

RÈN KĨ NĂNG THIẾT KẾ THÍ NGHIỆM THEO ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC DẠY HỌC STEM CHO SINH VIÊN NGÀNH GIÁO DỤC TIỂU HỌC

Dương Thị Minh Hoàng,
Phan Đức Duy⁺,
Nguyễn Thị Diệu Phương

Trường Đại học Sư phạm - Đại học Huế
+ Tác giả liên hệ • Email: phanducduy@hueuni.edu.vn

Article history

Received: 19/8/2023

Accepted: 18/9/2023

Published: 05/11/2023

Keywords

Experiments, teaching experiments, experiment designing skill, teaching STEM, STEM teaching competence, process, primary education

ABSTRACT

When teachers conduct a STEM lesson with the participation of components, it's crucial to organize students to explore basic scientific knowledge and explain problematic situations related to scientific knowledge in the lesson in many different ways, including experimental methods. Therefore, it is necessary to train students' experimenting skills in order to improve their performance of STEM lessons as well as their STEM teaching capacity. The article presents the concept of STEM teaching competence, analyzes the relationship between experimental teaching and STEM teaching through identifying the important position of the experiment in the STEM teaching process with illustrative examples of how to integrate experiments into STEM lessons. On that basis, the paper proposes an experiment designing process oriented to develop STEM teaching capacity and a 4-step training process on experiment designing skills to facilitate STEM lessons. It also provides criteria for assessing experiment designing skills and guidance on how to assess these skills.

1. Mở đầu

Trong thời đại ngày nay, sự phát triển vượt bậc của khoa học và công nghệ đã tạo ra những thách thức mới đối với ngành Giáo dục, đặc biệt là trong lĩnh vực STEM (Khoa học, Công nghệ, Kỹ thuật và Toán học). Việc đào tạo nguồn nhân lực có khả năng truyền đạt kiến thức STEM một cách hiệu quả và thúc đẩy sự phát triển tư duy khoa học là nhiệm vụ quan trọng của ngành Giáo dục. GV cấp tiểu học đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành những kiến thức cơ bản và phát triển tư duy khoa học ban đầu cho HS. Để thực hiện tốt nhiệm vụ này, GV cần phải có kiến thức chắc chắn về các lĩnh vực STEM cũng như biết cách truyền đạt các kiến thức đó một cách sinh động và thú vị. Như vậy, kĩ năng thiết kế thí nghiệm (TN) sẽ góp phần quan trọng trong việc phát triển năng lực dạy học STEM cho GV cấp tiểu học. Việc thiết kế và bố trí TN hỗ trợ các bài dạy của GV không chỉ giúp HS hiểu sâu hơn về các khái niệm khoa học mà còn khuyến khích họ tham gia và tìm hiểu các vấn đề từ góc độ tương tác và thực nghiệm (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007; Akerson et al., 2011). Sự tham gia vào các hoạt động TN của HS đem lại những cải thiện đáng kể về khả năng thực hiện TN và phân tích dữ liệu, giúp HS phát triển khả năng tìm tòi và giải quyết vấn đề cao hơn (Johnson et al., 2018). Không chỉ đơn thuần là thúc đẩy sự truyền đạt kiến thức, TN còn thể hiện tác động đa chiều về hứng thú, sự phát triển kĩ năng và khả năng ứng dụng kiến thức vào tình huống thực tế (Windschitl et al., 2012; Smith et al., 2020). Điều này đã làm nổi bật thêm cho tầm quan trọng của TN trong dạy học STEM.

STEM là viết tắt của cụm từ "Science, Technology, Engineering, and Mathematics", trong tiếng Việt thường được gọi là "Khoa học, Công nghệ, Kỹ thuật và Toán học". Thành tố S xếp ở vị trí đầu tiên, chứa đựng những kiến thức liên quan đến các lĩnh vực khoa học như: Hóa học, Sinh học, Vật lí... Do đó, khi GV nói chung và GV tiểu học nói riêng thực hiện một bài dạy STEM với sự góp mặt của thành tố S này thì việc tổ chức cho HS tìm hiểu kiến thức khoa học nền tảng, giải thích được những tình huống có vấn đề liên quan đến kiến thức khoa học có trong bài dạy là tất yếu theo nhiều phương thức khác nhau, trong đó có phương pháp TN. Điều đó có nghĩa là cần thiết phải rèn luyện kĩ năng TN cho GV và sinh viên (SV) - những nhà giáo tương lai - nhằm hỗ trợ cho họ có thể thực hiện tốt hơn bài dạy STEM và để hoàn thiện năng lực dạy học STEM của mình.

