	Cách chế tạo ra món đồ chơi từ các vật liệu dễ kiểm	Phác thảo và trình bày các bước tạo ra món đồ chơi của nhóm mình	- Hiểu ý nghĩa của món quà mang tặng. - Sử dụng đồ chơi đúng cách và an toàn. - Sản phẩm đáp ứng các yêu cầu về tạo hình và màu sắc. - Bồi dưỡng ý thức tiết kiệm nguyên vật liệu và bảo vệ môi trường.	Tính toán, lựa chọn vật liệu và đồ dùng cần thiết để chế tạo đồ chơi

Tiến trình dạy học như sau:

- **Bước 1: Đồng cảm.** GV đưa ra yêu cầu: Em hãy chế tạo một món đồ chơi làm quà tặng cho các bạn trong lớp có sinh nhật vào tháng này để có thể gửi gắm vào món quà đó tình cảm của các em đối với bạn. Sau khi nghe GV

gợi ý, HS đã đưa ra nhiều phương án lựa chọn các món quà khác nhau như: xe đồ chơi, đèn ông sao, điều giấy,... Sau đó, GV thống nhất cho cả lớp làm con điều tặng các bạn có sinh nhật trong tháng này.

HS trao đổi với các bạn trong lớp và trong nhóm những hiểu biết của mình về điều giấy, nêu các đặc điểm, công dụng, lưu ý khi sử dụng điều giấy. HS có thể trao đổi với các bạn để giải đáp vướng mắc về điều giấy, ghi lại những ý kiến, mong muốn của các bạn mà mình đã trao đổi (đặc biệt là những bạn có sinh nhật trong tháng) về sở thích, kì vọng về con điều.

Thực tiễn dạy học cho thấy, có nhiều cách để tổ chức hoạt động đồng cảm. Đối với các sản phẩm đơn giản, HS có thể trải nghiệm sản phẩm ngay tại lớp, trao đổi, thảo luận với bạn, nhóm bạn để xác định nhu cầu của người dùng đối với sản phẩm. Đối với các sản phẩm có độ phức tạp cao hơn, HS có thể trải nghiệm sản phẩm với sự hỗ trợ của người lớn để khảo sát nhu cầu của họ về sản phẩm.

- *Bước 2: Xác định vấn đề.* Ở bước này, GV hướng dẫn HS xác định tiêu chí của sản phẩm. GV có thể chia lớp thành các nhóm, mỗi nhóm khoảng 4-5 HS. Mỗi nhóm sẽ sử dụng một vòng tròn ý tưởng được thể hiện trên giấy A0 để ghi các ý tưởng của nhóm mình. GV tổ chức cho HS trao đổi, thảo luận để xác định các tiêu chí về sản phẩm, hướng dẫn HS ghi các tiêu chí đã xác định được vào lớp B của vòng tròn ý tưởng, xác định tiêu chí của sản phẩm thông qua quá trình trải nghiệm của bản thân, hoặc trao đổi với các bạn trong lớp, với GV. Các tiêu chí đó có thể là: - Con điều được làm bằng vật liệu dễ kiếm hoặc tái chế, đảm bảo độ nhẹ; - Hình dáng có thể là các hình: con mực, con dơi, hình thoi, kích thước khoảng tâm 40cm,...; - Điều có thể có khung hoặc không có khung nhưng đảm bảo độ cân gió để điều có thể bay lên được; - Màu sắc bắt mắt, sắc nét, vật liệu bằng giấy, vải hoặc nilon; - Khi thả điều không được thả tại nơi có dây điện chạy qua hoặc đường giao thông,...

HS sẽ phân loại và ghi các tiêu chí trên vào ô tương ứng với các mục như: hình dáng sản phẩm, ý tưởng trang trí sản phẩm, cấu tạo, vật liệu và những lưu ý khi sử dụng sản phẩm.

