

XÂY DỰNG CÔNG CỤ ĐÁNH GIÁ NĂNG LỰC SÁNG TẠO THIẾT KẾ KỸ THUẬT TRONG GIÁO DỤC STEM

Nguyễn Văn Biên¹, Nguyễn Thị Vân Anh^{1,2}, Đặng Văn Sơn^{3,4}
và Nguyễn Thị Tố Khuyên³

¹*Khoa Vật lí, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*

²*Trường Đại học Văn hóa Nghệ thuật Quân đội, ³Học viện Sáng tạo S³*

⁴*Trung tâm Nano và Năng lượng, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội*

Tóm tắt. Sáng tạo là một năng lực quan trọng của con người trong thế kỉ 21 để đáp ứng những thách thức phức tạp trong tương lai. Mặt khác, sáng tạo đóng vai trò quan trọng trong các bài học STEM (khoa học, công nghệ, kĩ thuật và toán) được xây dựng theo quy trình thiết kế kĩ thuật. Do đó, một công cụ để đánh giá sáng tạo thiết kế kĩ thuật thông qua các bài học STEM là cần thiết. Nghiên cứu của chúng tôi nhằm thiết kế một công cụ tự đánh giá năng lực sáng tạo của học sinh trong thiết kế kĩ thuật thông qua các bài học STEM. Dữ liệu được thu thập từ 160 học sinh trung học phổ thông ở miền Bắc và miền Trung Việt Nam. Để xác định giá trị của thang đo, phân tích độ tin cậy, phân tích nhân tố khám phá (EFA) và phân tích nhân tố khẳng định (CFA) được sử dụng. Kết quả các phân tích cho thấy công cụ có độ tin cậy cao và tính giá trị phù hợp để sử dụng đánh giá sáng tạo. Học sinh có thể tự đánh giá năng lực sáng tạo thiết kế kĩ thuật của bản thân thông qua công cụ này.

Từ khóa: Sáng tạo, sáng tạo thiết kế kĩ thuật, đánh giá năng lực sáng tạo.

1. Mở đầu

Khoa học và công nghệ đang phát triển nhanh chóng, ảnh hưởng trực tiếp lên cuộc sống và hệ thống các nghề nghiệp trong xã hội. Sáng tạo là một trong những yếu tố then chốt để thể hiện chất lượng nhân lực đáp ứng các công việc trong tương lai [1]. Phát huy sự sáng tạo là một yêu cầu rất quan trọng trong các trường học và chương trình giảng dạy [2]. Trong khi đó, chính giáo dục lại có thể nuôi dưỡng hoặc kìm hãm sự sáng tạo [3]. Ở một góc nhìn khác, giáo dục kĩ thuật đóng vai trò rất quan trọng để cung cấp nguồn nhân lực có tư duy sáng tạo, đổi mới và tư duy phê phán cho một quốc gia, góp phần vào sự phát triển bền vững của nền kinh tế [4]. Sáng tạo nên là một bộ phận quan trọng của giáo dục kĩ thuật như mục tiêu đầu ra của sinh viên – lực lượng lao động tương lai [5]. Có thể thấy, dạy học nhằm phát triển năng lực sáng tạo của học sinh là cần thiết để đáp ứng yêu cầu trong công việc của thế kỉ 21 và các bài học liên quan đến kĩ thuật, tạo cơ hội để học sinh phát triển sáng tạo.

Quan điểm tích hợp khoa học, công nghệ, kĩ thuật và toán học (STEM) trở thành xu hướng tại Việt Nam từ năm 2014 đến nay. Chương trình tổng thể ban hành kèm theo Thông tư số

32/2018/TT-BGDĐT ngày 26 tháng 12 năm 2018 của Bộ Giáo dục và Đào tạo cũng khuyến khích dạy học một số chủ đề STEM đối với học sinh THCS và THPT. Các bài học STEM thường được hướng dẫn bằng quy trình thiết kế kỹ thuật (TKKT) nhằm giải quyết các vấn đề thực tiễn [6]. Do đó, bài học STEM cũng hướng đến mục tiêu phát triển sự sáng tạo của học sinh.