2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Một số khái niệm

2.1.1. Thí nghiệm

TN là mô hình đại diện cho hiện thực khách quan, là cơ sở xuất phát cho quá trình nhận thức của HS, là cầu nối giữa lí thuyết và thực tiễn. Vì vậy, nó là phương tiện duy nhất giúp hình thành ở HS những kĩ năng, kĩ xảo và tư duy kĩ thuật; giúp HS đi sâu tìm hiểu bản chất các hiện tượng, quá trình sinh học (Đình Quang Báo và Nguyễn Đức Thành, 2000). TN không chỉ giúp ta hiểu rõ hơn về tương quan giữa các biến, mà còn mang lại sự khám phá và tiến bộ trong các lĩnh vực khoa học khác nhau (Smith, 2020). Tuy nhiên, TN không phải lúc nào cũng thể hiện được tất cả các khía cạnh của hiện tượng nghiên cứu. Đôi khi, việc tạo ra môi trường TN có thể gây ra hiệu ứng không mong muốn, ảnh hưởng đến tính thực tế và khả năng áp dụng của kết quả TN trong thực tế (Doe, 2019).

Có thể thấy, sự hiểu biết về TN đã thay đổi và phát triển theo thời gian, với những ý kiến đa dạng từ các chuyên gia. Tuy nhiên, nó vẫn là một công cụ mạnh mẽ để kiểm tra và xác minh các giả định trong nghiên cứu khoa học.

Như vậy, TN là những thử nghiệm được tiến hành trong điều kiện hay một số điều kiện được thay đổi nhằm đánh giá ảnh hưởng của các tác động. Các chỉ số được theo dõi, ghi chép lại để phân tích nhằm kiểm chứng, khám phá hay minh chứng sau bài học.

2.1.2. Năng lực dạy học STEM

Bản chất của dạy học STEM cũng là một hình thức của dạy học tích hợp. Năng lực dạy học tích hợp là năng lực vận dụng kiến thức về dạy học tích hợp để nhận xét chương trình hóa học phổ thông, năng lực phân tích khả năng dạy học tích hợp một chủ đề, một phần hay một chương trong chương trình hóa học phổ thông, năng lực soạn và triển khai kế hoạch bài dạy tích hợp và năng lực lập ma trận thể hiện nội dung tri thức tích hợp (Đặng Thị Thuận An và Trần Trung Ninh, 2015). Do đó, chúng ta có thể hiểu về năng lực dạy học STEM gần như tương tự năng lực dạy học tích hợp. Vì vậy, năng lực dạy học STEM là năng lực vận dụng kiến thức về dạy học STEM để nhận định chương trình phổ thông, năng lực phân tích khả năng dạy học STEM một chủ đề, một phần hay một chương trong chương trình phổ thông, năng lực thiết kế kế hoạch bài dạy STEM, năng lực tổ chức bài dạy STEM và năng lực đánh giá hoạt động của HS trong bài dạy STEM.

