

VẬN DỤNG TRIZ TRONG DẠY HỌC CHỦ ĐỀ STEM NHẪM PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC SÁNG TẠO CỦA HỌC SINH

Nguyễn Văn Biên và Dương Thị Yến
Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Tóm tắt. TRIZ được viết tắt bởi cụm từ “Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch”, theo tiếng Nga có nghĩa là “Lí thuyết giải quyết các vấn đề sáng tạo”, đã được nhiều nhà nghiên cứu trong và ngoài nước quan tâm. Trong bài báo này, chúng tôi vận dụng TRIZ để tổ chức hoạt động dạy học chủ đề tích hợp STEM nhằm phát triển năng lực sáng tạo của học sinh. Để thực hiện nghiên cứu, chúng tôi đã xây dựng và tổ chức dạy học chủ đề STEM với các hoạt động học tập có vận dụng TRIZ và thực hiện nghiên cứu thực nghiệm với đối tượng học sinh trung học cơ sở ở Hà Nội. Năng lực sáng tạo của học sinh trong nhóm đối chứng và nhóm thực nghiệm được đánh giá thông qua kết quả bài thi đánh giá tiềm năng sáng tạo EPoC. Kết quả thực nghiệm sư phạm cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa lớp thực nghiệm và lớp đối chứng về sự phát triển tiềm năng sáng tạo.

Từ khóa: TRIZ, chủ đề tích hợp STEM, năng lực sáng tạo, EPoC khoa học.

1. Mở đầu

Để chuẩn bị cho thế kỉ XXI năm 1996, Jacques Delors - chủ tịch Ủy ban UNESCO về Giáo dục cho thế kỉ XXI công bố báo cáo “Học tập: Một tài sản tiềm ẩn” đưa ra bốn trụ cột lớn như một triết lí giáo dục: “Học để biết, học để làm, học để chung sống, và học để khẳng định mình” [1]. “Khung tham chiếu các kĩ năng cần thiết cho thế kỉ 21” được đưa ra bởi P21 (Partnership for 21st Century Learning - một tổ chức phi chính phủ, sáng kiến toàn cầu) với trọng tâm là 4 kĩ năng: sáng tạo (creativity), phản biện (critical thinking), cộng tác (collaboration), giao tiếp (communication) đã trở thành công cụ tham khảo quan trọng trong chương trình giáo dục tại nhiều quốc gia. Và “sáng tạo được hiểu một cách rộng rãi như là một kết quả quan trọng của việc học” [2]. Sáng tạo chính là một năng lực then chốt trong học tập, lao động và rèn luyện của thế kỉ XXI.

Giáo dục STEM là một cách tiếp cận liên môn trong học tập, ở đó những khái niệm học thuật chính xác được kết hợp với bài học thực tiễn khi học sinh vận dụng khoa học, công nghệ, kĩ thuật và toán học trong một bối cảnh cụ thể, tạo nên sự kết nối giữa nhà trường, cộng đồng, việc làm và hoạt động kinh doanh toàn cầu cho phép sự phát triển những hiểu biết tối thiểu về STEM và cùng với nó là khả năng cạnh tranh trong nền kinh tế mới” [3].

Mục tiêu dạy học trong chủ đề tích hợp STEM cần được gắn liền với việc đáp ứng chuẩn kiến thức, kĩ năng, thái độ của chương trình giáo dục phổ thông hiện hành và mục tiêu phát triển năng lực và phẩm chất của học sinh trong chương trình giáo dục phổ thông mới được ban hành tháng 12 năm 2018. Tính tích hợp, liên môn cần phải được thể hiện rõ ràng thông qua mục tiêu

Ngày nhận bài: 7/9/2019. Ngày sửa bài: 20/9/2019. Ngày nhận đăng: 27/9/2019.

Tác giả liên hệ: Nguyễn Văn Biên. Địa chỉ e-mail: biennv@hnue.edu.vn

và nội dung dạy học. Bối cảnh xây dựng chủ đề gắn liền với thực tiễn cuộc sống, thực tiễn dạy học và phù hợp với điều kiện của học sinh và nhà trường [4].

TRIZ là phương pháp giải quyết vấn đề sáng tạo, hay được còn gọi là lí thuyết giải các bài toán sáng chế, được đưa ra lần đầu tiên bởi Altshuller năm 1971 dựa trên việc nghiên cứu các phát minh sáng chế. Vận dụng TRIZ trong dạy học chủ đề tích hợp STEM là một ý tưởng nhằm giúp phát triển năng lực sáng tạo cho học sinh trung học cơ sở. Chúng tôi đã xây dựng quy trình vận dụng TRIZ trong chủ đề tích hợp STEM, sau đó lựa chọn chủ đề “Giao thông thông minh” để học sinh đề xuất các giải pháp giảm thiểu ùn tắc giao thông tại các ngã tư đường ở Hà Nội. Để đánh giá hiệu quả tác động của nghiên cứu, chúng tôi sử dụng bài kiểm tra năng lực sáng tạo EPoC do Lubart và các cộng sự sáng tạo và nghiên cứu [5].

TRIZ được viết tắt bởi cụm từ “Теория Решения Изобретательских Задач”, theo tiếng Nga có nghĩa là “Lí thuyết giải quyết các vấn đề sáng tạo”. Genrich Altshuller (1929-1998) là cha đẻ của TRIZ. Năm 1946, sau khi đọc thông tin kĩ thuật được tiết lộ trong 200.000 bằng sáng chế từ khắp nơi trên thế giới, ông đã chọn 40.000 bằng sáng chế mà ông coi là sáng tạo và sử dụng các phương pháp quy nạp để khám phá các giải pháp của họ. *Sáng chế hoặc mức độ sáng tạo của các bằng sáng chế không phải tất cả đều đến từ các phương pháp thử và sai. Thay vào đó, có một logic có hệ thống trong sự phổ biến, lặp đi lặp lại, và phát minh sáng tạo trên các bằng sáng chế ông đã kiểm tra* [6].