Nhiều bài kiểm tra đánh giá năng lực sáng tạo đã xuất hiện từ khoảng những năm 1950 đến nay, ví dụ như bài SI (Structure of the Intellect) tập trung đo lường tư duy phân kì (đưa ra những ý tưởng độc đáo với nhiều phương án, giải pháp cho vấn đề), bài EpoC (Evaluation of Potential Creativity) đo lường cả 2 kiểu tư duy phân kì và hội tụ. Đối với lĩnh vực kỹ thuật, các bài đánh giá tiêu biểu được nhắc đến Owens Creativity Test (1960), Purdur Creativity Test (1959, 1960), Creative Engineering Design Assessment (CEDA) (2008, 2011). Đánh giá sáng tạo Owens được phát triển để đánh giá sự sáng tạo trong lĩnh vực kỹ thuật cơ khí. Người được đánh giá liệt kê các giải pháp có thể cho các vấn đề liên quan đến cơ khí (tư duy phân kì). Độ tin cậy của công cụ này từ 0,38 đến 0,91 và tính giá trị dao động từ 0,6 đến 0,72. Đánh giá sáng tạo Purdue PCT được phát triển bởi Lawshe and Harris cho nhân sự kỹ thuật. Người tham gia được yêu cầu liệt kê càng nhiều cách sử dụng có thể cho một hoặc hai hình dạng được cung cấp. PCT có độ tin cậy tốt (0,86 đến 0,95). Mặc dù là một công cụ có độ tin cậy và tính giá trị cao nhưng nó lại ít được sử dụng trong đánh giá kỹ thuật do công cụ không đánh giá trực tiếp tính độc đáo. Đánh giá sáng tạo TKKT CEDA cung cấp một cách thức đánh giá mới trong TKKT. CEDA được xây dựng dựa trên việc cải thiện các nhược điểm của bài PCT và mô hình tư duy phân kì với các câu hỏi mở của Guilford [7]. CEDA là công cụ duy nhất cho đến nay đánh giá cả việc giải quyết vấn đề và tìm kiếm vấn đề [8]. CEDA cũng đánh giá các thuộc tính của sáng tạo bao gồm: tính lưu loát - số lượng ý tưởng (fluency), tính linh hoạt - nhóm/loại ý tưởng (flexibility), tính độc đáo - tính mới, độc đáo của ý tưởng (originality) và tính hữu ích (useful) [9].

Các công cụ trên đánh giá sáng tạo trong kỹ thuật của học sinh thông qua các bài kiểm tra. Tuy nhiên, trong một số trường hợp với quá trình tác động ngắn, các chỉ số hành vi sáng tạo của học sinh có sự thay đổi nhưng chưa đủ để thay đổi khả năng sáng tạo một sản phẩm nào đó (thường qua các bài kiểm tra). Do đó, nghiên cứu này nhằm thiết kế một công cụ tự đánh giá năng lực sáng tạo của học sinh trong các bài học STEM thông qua mức độ thường xuyên thực hiện các hành vi sáng tạo. Việc xây dựng và phát triển công cụ dựa trên các thuộc tính của sáng tạo và quy trình thiết kế kỹ thuật.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Năng lực sáng tạo

Tổ chức phi chính phủ P21 (The Partnership for 21st Century Learning) đưa sáng tạo và đổi mới (Creativity and innovation) là một trong những kỹ năng cần thiết của thế kỷ 21. Chương trình tổng thể ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT cũng xác định rõ năng lực giải quyết vấn đề và sáng tạo là một trong ba năng lực chung cần hình thành và phát triển cho học sinh. Sáng tạo là hoạt động quan trọng nhất trong tất cả các hoạt động của con người. Những ngôi nhà và văn phòng có đầy đủ đồ nội thất, các thiết bị cùng nhiều tiện ích là sản phẩm của sáng tạo [10]. Có thể thấy, sáng tạo là năng lực cần thiết trong nhiều lĩnh vực như quảng cáo, âm nhạc, hội họa, văn học và nhất là lĩnh vực kỹ thuật. Tờ báo thiết kế (Design News, 2007) cho biết 65% kỹ sư trong các ngành cơ khí, ứng dụng, công ty kỹ thuật sản xuất đồng ý rằng kỹ sư ngày nay cần sáng tạo và đổi mới để cạnh tranh toàn cầu [11].