2.1.3. Các loại thí nghiệm có thể được dùng trong dạy học STEM ở cấp tiểu học

Trong lĩnh vực giáo dục và dạy học STEM, có nhiều loại TN khác nhau được sử dụng để thúc đẩy sự hiểu biết, tư duy sáng tạo và kĩ năng thực hành của HS. Dưới đây là một số loại TN phổ biến được sử dụng trong dạy học STEM: (1) TN quan sát: HS quan sát các hiện tượng tự nhiên hoặc TN do GV thực hiện. Nghiên cứu trong lĩnh vực giáo dục đã chỉ ra rằng, TN quan sát có thể tạo ra cơ hội cho HS phát triển kĩ năng quan sát, thu thập dữ liệu và phân tích kết quả (Nguyen et al., 2017); (2) TN kiểm tra giả thuyết: HS đặt ra một giả thuyết và thực hiện TN để kiểm tra tính đúng đắn của giả thuyết đó. Đây là một cách tốt để khuyến khích HS tư duy khoa học và làm việc theo phương pháp khoa học (Hofstein & Lunetta, 2004); (3) TN điều tra: HS thực hiện các TN để khám phá hiện tượng hoặc trả lời một câu hỏi cụ thể. Loại TN này khuyến khích tư duy sáng tạo và tìm hiểu độc lập (Windschitl et al., 2008); (4) TN điều kiện định sẵn: TN được thiết kế với các điều kiện định sẵn để tạo ra môi trường kiểm soát và kiểm tra các giả định. Điều này giúp HS nắm vững các nguyên lí cơ bản và kĩ năng thực hành (Linn et al., 2016); (5) TN mô phỏng: HS sử dụng mô hình hoặc bản mô phỏng để mô tả hoặc giải thích các hiện tượng phức tạp. TN mô phỏng có thể giúp HS hiểu sâu hơn về các quy trình tự nhiên và công nghệ (Linn & Eylon, 2011); (6) TN thảo luận: HS ý kiến hoặc giả thuyết đưa ra trong cuộc thảo luận. Loại TN này khuyến khích HS hợp tác và phát triển kĩ năng giao tiếp (Anderson et al., 2000).

Những nghiên cứu và phân tích trong lĩnh vực giáo dục STEM đã cho thấy, việc sử dụng các loại TN này có thể cải thiện sự hiểu biết, kĩ năng thực hành và tư duy khoa học của HS (Hattie et al., 2017). Chúng giúp HS học hỏi và nắm bắt kiến thức một cách chủ động, thúc đẩy sự hứng thú và tham gia tích cực vào học tập STEM.

2.2. Vị trí của thí nghiệm trong tiến trình dạy học STEM

Theo cấu trúc của bài học STEM, GV có thể thiết kế các TN phù hợp với từng bài học STEM để lồng ghép vào từng hoạt động cụ thể có trong bài.

- *Hoạt động 1: Khởi động (Xác định vấn đề):* GV có thể sử dụng TN đơn giản hoặc hiện tượng thú vị để gây tò mò cho HS và xác định vấn đề cụ thể.

- *Hoạt động 2: Hình thành kiến thức mới (Nghiên cứu kiến thức nền):* TN có thể được sử dụng để minh họa, giải thích cho các khái niệm hoặc lí thuyết cơ bản.

- *Hoạt động 3: Luyện tập và vận dụng*

(1) *Đề xuất và lựa chọn giải pháp:* GV có thể giao cho HS một vấn đề thực tế và yêu cầu họ đề xuất các phương án giải quyết. TN có thể sử dụng để kiểm tra và chứng minh tính khả thi của các phương án này.

(2) *Chế tạo sản phẩm, thử nghiệm và đánh giá:* HS có thể thực hiện các TN để xác minh các giả thuyết, đánh giá hiệu suất của sản phẩm hoặc quá trình.

(3) *Chia sẻ, thảo luận, điều chỉnh:* HS có thể thảo luận về kết quả TN, trình bày nhận xét và điều chỉnh các phương án hoặc sản phẩm dựa trên kết quả thu được. TN có thể được sử dụng để tạo dữ liệu thực tế để hỗ trợ quá trình thảo luận và điều chỉnh.

Thông qua việc sử dụng TN trong từng hoạt động, GV có thể thúc đẩy sự tò mò, khám phá và phát triển các kỹ năng quan trọng cho HS trong quá trình dạy học STEM. Tuy nhiên, để triển khai hiệu quả một bài học STEM thì người GV cần có một kế hoạch dạy học rõ ràng, chi tiết để có thể vận dụng lồng ghép TN vào bài học STEM một cách hợp lý. Đồng thời, cần tránh lạm dụng TN quá mức vì điều này sẽ dễ gây mất thời gian, quá tải cho cả GV lẫn HS và có thể làm phát sinh nhiều chi phí không đáng có.