Diễn hình của TRIZ được nhắc đến là bảng ma trận mâu thuẫn và 40 nguyên tắc sáng tạo. Theo Altshuller nếu có mâu thuẫn, các yếu tố gây xung đột phải được loại bỏ. Mọi đổi mới đều phát sinh từ việc khám phá ra những mâu thuẫn có vấn đề. Và giải quyết vấn đề sáng tạo là cải thiện một hoặc nhiều tính năng trong khi không làm giảm các tính năng khác. Có 39 tính năng hệ thống thường gặp phải mâu thuẫn kĩ thuật và 40 nguyên tắc giải pháp sáng tạo tương ứng được tổ chức thành ma trận 39x39 (tức là ma trận mâu thuẫn). Các cột dọc của ma trận mâu thuẫn là các đặc tính kĩ thuật có xu hướng kém đi, trong khi các hàng ngang là các đặc điểm kĩ thuật mà các có xu hướng được cải thiện. Giả sử rằng khi một nhà thiết kế tìm cách cải thiện đặc tính kĩ thuật A, đặc tính kĩ thuật B kém đi, các mô tả tại nút giao giữa cột dọc và ngang đó có thể được sử dụng để tìm nguyên tắc sáng tạo cần thiết để giải quyết vấn đề [7, 8].

Bốn mươi nguyên tắc (thủ thuật) sáng tạo là những công cụ được sử dụng để giải quyết mâu thuẫn kĩ thuật. Chúng cũng là các phương pháp cơ bản được sử dụng để vận hành các hệ thống công nghệ hoặc các cơ chế nội tại của chúng [9].

Hiện nay, việc vận dụng TRIZ vào trong dạy học định hướng giáo dục STEM đã được nghiên cứu ở một số nước phát triển, tuy nhiên các nghiên cứu mới chỉ được thực hiện với đối tượng là sinh viên kĩ thuật, học sinh các trường đào tạo nghề [10]. TRIZ đã được áp dụng thành công trong việc giải quyết các vấn đề sáng tạo trong sáng chế, mà trong dạy học theo định hướng giáo dục tích hợp STEM, học sinh cũng cần đưa ra các giải pháp cho việc tạo ra sản phẩm phục vụ nhu cầu thực tiễn, vậy có thể áp dụng TRIZ vào dạy học định hướng giáo dục tích hợp STEM.

Theo một định nghĩa được chấp nhận rộng rãi của nhà tâm lí học [11], năng lực là “khả năng nhận thức và những kĩ năng mà cá nhân sở hữu hoặc có thể tiếp thu để giải quyết các vấn đề cụ thể, và sử dụng khả năng và mức độ sẵn sàng về mặt động cơ, ý chí, xã hội một cách thành công và có trách nhiệm để giải quyết vấn đề trong nhiều tình huống khác nhau” (dịch từ tiếng Đức).

Cho đến nay, hầu hết các định nghĩa về sáng tạo đều tập trung nhấn mạnh vào đặc điểm của sản phẩm sáng tạo. Tác giả Phan Dũng và một số nhà nghiên cứu khác đều cho rằng “sáng tạo là hoạt động tạo ra cái gì đồng thời có tính mới và tính ích lợi”. Theo từ điển triết học, “Sáng tạo là quá trình hoạt động của con người tạo ra những giá trị vật chất, tinh thần, mới về chất. Các loại hình sáng tạo được xác định bởi đặc trưng nghề nghiệp như khoa học, kĩ thuật, văn học, nghệ thuật, tổ chức, quân sự,... Có thể nói sáng tạo có mặt trong mọi lĩnh vực của thế giới vật chất và

tinh thần [12]. Sáng tạo cũng có thể được xem như quá trình tạo ra cái mới; sáng tạo cũng có thể được xem xét theo những đặc điểm của sản phẩm mới được tạo ra và sáng tạo cũng có thể được xem xét là năng lực, như đặc điểm nhân cách của người sáng tạo [13]. Cũng theo Phạm Thành Nghị và nhóm đồng tác giả, sáng tạo có những thuộc tính chung sau: Tính độc đáo (originality), Tính thành thực (fluency), Tính mềm dẻo (flexibility), Tính chi tiết, hoàn thiện (elaboration), Tính nhạy cảm vấn đề (problem sensibility). Một cách đầy đủ, sáng tạo có thể được hiểu là quá trình tò mò – khám phá, tưởng tượng và tư duy sáng tạo dựa trên kiến thức, kinh nghiệm và dưới sự tác động của động cơ và cảm xúc của một người để tạo ra những sản phẩm (các ý tưởng, giải pháp hay là một vật cụ thể) độc đáo và hiệu quả (có giá trị, hữu ích và phù hợp với người sử dụng).

Như vậy, có thể hiểu năng lực sáng tạo là khả năng huy động vốn kiến thức, kĩ năng và thái độ, tư duy để tạo ra ý tưởng, giải pháp, sản phẩm mới có độc đáo và hiệu quả (có giá trị, hữu ích và phù hợp với người sử dụng) thông qua quá trình tò mò – khám phá, tưởng tượng và tư duy sáng tạo dựa trên kiến thức, kinh nghiệm và dưới sự tác động của động cơ và cảm xúc.