Có rất nhiều quan điểm về sáng tạo và khái niệm này đã và đang nhận được sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu trong những năm gần đây. Sáng tạo là khả năng tạo ra những sản phẩm độc đáo phù hợp với bối cảnh, đáp ứng được các hạn chế của nhiệm vụ [12]. Sáng tạo là độc đáo, là hữu ích hoặc phù hợp với tình huống thực tiễn và phải được đưa vào sử dụng trong

thực tế [13]. Tư duy sáng tạo đề cập đến cách con người tiếp cận các vấn đề hiện tại và đưa ra giải pháp [14]. Sáng tạo là việc tạo ra những ý tưởng mới và độc đáo [15]. Sáng tạo có thể được coi là quá trình tiến tới cái mới, là năng lực tạo ra cái mới, sáng tạo được đánh giá trên cơ sở sản phẩm mới, độc đáo và có giá trị [16]. Sáng tạo là hoạt động tạo ra bất kỳ cái gì có đồng thời tính mới và tính ích lợi. Cụm từ “bất kỳ cái gì” cho thấy kết quả sáng tạo cũng như hoạt động sáng tạo có thể có ở bất kỳ lĩnh vực nào của thế giới vật chất và thế giới tinh thần miễn “cái gì” đó có đồng thời tính mới và tính ích lợi. Nếu chỉ thỏa mãn một trong hai thì không được coi là sáng tạo [17].

Trong TKKT, sáng tạo được xác định khi học sinh đưa ra những giải pháp kỹ thuật mới, phù hợp, có giá trị hoặc hữu dụng [18]. Sáng tạo bao gồm tính độc đáo (tính mới) và tính hữu ích (khả năng áp dụng vào thực tiễn) [19, 20]. Sáng tạo kỹ thuật là quá trình tạo ra sáng chế được công nhận và được ứng dụng để sản xuất ra các công cụ cho cuộc sống con người [16]. Sáng chế có thể được xem là thiết bị, dụng cụ hay quá trình tạo ra sản phẩm sau khi nghiên cứu và thử nghiệm. Sản phẩm được công nhận là sản phẩm sáng chế khi nó có tính mới và tính hữu dụng. Các kỹ sư không chỉ giải quyết vấn đề về thẩm mỹ như các họa sĩ mà họ còn phải đưa ra giải pháp ngăn ngừa các vấn đề tiềm ẩn, giải quyết vấn đề dựa trên các hạn chế và thông số kỹ thuật. Hơn nữa, một khía cạnh khác trong sáng tạo kỹ thuật là sáng tạo chức năng, là một kiểu sáng tạo liên quan đến sản phẩm như hệ thống thông tin trong kinh doanh, một quy trình dịch vụ, kỹ thuật hoặc phương pháp (quy trình sản xuất, quy trình kiểm soát, dịch vụ hậu cần) [21].

Năng lực là một cấu trúc tâm lý của nhân cách phù hợp với những yêu cầu đòi hỏi đặc trưng của từng loại hoạt động, làm cho hoạt động đạt kết quả cao trong những điều kiện nhất định. Năng lực gắn liền với hoạt động, được hình thành và phát triển qua hoạt động. Năng lực được tính bằng hiệu quả của hoạt động, không đạt hiệu quả cao thì không thể gọi là có năng lực [22]. Năng lực là thuộc tính cá nhân được hình thành, phát triển nhờ tố chất sẵn có và quá trình học tập, rèn luyện, cho phép con người huy động tổng hợp các kiến thức, kỹ năng và các thuộc tính cá nhân khác như hứng thú, niềm tin, ý chí,... thực hiện thành công một loại hoạt động nhất định, đạt kết quả mong muốn trong những điều kiện cụ thể [23].

Dựa vào định nghĩa về năng lực và các quan điểm về sáng tạo, chúng tôi định nghĩa năng lực sáng tạo TKKT như sau: Năng lực sáng tạo TKKT là khả năng huy động tổng hợp các kiến thức, kỹ năng và các thuộc tính cá nhân để thực hiện thành công một hoạt động tạo ra sản phẩm mới, độc đáo giải quyết được vấn đề một cách hiệu quả, đáp ứng được yêu cầu và những hạn chế của kỹ thuật (bối cảnh cụ thể, kinh tế, môi trường, đạo đức).