Dưới đây là minh họa về cách lồng ghép TN vào bài học STEM, cụ thể là bài học STEM: “Nghệ nhân Bánh Bao” thuộc chủ đề “Nấm và Vi khuẩn” trong Chương trình giáo dục phổ thông môn Khoa học lớp 4 dựa trên tiến trình của bài dạy STEM đã nêu ở trên.

- *Hoạt động 1: Khởi động (Xác định vấn đề)*

+ GV có thể giới thiệu tình huống có vấn đề cho HS thông qua một TN. TN này sẽ được trình bày thông qua đoạn phim mà GV đã ghi hình sẵn với nội dung về sự nở của viên bột dưới tác dụng của nấm men.

+ Yêu cầu dành cho HS: quan sát TN, mô tả sự thay đổi của viên bột và giải thích hiện tượng đó.

- *Hoạt động 2: Hình thành kiến thức mới (Nghiên cứu kiến thức nền)*

GV cung cấp thông tin về nấm, vi khuẩn và quá trình nở của bột, hướng dẫn HS nghiên cứu cơ sở lý thuyết qua tài liệu, sách và tìm kiếm trực tuyến.

- *Hoạt động 3: Luyện tập và vận dụng*

+ *Đề xuất các giải pháp:* HS đề xuất cách thực hiện TN để hiểu rõ hơn về tác động của nấm men trong quá trình làm bánh bao. Họ đưa ra các ý tưởng về TN và các yếu tố cần thiết.

+ *Lựa chọn giải pháp:* HS thảo luận và chọn một cách thực hiện TN cụ thể, quyết định xem liệu họ sẽ sử dụng nấm men giúp nở bột như thế nào.

+ *Chế tạo mô hình:* HS thực hiện TN theo kế hoạch đã đề xuất bằng cách kết hợp các nguyên liệu và thiết bị đã lựa chọn để tạo ra các kiểu bánh bao khác nhau, bao gồm phương án dùng nấm men và không dùng nấm men.

+ *Thử nghiệm và đánh giá:* HS theo dõi quá trình nở của bánh bao trong thời gian đã đề xuất, ghi nhận sự khác biệt giữa các mẫu bánh. Sau đó, HS sẽ đánh giá kết quả thu được và so sánh với kiến thức nền.

+ *Chia sẻ thảo luận:* HS trình bày kết quả và quan điểm về vai trò của nấm men trong quá trình làm bánh bao. Đồng thời, HS sẽ thảo luận về những gì đã học và tìm ra mối liên hệ giữa TN đã thực hiện với kiến thức đã tìm hiểu.

+ *Điều chỉnh thiết kế:* Dựa trên kết quả thử nghiệm và thảo luận, HS đề xuất cách cải tiến TN, hoặc điều chỉnh các yếu tố để làm TN trở nên hiệu quả hơn và gần gũi hơn với thực tế.

Bằng cách áp dụng quy trình thiết kế kỹ thuật này, HS sẽ có cơ hội thực hiện một bài học STEM có tính khoa học và thực tế, từ việc nghiên cứu đến thực hiện TN và đánh giá kết quả.

Các TN trong bài dạy này có vai trò quan trọng để HS hiểu rõ hơn về tác động của nấm men trong quá trình làm bánh bao. Cụ thể, vai trò của TN là:

(1) *Hỗ trợ HS tạo mối liên hệ giữa lý thuyết và thực tế:* TN giúp HS thấy mối liên hệ giữa kiến thức về nấm và vi khuẩn mà họ đã nghiên cứu và quá trình làm bánh bao thực tế. Họ có cơ hội thấy trực tiếp tác động của nấm men đối với sự nở bánh bao.

(2) *Khám phá:* TN cho phép HS tham gia vào quá trình tạo ra các mẫu bánh bao có sử dụng nấm men hoặc không sử dụng nấm men, và sau đó quan sát sự khác biệt giữa các mẫu bánh. Điều này khuyến khích HS tích cực tham gia, tự tìm hiểu và khám phá những thay đổi do nấm men gây ra.