Từ các phân tích các kết quả nghiên cứu, chúng tôi nhận thấy phương pháp luận sáng tạo TRIZ mang đến hiệu quả sáng tạo trong chế tạo sản phẩm, giải quyết vấn đề dành cho sinh viên ngành kĩ thuật. Trong khi đó các chủ đề dạy học STEM hướng tới việc học sinh tạo ra sản phẩm, giải quyết vấn đề trong thực tiễn. Vậy, câu hỏi nghiên cứu của chúng tôi là: Vận dụng TRIZ vào quá trình dạy học chủ đề STEM ở trường THCS có làm phát triển năng lực sáng tạo cho học sinh không?

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Công cụ đánh giá tiềm năng sáng tạo EPoC

Đối với chúng ta, “một suy nghĩ được xem là sáng tạo khi nó độc đáo đối với người tạo ra nó, mà không kể đến bao nhiêu người khác áp ủ suy nghĩ đó” [14]. Trẻ em có thể biểu hiện tính sáng tạo theo nhiều cách khác nhau, chẳng hạn bằng các nhìn nhận những mối quan hệ mới. Bằng cách “đưa ra một ví dụ, đưa ra một ví dụ ngược lại, đặt câu hỏi, đề ra một giải pháp tạo ra những mối quan hệ mới, cung cấp bối cảnh, phát hiện ra một vấn đề”, học sinh có thể sử dụng tính sáng tạo của mình để làm phong phú thêm việc học của mình và của người khác [15].

Hầu hết các kĩ thuật đánh giá sáng tạo đều được xây dựng dựa trên định nghĩa nhất định về sáng tạo, tức là đánh giá mức độ sáng tạo, các thành tố năng lực sáng tạo. Tuy nhiên đánh giá sáng tạo còn dựa trên phong cách sáng tạo, hay cách con người sáng tạo như thế nào [16-18]. Dựa trên cách tiếp cận đa biến của sáng tạo, bài thi EPoC đánh giá năng lực sáng tạo thông qua tiềm năng sáng tạo của học sinh. Tiềm năng sáng tạo thể hiện quá trình mở rộng phạm vi giải quyết vấn đề sáng tạo, bao gồm các yếu tố linh hoạt, độc đáo, thành thực, mềm dẻo, chính là phong cách sáng tạo; đồng thời đề cập hoạt động kết hợp các yếu tố theo những cách mới, đó là khía cạnh cơ bản thứ hai của công việc sáng tạo. Khả năng này bao gồm quá trình vì mô như tư duy kết hợp, so sánh có chọn lọc và kết hợp cho phép tổng hợp các yếu tố không đồng nhất khác nhau để hội tụ thành một sản phẩm độc đáo, nguyên bản. Các yếu tố hỗ trợ có liên quan của tư duy sáng tạo hội tụ bao gồm, chấp nhận sự mơ hồ, kiên trì, chấp nhận rủi ro, và có động lực giành thành tích [16, 19]. Vì vậy, việc đánh giá năng lực sáng tạo có thể được thông qua đánh giá tiềm năng sáng tạo [17].

Theo Gardner, 1996, Lubart và cộng sự, 2003, bài kiểm tra đánh giá tiềm năng sáng tạo EPoC đo lường tiềm năng sáng tạo dựa trên các nguyên tắc:

- Kiểm tra tư duy khám phá phân kì, giúp nó có thể định lượng để đo lường một số khía cạnh ẩn ý trong tư duy sáng tạo

- Đánh giá các sản phẩm sử dụng các nhiệm vụ được tiêu chuẩn hóa có thể được đề xuất trong các lĩnh vực khác nhau và do đó đề cập đến tư duy hội tụ.

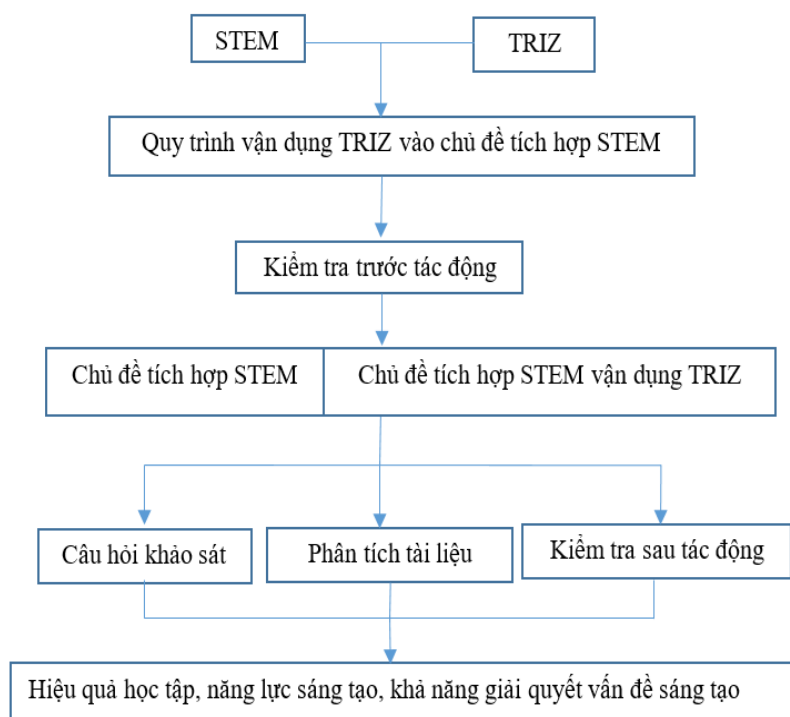
- Tư duy khám phá phân kì tương ứng với khả năng của một cá nhân có thể tạo ra nhiều ý tưởng hoặc câu trả lời nhìn từ một điểm khởi đầu đơn giản. Theo Guilford tư duy khám phá phân kỳ là một cấu thành thiết yếu để sáng tạo [20].