- *Bước 3: Hình thành ý tưởng.* Ở bước này, GV hướng dẫn HS phác thảo ý tưởng sản phẩm. Dựa trên các tiêu chí đã xác định được từ bước 2, GV sẽ gợi mở cho HS ghi lại các phương án thực hiện các tiêu chí sản phẩm vào lớp C của vòng tròn ý tưởng. Các phương án làm điều có thể là: (1) Con điều làm bằng giấy, có khung làm bằng nan tre, trang trí hoa và ông mặt trời; (2) Con điều làm bằng vải, có khung làm bằng nan tre, hình con chim, dùng màu vẽ để trang trí; (3) Con điều làm bằng nilon, có khung làm bằng nan tre, vuông, dùng bút màu để trang trí các họa tiết,... Sản phẩm con điều của nhóm tạo ra sẽ có các đặc điểm cơ bản sau: gồm các bộ phận là thân điều, đuôi điều và dây điều. Thân điều có khung được làm bằng nan tre, bọc bằng giấy hoặc nilon. Đuôi điều có hai loại là đuôi ngắn và đuôi dài, nguyên liệu giống như làm thân điều. Dây điều nên sử dụng dây dù và hạn chế sử dụng dây cước vì có thể gây đứt tay trong quá trình thả điều. Sau khi thống nhất được các đặc điểm của con điều, HS vẽ phác thảo sản phẩm với các đặc điểm kể trên vào lớp A của vòng tròn ý tưởng.

- *Bước 4: Chế tạo nguyên mẫu.* HS thực hiện chuyển hóa ý tưởng từ bản phác thảo thành sản phẩm với các đặc điểm, hình dáng, cấu tạo và chức năng theo tiêu chí đã xác định từ các bước ở trên. Đối với HS tiểu học, sản phẩm tạo ra là nguyên mẫu chứ không phải là sản phẩm hoàn thiện. HS sử dụng vật liệu và dụng cụ đã chuẩn bị từ ở nhà, kết hợp với các vật liệu và dụng cụ ở trên lớp do GV chuẩn bị. HS thực hiện các bước thiết kế con điều dưới sự hướng dẫn của GV để đảm bảo quá trình thực hành diễn ra đúng cách và an toàn.

Để chế tạo được nguyên mẫu con điều, GV sẽ hướng dẫn các nhóm kiểm tra nguyên vật liệu và đồ dùng sử dụng để chế tạo điều giấy: nan tre đã được vót để làm khung điều; giấy khổ lớn hoặc nilon để làm áo điều, dây điều; dây cước, dây dù dài khoảng 2-3m làm dây điều; keo, băng dính, bút màu, kéo,... Sau đó, HS thực hiện theo các bước:

+ Làm áo điều: Dùng bút chì để vẽ lên tờ giấy A2 một hình vuông có cạnh là 40cm, sau đó dùng kéo cắt hình vuông. Cắt 3-4 dải dây dài và nhỏ hình chữ nhật có kích thước là 3cm và 25cm hoặc 4cm và 60cm để làm đuôi điều.

+ Làm khung điều: GV giới thiệu một số cách buộc hoặc dán khung điều (có thể hỗ trợ HS buộc hoặc dán khung điều). HS có thể thực hiện một số cách buộc hoặc dán khung điều:

(1) Làm khung điều hình vòng cung theo đường chéo của áo điều.

(2) Tạo khung điều bằng cách sử dụng hai nan tre buộc vuông góc với nhau tương ứng với độ dài thân điều; dùng băng dính cố định 2 thanh tre, đảm bảo áo điều dính chắc vào khung. Trong quá trình HS thực hiện, GV có thể hỗ trợ HS ở những công đoạn cần thiết.

(3) Làm đuôi điều: Có thể tạo đuôi điều bằng cách dùng các mảnh giấy hoặc nilon, hình chữ nhật kích thước 4cm và 60cm (đã chuẩn bị trước), dán với nhau thành đuôi điều có độ dài tùy ý, sau đó dán vào 2 góc bên của điều và góc ở phía cuối của điều.

(4) Buộc dây điều: HS thực hiện buộc dây điều. HS dùng kéo tạo 2 lỗ tại nơi giao nhau giữa 2 thanh tre và ở phần hai bên cạnh điều. Dùng dây buộc, đưa dây qua các lỗ, nối chúng lại và nối với dây kéo bên ngoài sao cho khi kéo ra thì ta có một tam giác vuông tại điểm kéo.

(5) Trang trí áo điều: Dùng bút màu để vẽ các họa tiết hoặc sử dụng các nhãn dán để trang trí con điều như đã nêu ý tưởng từ bước 3. Cuối cùng HS kiểm tra và điều chỉnh lại con điều (nếu cần).