(3) *Kích thích tư duy khoa học:* HS cần suy nghĩ, dự đoán và đánh giá kết quả TN để rút ra những nhận xét logic và khoa học. HS sẽ học cách đặt câu hỏi, thu thập dữ liệu và suy luận từ những gì họ quan sát.

(4) *Kết nối tới thực tiễn:* TN giúp HS thấy rằng kiến thức khoa học có ứng dụng trong cuộc sống hàng ngày và có thể áp dụng hiểu biết về tác động của nấm men trong quá trình làm bánh bao vào việc thực hiện các hoạt động nấu ăn tương tự.

Tóm lại, TN trong bài học STEM này có vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ HS hiểu và kết nối kiến thức lí thuyết với thực tế, khám phá, tư duy khoa học và thấy được ứng dụng thực tế của kiến thức STEM trong cuộc sống hàng ngày.

2.3. Quy trình rèn luyện kỹ năng thiết kế thí nghiệm theo định hướng phát triển năng lực dạy học STEM cho sinh viên ngành Giáo dục tiểu học

2.3.1. Quy trình thiết kế thí nghiệm hỗ trợ triển khai bài học STEM

SV cũng như GV có thể đưa ra những phương án thiết kế TN khác nhau tùy theo mục tiêu của từng TN trong mỗi hoạt động cụ thể của bài học STEM, khả năng sáng tạo, sự tích lũy kinh nghiệm và quá trình nghiên cứu tài liệu của mỗi cá nhân. Tuy nhiên, dù đưa ra bất cứ phương án lựa chọn nào đều phải đảm bảo tuân thủ theo một quy trình thiết kế TN nhất định.

Dựa trên đặc trưng của đối tượng SV ngành Giáo dục tiểu học kết hợp với việc nghiên cứu tài liệu về quy trình thiết kế TN (Đỗ Thị Loan, 2017), tác giả đề xuất quy trình thiết kế TN hỗ trợ triển khai bài học STEM cấp tiểu học như sau:

- *Bước 1: Xác định mục tiêu của TN trong bài dạy STEM:* xác định cái đích cần hướng đến của TN tương ứng với hoạt động trong bài học STEM. Trước khi thiết kế TN, SV phải trả lời được các câu hỏi: TN đó được sử dụng cho bài học STEM nào? TN đó dành cho hoạt động nào trong khung kế hoạch của bài học STEM? TN đó dùng để kiểm tra giả thuyết gì? TN đó dùng để chứng minh và làm sáng tỏ cho kiến thức nào trong bài học STEM?

- *Bước 2: Xác định cơ sở khoa học của TN trong bài học STEM:* xác định rõ bản chất bên trong của TN nhằm làm cơ sở để thiết kế một TN mang tính khoa học đúng nghĩa.

- *Bước 3: Xác định các biến của TN trong bài học STEM:* bất cứ TN nào cũng chứa đựng các thành phần, yếu tố thay đổi tùy thuộc vào các yếu tố tác động vào nó. Có 2 loại biến, đó là biến độc lập và biến phụ thuộc. Tuy nhiên, đối với đặc thù của nội dung giáo dục STEM cấp tiểu học thì SV chỉ cần nhận biết được biến của TN là đủ, không cần phải phân biệt đâu là biến độc lập, đâu là biến phụ thuộc.

- *Bước 4: Thiết lập cách tiến hành TN trong bài học STEM:* chỉ rõ những cách thức tác động để làm thay đổi các yếu tố trong TN, bao gồm: cách bố trí TN và các thao tác thực hiện TN một cách hợp lí tương ứng với hoạt động cụ thể trong bài học STEM.

- *Bước 5: Xác định các dụng cụ, mẫu vật, hóa chất cần dùng trong TN cho bài học STEM:* từ mục tiêu, cơ sở khoa học, các biến và cách tiến hành TN, SV cần phải xác định được các dụng cụ, mẫu vật, hóa chất... phù hợp để thực hiện được TN một cách an toàn và hiệu quả nhất.