Bài đánh giá tiềm năng sáng tạo EPoC đã được dịch ra 5 thứ tiếng: Pháp, Anh, Ả Rập, Thổ Nhĩ Kỳ, và Đức. Năm 2015, trung tâm nghiên cứu và đổi mới giáo dục (CERI) đã tiến hành nghiên cứu đánh giá tiềm năng sáng tạo thông qua bài EPoC trên 15 nước thành viên, trong đó có cả các nước giáo dục đang rất phát triển như: Hà Lan, Mỹ, Pháp,.. và ở châu Á có Trung Quốc và Thái Lan.

2.2. Thiết kế nghiên cứu

Để trả lời câu hỏi nghiên cứu đề ra, chúng tôi tiến hành nghiên cứu thực nghiệm với thiết kế như Hình 1.

Trong thiết kế nghiên cứu này, đầu tiên chúng tôi nghiên cứu lí thuyết về STEM và TRIZ; sau đó tạo ra mô hình quy trình vận dụng TRIZ vào tổ chức dạy học chủ đề STEM. Tiếp đến lựa chọn ngẫu nhiên học sinh tham gia kiểm tra trước tác động, phân bố đều học sinh theo mức điểm tiềm năng sáng tạo vào cả 2 lớp: đối chứng (lớp A) và thực nghiệm (lớp B). Lớp A sẽ tham gia hoạt động học chủ đề STEM, lớp B sẽ tham gia hoạt động học chủ đề STEM vận dụng TRIZ. Sau khi kết thúc chủ đề, tiến hành câu hỏi khảo sát, phân tích tài liệu và kiểm tra sau tác động. Dựa trên kết quả thu được phân tích và đánh giá hiệu quả học tập, năng lực sáng tạo và khả năng giải quyết vấn đề sáng tạo.



Hình 1. Thiết kế nghiên cứu thực nghiệm về hiệu quả việc vận dụng TRIZ trong dạy học STEM nhằm phát triển năng lực sáng tạo

2.3. Đối tượng thực nghiệm

Trước khi tiến hành tác động, chúng tôi lựa chọn ngẫu nhiên 90 em học sinh có tại các trường THCS ở Hà Nội. Tiến hành kiểm tra trước tác động thông qua một bài kiểm tra tiềm năng sáng tạo. Sau đó, phân chia hai lớp, mỗi lớp 45 học sinh với mức năng lực phân bố đồng đều trong cả hai lớp học sinh. Lớp A là nhóm thực nghiệm, lớp B là nhóm đối chứng. Tuy nhiên trong quá trình tác động, có 2 em nghỉ học quá 4 buổi, và 2 em làm bài kiểm tra trong trạng thái ốm, mệt nên đã loại trừ kết quả của cả 4 em học sinh này. Như vậy, tổng đối tượng nghiên cứu là 86 học sinh, trong đó lớp A có 44 học sinh, lớp B có 42 học sinh.

2.4. Quy trình vận dụng TRIZ trong dạy học chủ đề STEM

Quy trình dạy và học vận dụng TRIZ vào chủ đề STEM được phát triển từ quy trình xây dựng chủ đề tích hợp [21] có sự áp dụng quy trình thiết kế kỹ thuật:

1. Xác định vấn đề, các vật liệu, tiêu chí, giới hạn.
2. Nghiên cứu vấn đề: Tìm hiểu các nội dung kiến thức có liên quan tới chủ đề.
3. Tưởng tượng, phát triển các phương án khả thi: Đề xuất các giải pháp khả thi, vận dụng kiến thức TRIZ tìm các mâu thuẫn vật lý, sau đó sử dụng bảng ma trận 39*39 tìm ra các giải pháp mới.
4. Đánh giá các giải pháp: Lựa chọn phương án tốt nhất.
5. Tạo mẫu thử nghiệm.
6. Thử nghiệm và đánh giá sản phẩm.
7. Cải tiến.

(Bước 5,6,7 được thực hiện theo vòng tròn lặp đi lặp lại cho đến khi hoàn thiện. Trong quá trình thực hiện các bước này, thực hiện đồng thời các bước: đề xuất các giải pháp khả thi, vận dụng kiến thức TRIZ tìm các mâu thuẫn vật lý, sau đó sử dụng bảng ma trận 39*39 tìm ra các giải pháp mới).

2.5. Ví dụ minh họa về vận dụng TRIZ trong dạy học chủ đề “Giao thông thông minh”

- Thời lượng: 450 phút - 10 tiết

- Tình huống đặt vấn đề: “Ùn tắc giao thông” đang là một đề tài “nóng hổi” của thành phố Hà Nội. Trong năm 2018, Sở giao thông vận tải Hà Nội phát động cuộc thi giải pháp “Giao thông thông minh” nhằm tìm ra mô hình, bản thiết kế mô hình giao thông mới, sáng tạo tại các ngã tư đường có thể giúp giảm thiểu ùn tắc. Yêu cầu kích thước mô hình không vượt quá 60*60*25 cm (chiều dài*chiều rộng*chiều cao); vật liệu không giới hạn (ưu tiên vật liệu tái chế, thân thiện với môi trường); riêng với mô hình đèn giao thông phải có hệ thống đèn điện.