- *Bước 5: Thử nghiệm.* GV tổ chức cho HS thử nghiệm sản phẩm, tặng các bạn sinh nhật trong tháng con điều vừa được thiết kế làm quà sinh nhật. Các bạn nhận quà sẽ chia sẻ cảm nhận về món quà nhận được từ các nhóm, so sánh sản phẩm này với những tiêu chí về món quà mình được tặng đã xác định ở bước 2 và các tiêu chí của con điều hiện nay trên thị trường. Sau đó, với sự hỗ trợ của GV, HS lên phương án chỉnh sửa nguyên mẫu sản phẩm bằng cách mở rộng và chia ô thêm một lớp của vòng tròn ý tưởng, ghi lại quá trình chỉnh sửa.

Kết thúc bài học, ngoài việc HS sẽ tính toán, thiết kế và chế tạo được nguyên mẫu con điều, các em còn bồi dưỡng được năng lực thẩm mỹ thông qua quá trình phác thảo và lên phương án chế tạo, trang trí con điều. HS hiểu được ý nghĩa của món quà được tặng, biết cách thể hiện tình cảm của mình với các bạn. HS có thể lên phương án cải tiến các bước chế tạo nguyên mẫu sản phẩm hoặc vận dụng quy trình này để thiết kế và chế tạo các sản phẩm tương tự.

3. Kết luận

Kết quả của nghiên cứu cho thấy, việc vận dụng tiến trình TDTK vào tổ chức các nội dung dạy học môn Công nghệ theo định hướng giáo dục STEAM ở tiểu học là phù hợp và khả thi. Trong quá trình tham gia vào các hoạt động học tập do GV tổ chức, HS có cơ hội vận dụng kiến thức, kỹ năng đã học và kinh nghiệm của bản thân để có góc nhìn toàn diện với vấn đề và đạt được sự thấu hiểu, đồng cảm với người gặp vấn đề cần giải quyết. Từ đó, HS chủ động lên ý tưởng, lựa chọn phương án thực hiện, thử nghiệm và điều chỉnh nguyên mẫu sản phẩm (nếu có).

Tài liệu tham khảo

- Aflatoony, L., Wakkary, R., & Neustaedter, C. (2018). Becoming a design thinker: assessing the learning process of students in a secondary level design thinking course. *International Journal of Art & Design Education*, 37(3), 438-453. <https://doi.org/10.1111/jade.12139>
- Bộ GD-ĐT (2018). *Chương trình giáo dục phổ thông môn Công nghệ* (ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 của Bộ trưởng Bộ GD-ĐT).
- Dell'Era, C., Magistretti, S., Cautela, C., Verganti, R., & Zurlo, F. (2020). Four kinds of design thinking: From ideating to making, engaging, and criticizing. *Creativity and Innovation Management*, 29(2), 324-344. <https://doi.org/10.1111/caim.12353>
- Henriksen, D., Mehta, R., & Mehta, S. (2019). *Design thinking gives STEAM to teaching: A framework that breaks disciplinary boundaries*. In S. A. Myint Swe Khine (Ed.). STEAM education: Theory and practice (pp. 57-78). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_4
- Herro, D., Quigley, C., Andrews, J., & Delacruz, G. (2017). Co-Measure: developing an assessment for student collaboration in STEAM activities. *International Journal of STEM Education*, 4, 26-32. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0094-z>
- Li, J., Luo, H., Zhao, L., Zhu, M., Ma, L., & Liao, X. (2022). Promoting STEAM education in primary school through cooperative teaching: A design-based research study. *Sustainability*, 14(16), 1-16. <https://doi.org/10.3390/su141610333>
- Martin, R. (2010). Design thinking: achieving insights via the “knowledge funnel”. *Strategy & Leadership*, 38(2), 37-41. <https://doi.org/10.1108/10878571011029046>
- Tạ Thanh Trung, Tạ Hoàng Anh Khoa, Nguyễn Thanh Nga (2023). Năng lực tư duy thiết kế của học sinh thể hiện qua bài học chủ đề STEAM định hướng giải quyết vấn đề bằng sự đồng cảm. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Thái Nguyên*, 228(04), 165-173.
- Timotheou, S., & Ioannou, A. (2021). Collective creativity in STEAM Making activities. *The Journal of Educational Research*, 114(2), 130-138. <https://doi.org/10.1080/00220671.2021.1873721>
- Tschimmel, K., & Santos, J. (2019). *Design Thinking Applied in Higher Education*. In Education Applications & Developments IV Advances in Education and Educational Trends Series Edited by: Mafalda Carmo (pp. 259-311).
- Watson, A. D. (2015). Design thinking for life. *Art Education*, 68(3), 12-18. <https://doi.org/10.1080/00043125.2015.11519317>
- Yakman, G. (2008). *STEAM education: An overview of creation a model of integrative education*.