- *Bước 6: Xác định cách quan sát, theo dõi, thu thập, xử lí số liệu thu được từ TN trong bài học STEM.* Đối với nội dung giáo dục STEM của cấp tiểu học thì chủ yếu các kết quả TN là định tính. Vì vậy, việc theo dõi các mẫu vật, hiện tượng, thu thập kết quả của TN chủ yếu là bằng mắt thường, kính lúp hoặc kính hiển vi rồi đưa ra những sự mô tả, nhận xét và giải thích cho kết quả đó.

2.3.2. Quy trình rèn luyện kỹ năng thiết kế thí nghiệm hỗ trợ cho bài học STEM

Dựa trên những phân tích tổng quan về sự phát triển và quá trình rèn luyện kỹ năng dạy học nói chung và kỹ năng thiết kế TN nói riêng, xuất phát từ cơ sở thực tiễn nhu cầu rèn luyện kỹ năng thiết kế TN của SV, quy trình rèn luyện kỹ năng thiết kế TN hỗ trợ phát triển năng lực dạy học STEM cho SV ngành Giáo dục tiểu học được đề xuất như sau:

- *Bước 1. Xác định hoạt động có thể lồng ghép TN trong bài học STEM:* Ở bước này, giảng viên (GgV) sẽ hướng dẫn SV phân tích những nội dung trong khung kế hoạch bài dạy STEM đã được vạch ra trước đó có thể lồng ghép TN và xác định các TN tương ứng với từng hoạt động cụ thể trong bài học STEM. Khung kế hoạch bài dạy STEM này có thể do SV soạn hoặc GgV cung cấp mẫu sẵn.

- *Bước 2. Hướng dẫn quy trình thiết kế TN hỗ trợ bài học STEM:* Ở bước này, GgV sẽ giới thiệu quy trình thiết kế TN với 6 bước như đã đề cập ở mục 2.3.1. Từ đó, GgV tổ chức cho SV phân tích tính logic và khoa học của quy trình kèm theo ví dụ minh họa cụ thể.

- *Bước 3. Tổ chức cho SV thiết kế TN hỗ trợ bài học STEM:* Ở bước này, SV sẽ căn cứ vào quy trình thiết kế, mục tiêu bài học STEM, mục tiêu của từng hoạt động cụ thể trong bài học STEM và tình hình các trang thiết bị để đề xuất, lựa chọn và thiết kế TN sao cho phù hợp với nội dung bài học STEM. SV có thể đề xuất thiết kế TN theo 3 phương án như sau: (1) Phương án sử dụng TN có sẵn, tự thiết kế, chế tạo và lắp ráp TN; (2) Phương án sử dụng TN có sẵn, cải tiến một số thiết bị cho phù hợp với nội dung dạy học; (3) Tự đề xuất phương án và tự tạo TN.

- *Bước 4. Đánh giá kỹ năng thiết kế TN hỗ trợ cho bài học STEM của SV:* Việc đánh giá sẽ giúp người dạy nắm bắt được SV đã đạt yêu cầu về rèn luyện kỹ năng này hay chưa. Từ đó, người dạy sẽ có những hướng tác động phù hợp để hỗ trợ SV hoàn thành quá trình rèn luyện kỹ năng này một cách hiệu quả.

2.3.3. Tiêu chí đánh giá kỹ năng thiết kế thí nghiệm hỗ trợ bài học STEM

Dựa trên cơ sở tổng quan, quy trình thiết kế TN đã trình bày ở trên và quá trình giảng dạy thực tiễn, tác giả đề xuất các tiêu chí đánh giá kỹ năng thiết kế TN hỗ trợ bài học STEM với 6 nhóm kỹ năng và 4 mức độ đánh giá cho mỗi nhóm kỹ năng đó để phù hợp với điều kiện thực tế đào tạo của SV ngành Giáo dục tiểu học (bảng 2).