- Cấu trúc chủ đề:

Chủ đề được hướng dẫn trong vòng 10 tiết, chia làm 3 giai đoạn

Giai đoạn thứ nhất: Tiết 1, 2, 3: Học sinh được nhận chủ đề, xác định vấn đề cần giải quyết và nghiên cứu vấn đề: tìm hiểu các nội dung kiến thức có liên quan: chương điện học vật lý 7 – sách giáo khoa vật lý; lập trình điều khiển Arduino.

Giai đoạn thứ hai: Tiết 4, 5, 6: Tưởng tượng tất cả các giải pháp có thể cho vấn đề; xác định các mâu thuẫn vật lý, sử dụng bảng ma trận 39*39 nguyên tắc sáng tạo tìm ra các phương pháp giải quyết mới; nâng cấp các giải pháp cho vấn đề

Ví dụ về cách sử dụng bảng ma trận 39*39 trong tổ chức dạy học:

Bước 1: Xác định mâu thuẫn vật lý.

Nguyên nhân dẫn đến tình trạng ùn tắc giao thông được xác định là do quá nhiều phương tiện giao thông di chuyển trong giờ cao điểm, tương ứng với thông số vật lý 15: thời gian hoạt

động của đối tượng chuyển động. Các giải pháp thông dụng: đổi giờ hành chính (tức là thay đổi thời gian hoạt động của đối tượng), tăng cường phương tiện giao thông công cộng (tức là thay đổi đối tượng), điều này gây ra mâu thuẫn về thông số 35: độ thích nghi, tính phổ dụng.

Bước 2: Tra bảng ma trận mâu thuẫn.

Tra bảng theo dòng 15 – yếu tố vật lí mong muốn cải thiện, cột 35 – mâu thuẫn vật lí gặp phải khi cải thiện 15 sử dụng các biện pháp thông thường, thu được gợi ý các thủ thuật sáng tạo: 1, 35, 13.

Bước 3: Từ các thủ thuật sáng tạo tìm ra giải pháp.

Thủ thuật 1: Phân nhỏ.

Giải pháp đưa ra là phân chia các làn đường thành làn dành riêng cho các phương tiện khác nhau; phân chia các tín hiệu dành riêng cho từng phương tiện

Thủ thuật 13: nguyên tắc đảo ngược.

Giải pháp đưa ra là làm cho đường dịch chuyển, các phương tiện đứng yên. Tức là xây dựng đường theo hệ thống băng chuyển. Xe được đưa đến khu vực đường, sau đó mặt đường sẽ là băng chuyển chuyển đến vị trí cần đến.

Thủ thuật 35: Thay đổi các thông số hóa lí của đối tượng

Giải pháp đưa ra là xe cộ được đưa tới xe công cộng to, và xe này di chuyển trên đường với bánh xe có thể đẩy cao lên trên nhờ pitong.

Giai đoạn thứ ba: Tiết 7, 8, 9: Thiết kế và hoàn thiện; thử nghiệm và cải tiến mô hình. Tiết 10: Trình bày kết quả và thảo luận về các mô hình.

2.6. Thu thập số liệu

Bài thi tiềm năng sáng tạo khoa học EPoC độc lập với đề tài, nội dung hoạt động học tập. Bài thi gồm hai phần nhỏ: bài A là bài thi khoa học về tư duy khám phá phân kỳ, bài F là bài thi khoa học về tư duy tích hợp hội tụ. Hai bài kiểm tra được tiến hành lần 1 trước khi bắt đầu học chủ đề, và lần 2 sau khi học sinh đã kết thúc chủ đề. Bài kiểm tra trước tác động được kí hiệu là A1, F1; bài thi sau tác động được kí hiệu là A2, F2.

Các bài thi giữa 2 lớp được trộn đều, đánh mã, sau đó được chấm độc lập bởi bốn giám khảo khác nhau theo thang điểm 7 với tỉ lệ như trong Bảng 1.

Bảng 1. Phân bố số bài thi EPoC vào các mức độ điểm

Điểm	1	2	3	4	5	6	7
Tỉ lệ %	4,8	11,1	21,2	25,8	21,1	11,1	4,8
Số lượng bài	3 - 6	7 - 12	16 - 20	22 - 26	16 - 20	7 - 12	3 - 6

Điểm số sau khi chấm được đánh giá độ tin cậy qua phân tích tương quan hai chiều để đánh giá độ tin cậy của công cụ. Nếu điểm số các bài thi giữa các giám khảo tương quan sẽ lấy kết quả trung bình điểm số để phân tích. Đánh giá hiệu quả bằng việc so sánh kết quả từng bài thi trước và sau khóa học của từng lớp A, B; và so sánh kết quả 2 bài thi sau khóa học của 2 lớp A và B với nhau thông qua kiểm định t-test và biểu đồ tần suất điểm bài thi của các lớp.

2.7. Kết quả và thảo luận

2.7.1. Kết quả

* Độ tin cậy của công cụ

Sau khi tập hợp, mã hoá bài thi EPoC, bốn giám khảo chấm các bài thi độc lập theo cùng một tỉ lệ phân bố điểm trong Bảng 1, kết quả thu được được phân tích tương quan bằng phần mềm SPSS (Bảng 2).

Bảng 2. Các bảng phân tích kết quả đo độ tin cậy của 4 bài thi trước, sau tác động của các giáo viên từ phần mềm SPSS

Bảng tương quan kết quả bài thi phân kì trước tác động						Bảng tương quan kết quả bài thi hội tụ trước tác động					
		GV1_A1	GV2_A1	GV3_A1	GV4_A1			GV1_F1	GV2_F1	GV3_F1	GV4_F1
GV1_A1	Pearson Correlation	1	,557**	,761**	,652**	GV1_F1	Pearson Correlation	1	,569**	,605**	,583**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000		Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000
	N	86	86	86	86		N	86	86	86	86
GV2_A1	Pearson Correlation	,557**	1	,580**	,675**	GV2_F1	Pearson Correlation	,569**	1	,514**	,580**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000		Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	86	86	86	86		N	86	86	86	86
GV3_A1	Pearson Correlation	,761**	,580**	1	,641**	GV3_F1	Pearson Correlation	,605**	,514**	1	,637**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000		Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	86	86	86	86		N	86	86	86	86
GV4_A1	Pearson Correlation	,652**	,675**	,641**	1	GV4_F1	Pearson Correlation	,583**	,580**	,637**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000			Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	86	86	86	86		N	86	86	86	86
Bảng tương quan kết quả bài thi phân kì sau tác động						Bảng tương quan kết quả bài thi hội tụ sau tác động					
		GV1_A2	GV2_A2	GV3_A2	GV4_A2			GV1_F2	GV2_F2	GV3_F2	GV4_F2
GV1_A2	Pearson Correlation	1	,750**	,682**	,761**	GV1_F2	Pearson Correlation	1	,683**	,707**	,643*
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000		Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000
	N	86	86	86	86		N	86	86	86	86
GV2_A2	Pearson Correlation	,750**	1	,584**	,563**	GV2_F2	Pearson Correlation	,683**	1	,510**	,564*
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000		Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	86	86	86	86		N	86	86	86	86
GV3_A2	Pearson Correlation	,682**	,584**	1	,484**	GV3_F2	Pearson Correlation	,707**	,510**	1	,567*
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000		Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	86	86	86	86		N	86	86	86	86
GV4_A2	Pearson Correlation	,761**	,563**	,484**	1	GV4_F2	Pearson Correlation	,643**	,564**	,567**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000			Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	86	86	86	86		N	86	86	86	86

Từ bảng kiểm tra mức độ tương quan giữa việc chấm điểm các bài thi của bốn giáo viên chúng ta thấy hệ số tương quan đều ở mức độ rất mạnh ($> 0,5$), chứng tỏ việc đánh giá của các giám khảo là có độ tin cậy cao. Như vậy, ta có thể sử dụng điểm trung bình các bài chấm của giáo viên để đánh giá kết quả học sinh.

*** Kết quả EpoC trước tác động**

Để kiểm tra sự tương đương về tiềm năng sáng tạo của hai lớp, chúng tôi đã tổ chức cho học sinh tiến hành bài thi EpoC. Từ bảng số liệu thu được, chúng tôi thấy hệ số p trong 2 bài thi thi tư duy khám phá phân kì và tư duy tích hợp hội tụ giữa hai lớp lần lượt là $p = 0,496 > 0,05$, nên có thể kết luận không có khác biệt về điểm bài thi phân kì A1 của 2 lớp A và B cũng như $p = 0,832 > 0,05$ nên không có khác biệt về điểm bài thi hội tụ F1 của 2 lớp A và B trước tác động (Bảng 3).

Bảng 3. Bảng phân tích kết quả ttest bài kiểm tra EPoC đầu vào từ phần mềm SPSS Group Statistics

	TD	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TB_A1	0	42	4,09	1,227	,189
	1	44	3,80	1,059	,160
TB_F1	0	42	3,99	1,203	,186
	1	44	3,88	1,156	,174

Independent Samples Test

		<i>Levene's Test for Equality of Variances</i>		<i>t-test for Equality of Means</i>						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
TB_A1	Equal variances assumed	,469	,496	1,168	84	,246	,288	,247	-,203	,770
	Equal variances not assumed			1,164	80,983	,248	,288	,248	-,205	,781
TB_F1	Equal variances assumed	,045	,832	,468	84	,641	,119	,254	-,387	,625
	Equal variances not assumed			,468	83,371	,641	,119	,255	-,387	,625

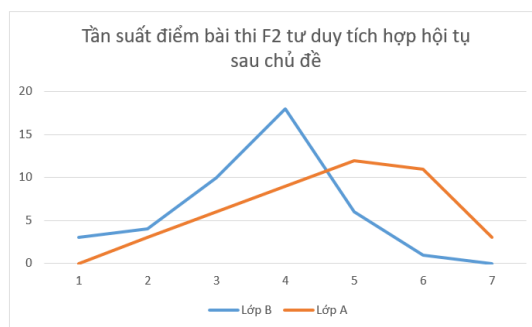
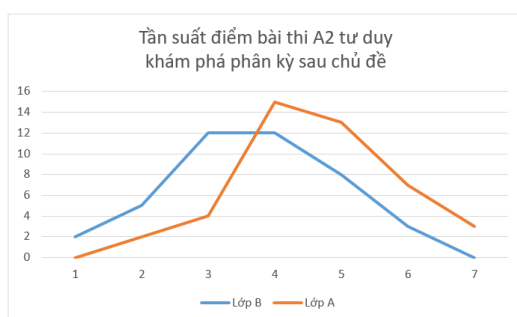
*** Kết quả EpoC sau tác động**

Để so sánh sự phát triển tiềm năng sáng tạo của nhóm đối chứng và nhóm thực nghiệm, chúng tôi so sánh giá trị trung bình của của bài thi EpoC của từng nhóm trước và sau tác động. Kết quả thu được như trong Bảng 4.