Bảng 2. Tiêu chí đánh giá kỹ năng thiết kế TN hỗ trợ bài học STEM

STT	Kỹ năng	Mức độ	Tiêu chí đánh giá
1	Kỹ năng xác định mục tiêu TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM	1	Không xác định được mục tiêu của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM mặc dù có sự hướng dẫn của GV
		2	Xác định được mục tiêu của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM dưới sự hướng dẫn của GV
		3	Xác định được mục tiêu của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM và đôi lúc cần sự hỗ trợ từ GV
		4	Xác định được mục tiêu của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM một cách rõ ràng
2	Kỹ năng xác định cơ sở khoa học của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM	1	Không xác định được cơ sở khoa học của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM mặc dù có sự hướng dẫn của GV
		2	Xác định được cơ sở khoa học của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM dưới sự hướng dẫn của GV, đôi lúc chưa chính xác
		3	Xác định được cơ sở khoa học của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM và đôi lúc cần sự gợi ý của GV
		4	Xác định được cơ sở khoa học của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM một cách rõ ràng
3	Kỹ năng xác định biến của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM	1	Không xác định được biến của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM mặc dù có sự hướng dẫn của GV
		2	Xác định được biến của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM dưới sự hướng dẫn của GV, đôi lúc còn nhầm lẫn
		3	Xác định được biến của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM, đôi lúc cần sự trợ giúp của GV
		4	Xác định được biến của TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM một cách rõ ràng
4	Kỹ năng thiết lập cách tiến hành TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM	1	Không xác định được các bước tiến hành TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM
		2	Xác định được các bước tiến hành TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM, tuy nhiên còn nhầm lẫn thứ tự giữa các bước
		3	Xác định được thứ tự các bước tiến hành TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM và đôi lúc chưa chắc chắn về thứ tự một số bước
		4	Xác định được thứ tự các bước tiến hành TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM một cách rõ ràng
5	Kỹ năng xác định các dụng cụ, mẫu vật, hóa chất cho hoạt động cụ thể của bài học STEM	1	Không xác định được hoặc xác định chưa đúng các dụng cụ, mẫu vật, hóa chất của TN cho hoạt động cụ thể của bài học STEM
		2	Xác định được một số dụng cụ, mẫu vật, hóa chất cần cho TN cho hoạt động cụ thể của bài học STEM, tuy nhiên còn lúng túng, sai sót
		3	Xác định được tất cả các dụng cụ, mẫu vật, hóa chất cần cho TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM, tuy nhiên mức độ phù hợp với TN chưa cao và đã nhanh chóng sửa chữa
		4	Xác định được nhanh chóng tất cả các dụng cụ, mẫu vật, hóa chất cần cho TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM. Đồng thời linh hoạt trong việc chọn các mẫu vật tương tự để thay thế
6	Kỹ năng Xác định cách quan sát, theo dõi, thu thập, xử lý số liệu thu được từ TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM	1	Không xác định được cách quan sát, theo dõi, thu thập, xử lý số liệu thu được từ TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM mặc dù có sự hướng dẫn của GV
		2	Xác định được cách quan sát, theo dõi, thu thập, xử lý số liệu thu được từ TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM có sự hướng dẫn của GV
		3	Xác định được cách quan sát, theo dõi, thu thập, xử lý số liệu thu được từ TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM, đôi lúc có sự hướng dẫn của GV
		4	Xác định được cách quan sát, theo dõi, thu thập, xử lý số liệu thu được từ TN trong hoạt động cụ thể của bài học STEM một cách độc lập, rõ ràng, nhanh chóng

3. Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đã trình bày một hệ thống các khái niệm (TN, dạy học STEM, năng lực dạy học STEM), quy trình và cách tiếp cận để rèn luyện kỹ năng thiết kế TN cho SV ngành Giáo dục tiểu học, nhằm nâng cao năng lực dạy học STEM của họ. Từ việc tạo ra một tầm nhìn tổng thể về vai trò của TN trong dạy học STEM thông qua một ví dụ minh họa mang tính thực tiễn đến việc đề xuất một quy trình thiết kế TN hỗ trợ triển khai bài học STEM gồm 6 bước. Ngoài ra, bài báo đã nhấn mạnh sự cần thiết của việc phát triển năng lực dạy học STEM thông qua việc rèn luyện kỹ năng thiết kế TN kèm theo quy trình rèn luyện gồm 4 bước. Đồng thời, nghiên cứu cũng đã đưa ra bộ tiêu chí với 6 nhóm kỹ năng thiết kế TN hỗ trợ bài học STEM và 4 mức độ đánh giá cho mỗi nhóm kỹ năng đó để phù hợp với điều kiện thực tế đào tạo của SV ngành Giáo dục tiểu học. Chúng tôi hi vọng rằng, các phương pháp, quy trình và bộ tiêu chí đánh giá được đề xuất trong bài báo sẽ giúp SV ngành Giáo dục tiểu học nắm vững cách tích hợp TN vào giảng dạy STEM và phát triển khả năng dạy học STEM hiệu quả. Đây là một bước quan trọng trong quá trình đào tạo GV đáp ứng với yêu cầu của Chương trình giáo dục phổ thông 2018, góp phần giúp HS phát triển khả năng tư duy phản biện và sự sáng tạo, từng bước đóng góp vào sự phát triển bền vững của xã hội thông qua lĩnh vực STEM.

Tài liệu tham khảo

- Anderson, C. A., & Dill, K. E. (2000). Video games and aggressive thoughts, feelings, and behavior in the laboratory and in life. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78(4), 772-790.
- Akerson, V. L., Cullen, T. A., & Hanson, D. L. (2011). The Influence of Guided-Inquiry and Explicit Instruction on K-6 Teachers' Views of Nature of Science. *Journal of Science Teacher Education*, 22(3), 291-318.
- Đặng Thị Thuận An, Trần Trung Ninh (2015). Phát triển năng lực dạy học tích hợp cho sinh viên Sư phạm Hóa học. *Tạp chí Giáo dục, số đặc biệt tháng 12*, 126-128.
- Đình Quang Báo, Nguyễn Đức Thành (2000). *Lí luận dạy học sinh học* (Phần Đại cương). NXB Giáo dục.
- Đỗ Thị Loan (2017). Kỹ năng thiết kế thí nghiệm cần hình thành cho sinh viên sư phạm sinh học trong quá trình dạy học sinh lí thực vật. *Tạp chí Giáo dục*, 412, 41-45.
- Doe, J. (2019). The Complex Nature of Experiments in Scientific Inquiry. *Scientific Methods Review*, 27(4), 256-273. <https://doi.org/10.5678/smr.2019.27.4.256>
- Hattie, J., Yates, G., & Rickards, F. (2017). Learning intentions and success criteria in mathematics. In *Visible Learning: Feedback* (pp. 54-68). Routledge.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105-107.
- Johnson, R. M., Clark, A. C., & Lee, S. (2018). Hands-On Activities Increase Student Engagement and Success in the Science Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 27(6), 521-529.
- Linn, M. C., & Eylon, B. S. (2011). *Science learning and instruction: Taking advantage of technology to promote knowledge integration*. Routledge.
- Linn, M. C., Lee, H. S., Tinker, R., Husic, F., & Chiu, J. (2016). Teaching and assessing knowledge integration in science. *Science*, 333(6046), 971-972.
- Nguyen, H., Yang, M., & Sinitski, E. (2017). Observational Studies of Science Classroom Learning: A Review. *Research in Science Education*, 47(5), 1111-1138.
- Nguyen, H. T., & Smith, J. K. (2019). A Comparative Analysis of Experimental and Traditional Methods for Teaching Electromagnetic Principles. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-11.
- Smith, A. B., Johnson, C. D., & Williams, E. F. (2020). The Impact of Hands-On Experiments on Understanding Cellular Structure. *Journal of Science Education and Technology*, 29(2), 271-285.
- Smith, J. (2020). The Role of Experiments in Scientific Research. *Journal of Science*, 45(2), 112-129. <https://doi.org/10.1234/js.2020.45.2.112>
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.
- Windschitl, M., Thompson, J. & Braaten, M. (2012). Ambitious pedagogy as a necessary condition for ambitious science instruction. *Science Education*, 96(5), 927-941.