Kết quả so sánh trung bình theo cặp T-test có giá trị $p < 0,05$ chứng tỏ có sự khác biệt về điểm số giữa 2 lớp A và B ở cả bài A2 và F2. Mà, $mean < 0$ chứng tỏ, điểm lớp A cao hơn điểm lớp B.

Bảng 4. Kiểm định Ttest so sánh giá trị trung bình bài sau tác động của lớp đối chứng và lớp thực nghiệm Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	LopB_A2 – LopA_A2	-,44643	1,43193	,22095	-,89265	-0,0021	-2,020	41	,050
Pair 2	LopB_F2 – LopA_F2	-1,65476	1,47433	,22749	-2,11419	-1,19533	-7,274	41	,000



Hình 2. Đồ thị tần suất điểm bài thi sau tác động của lớp đối chứng (B) và lớp thực nghiệm (A)

Một so sánh khác trực quan hơn đó là dựa vào biểu đồ tần suất điểm các bài thi sau tác động F2, A2 sau khi kết thúc chủ đề giữa hai lớp (hình 2) cho thấy: tần suất xuất hiện điểm từ 1 đến 3 của lớp đối chứng (lớp B) nhiều hơn lớp thực nghiệm (lớp A); tần suất xuất hiện điểm từ 4 trở lên của lớp thực nghiệm cao hơn. Như vậy, lớp thực nghiệm có xu hướng đạt điểm cao hơn lớp đối chứng. Tức là, sau khóa học, các học sinh lớp thực nghiệm (có học tập với TRIZ) có xu hướng đạt điểm cao hơn các học sinh lớp đối chứng (không học tập với TRIZ).

Bảng 5. So sánh giá trị trung bình các bài thi EpoC trước và sau tác động Paired Samples Test

		Paired Differences					<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i> (2-tailed)
		<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>Std. Error Mean</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>				
					Lower	Upper			
Pair 4	LopA_F1 – LopA_F2	,27976	1,13723	,17548	-,07462	,63415	1,594	41	,119

Pair 4	LopA_F1 – LopA_F2	,22024	1,07522	,16591	-,11483	,55530	1,327	41	,192
Pair 4	LopA_F1 – LopA_F2	-,56250	1,15150	,17359	-,91259	-,21241	-3,240	43	,002
Pair 4	LopA_F1 – LopA_F2	-,37500	1,04895	,15813	-,69391	-,05609	-2,371	43	,022

Bảng phân tích so sánh giá trị trung bình của bài kiểm tra trước và sau tác động của từng bài thi của nhóm đối chứng và nhóm thực nghiệm (Bảng 5), cụ thể như sau: cặp 1: so sánh điểm A1 với A2 của lớp đối chứng; cặp 2: so sánh điểm F1 với F2 của lớp đối chứng; cặp 3: so sánh điểm A1 với A2 của lớp thực nghiệm; cặp 4: so sánh điểm F1 với F2 của lớp thực nghiệm. Kết quả cặp 1 và cặp 2 có $p = 0,119 > 0,05$ và $p = 0,192 > 0,05$ nên không có sự khác biệt về điểm số bài A1 với A2 và bài F1 với F2 của lớp đối chứng. Kết quả cặp 3,4 đều cho giá trị $p < 0,05$ nên điểm bài thi lớp A có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, điểm bài thi sau A2, F2 tốt hơn điểm bài thi trước A1, F1.

2.7.2. Thảo luận

Điểm bài kiểm tra năng lực sáng tạo khoa học EPoC của lớp thực nghiệm sau tác động có xu hướng đạt điểm cao hơn lớp đối chứng cả về bài tư duy khám phá phân kỳ và bài tư duy hội tụ. So sánh điểm số trước và sau tác động của từng học sinh, lớp thực nghiệm, thành tích của các học sinh được cải thiện; lớp đối chứng chỉ có một vài học sinh trong nhóm đạt thấp có tăng điểm số, tuy nhiên đều thấp hơn điểm 4 (mức trung bình). Như vậy, có thể thấy rằng thông qua việc vận dụng TRIZ trong chủ đề tích hợp STEM, học sinh có thể phát triển năng lực sáng tạo.

Phương pháp luận sáng tạo TRIZ cùng với bảng ma trận 39×39 chủ yếu đề cập tới các chi tiết, nguyên tắc kỹ thuật nên vận dụng TRIZ trong các chủ đề STEM sẽ phù hợp nhất với các chủ đề mà yêu cầu học sinh phải tạo ra các sản phẩm đòi hỏi yêu cầu kỹ thuật cao, học sinh có nền tảng cơ khí, kỹ thuật sẽ dễ vận dụng hơn.

Đối với 39 thông số kỹ thuật và 40 nguyên tắc (hay thủ thuật) sáng tạo còn chứa rất nhiều thuật ngữ chuyên sâu, nên cần có thêm nhiều nghiên cứu để có thể minh họa bằng hình ảnh, sử dụng ngôn ngữ phù hợp với đối tượng học sinh. Đặc biệt, đối với đối tượng học sinh nhỏ (học sinh tiểu học) có thể bỏ qua bước xác định các mâu thuẫn vật lý, mà chỉ cần sử dụng các nguyên tắc sáng tạo để luyện tập giải quyết các tình huống, rèn luyện trí tượng tưởng, tư duy sáng tạo của học sinh.

3. Kết luận

Nghiên cứu thực nghiệm với nhóm đối chứng và nhóm thực nghiệm cho thấy, thông qua việc tổ chức dạy học chủ đề STEM có vận dụng dụng phương pháp luận sáng tạo, nhất là các bảng ma trận 39×39 đã góp phần phát triển năng lực sáng tạo của học sinh. Năng lực sáng tạo của học sinh lớp thực nghiệm có sự phát triển rõ ràng hơn, thể hiện qua điểm bài thi tiềm năng sáng tạo EPoC của lớp thực nghiệm cao hơn lớp đối chứng với độ chênh lệch có ý nghĩa thống kê cả trong bài thi về tư duy hội tụ và tư duy phân kì.

Năng lực sáng tạo còn cần được đánh giá trong quá trình học sinh thực thi các nhiệm vụ học tập. Do đó các nghiên cứu tiếp theo có thể đi tìm mối tương quan giữa mức độ năng lực sáng tạo trong quá trình thực hiện các nhiệm vụ STEM với điểm bài thi tiềm năng sáng tạo

EPoC. Các nguyên tắc sáng tạo TRIZ cũng có thể tiếp tục được nghiên cứu để đưa vào vận dụng trong tổ chức hoạt động học tập các môn học thuộc lĩnh vực STEM trong trường phổ thông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. Delors, 1996. *Learning: The Treasure Within*.
- [2] OECD, 2013. *The future of education and skills education 2030*.
- [3] N. Tsupros, R. Kohler, and J. Hallinen, 2009. *STEM Education in Southwestern Pennsylvania the missing components*.
- [4] V. B. Nguyễn et al., *Giáo dục STEM trong nhà trường phổ thông*. 2019.
- [5] T. Lubart, C. Pacteau, A. Y. Jacquet, and X. Caroff, 2010. *Children's creative potential: An empirical study of measurement issues*. *Learn. Individ. Differ.*, Vol. 20, No. 4, pp. 388-392.
- [6] E. Rantanen, K., & Domb, 2007. *Simplified TRIZ: New problem solving applications for engineers and manufacturing professionals*. Auerbach Publications.
- [7] J. C. Yan, W. C., & Zhang, 2014. *Research and promotion of application of TRIZ in the equipment manufacturing industry*, *Sci. Technol. Innov.*, Vol. 5, pp. 47-50.
- [8] S.-J. Lou, C.-C. Chung, W.-Y. Dzan, K.-H. Tseng, and R.-C. Shih, 2013. *Effect of Using TRIZ Creative Learning to Build a Pneumatic Propeller Ship while Applying STEM Knowledge*. *Int. J. Eng. Educ.*, Vol. 29, No. 2, pp. 365-379.
- [9] S. Altsuller, G. S., Shulyak, L., & Rodman, 1997. *40 principles: TRIZ keys to innovation*, New York Tech. Innov. Center, Inc.
- [10] L. Mercatelli, F. Tomasi, and M. Masutti, 2009. *Guide on introducing TRIZ at school Based on TETRIS project experience*.
- [11] F. E. Weinert, 2001. *Concept of Competence: A Conceptual Clarification* in "Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundation" (DeSeCo).
- [12] D. Phan, 2007. *Phương pháp luận sáng tạo và đổi mới*.
- [13] T. N. Phạm, 2012. *Tâm lý học sáng tạo*. Nxb Đại học Quốc gia.
- [14] R. . Nickerson, 1999. *Tăng cường tính sáng tạo*. In R.J. Sternberg, *Sách hướng dẫn về tính sáng tạo*. Nhà xuất bản đại học Cambridge.
- [15] M. F. L. L. và R. P. Daniel, 2003. *Sự phát triển tư duy độc lập mang tính đối thoại*. ED 476183, p. 18.
- [16] T. Lubart, *Creativity across cultures*, 1999. In R.J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity*. Cambridge: UK: Cambridge University Press.
- [17] B. Barbot, M. Besançon, and T. Lubart, 2016. *The generality-specificity of creativity: Exploring the structure of creative potential with EPoC*. *Learn. Individ. Differ.*, Vol. 52, pp. 178-187.
- [18] B. Barbot, M. Besançon, and T. Lubart, 2015. *Creative potential in educational settings: its nature, measure, and nurture*. *Educ. 3-13*, Vol. 43, No. 4, pp. 371-381.
- [19] B. Barbot, 2011. *Assessing Creativity in the Classroom*. *Open Educ. J.*, Vol. 4, No. 1, pp. 58-66.
- [20] J. P. Guilford, *Creativity*. *Am. Psychol.*, pp. 444-454.
- [21] V. B. Nguyễn, 2015. *Quy trình xây dựng chủ đề tích hợp về khoa học tự nhiên*. *Tạp chí Khoa học Đại học Sư phạm Hà Nội*, Vol. 60, No. 2, pp. 61-66.

ABSTRACT

Applying TRIZ in STEM education for developing creative competence of students

Nguyen Van Bien and Duong Thi Yen

Faculty of Physics, Hanoi National University of Education

TRIZ (Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch), which in Russian means “The theory of solving creative problems”, has been researched in many national and international studies. In this paper, we apply TRIZ in STEM integrated topic teaching to develop students' creative abilities. In order to carry out the research, we have developed and organized STEM integrated topic teaching with learning activities using innovative TRIZ techniques and conducting empirical research with secondary school students in Hanoi. Creative capacity of the control group and the experimental group was evaluated by the results of the creative potential assessment exam EoC. Experimental results show that there is a significant different between the experimental group and the control group on the potential of creativity development.

Keywords: TRIZ, integrated STEM topic, creative competence, EPoC sciences.