Đặc trưng của sáng tạo là các thuộc tính, các thuộc tính không tách rời nhau mà chúng liên quan mật thiết, tác động qua lại lẫn nhau, bổ sung cho nhau.

Guilford cho rằng sáng tạo bao gồm các đặc điểm: tính lưu loát (khả năng tạo ra số lượng lớn ý tưởng hoặc giải pháp vấn đề), tính linh hoạt (khả năng đồng thời đề xuất nhiều cách tiếp cận cho một vấn đề cụ thể), tính độc đáo (khả năng tạo ra những ý tưởng mới, độc, lạ), tính chi tiết (khả năng hệ thống hóa và sắp xếp các chi tiết của một ý tưởng trong đầu và thực hiện nó) [24].

Sáng tạo bao gồm cả tư duy phân kỳ (tạo ra nhiều ý tưởng, giải pháp cho một vấn đề) và tư duy hội tụ (lựa chọn một ý tưởng, giải pháp độc đáo) [25].

Sáng tạo kỹ thuật bao gồm cả tư duy hội tụ và tư duy phân kỳ [26], ngoài ra đánh giá sáng tạo cũng có thể thông qua đánh giá các thuộc tính của sáng tạo: tính lưu loát (fluency), tính linh hoạt (flexibility), tính độc đáo (originality) và tính hữu ích (useful) [9].

Có nhiều quan điểm về thuộc tính của sáng tạo, chúng tôi cho rằng để học sinh phổ thông tự đánh giá năng lực của bản thân bằng mức độ thường xuyên thực hiện các hành vi thì sáng tạo kỹ thuật thể hiện rõ ràng ở tính linh hoạt, tính lưu loát, tính độc đáo và tính chi tiết qua các bài học STEM. Tính hữu ích sẽ được bộc lộ trong thiết kế, trong mô tả thiết kế, thông qua các vấn đề đã giải quyết như liệt kê được nhiều đối tượng sử dụng, phát hiện những chức năng mới và thường được đánh giá bởi chuyên gia do đó chúng tôi không lựa chọn tính hữu ích khi xây dựng

công cụ để học sinh tự đánh giá. Trong cuốn Giáo trình tâm lí học sáng tạo đã cụ thể hóa các thuộc tính của sáng tạo gồm: tính độc đáo, tính thành thực, tính mềm dẻo, tính chi tiết (hoàn thiện), tính nhạy cảm vấn đề (Bảng 1) [16].

Bảng 1. Các thuộc tính của sáng tạo

Thuộc tính	Chỉ báo đánh giá
Tính độc đáo (originality)	Là sự hiếm lạ của câu trả lời, giải pháp, tính chất được phát hiện so với tổng số câu trả lời, giải pháp, tính chất được đưa ra
Tính thành thực (fluency)	Là số lượng các ý tưởng, giải pháp được đưa ra hay các thuộc tính được phát hiện.
Tính mềm dẻo (flexibility)	Là số lượng các nhóm câu trả lời, các thuộc tính, giải pháp được phát hiện, tạo dựng
Tính chi tiết, hoàn thiện (elaboration)	Là số lượng các ý tưởng chi tiết, cụ thể được ghi nhận
Tính nhạy cảm vấn đề (problem sensibility)	Là số lượng vấn đề, tình huống, bất ổn được phát hiện hay nghi ngờ

Đại học Kỹ thuật và khoa học ứng dụng thuộc đại học Colorado Boulder kết hợp với Quỹ khoa học Quốc gia (NSF) đã đưa ra quy trình thiết kế kỹ thuật (TKKT) trên trang teachengineering.org bao gồm các bước: xác định sự cần thiết, nghiên cứu vấn đề, phát triển các giải pháp khả dĩ, lựa chọn một giải pháp khả thi, chế tạo sản phẩm mẫu, thử nghiệm và đánh giá sản phẩm mẫu, cải tiến. Dựa trên quy trình thiết kế kỹ thuật này và thuộc tính về sáng tạo, chúng tôi xây dựng công cụ tự đánh giá năng lực sáng tạo cho HS gồm 17 chỉ số hành vi được phân theo các nhóm thuộc tính của sáng tạo: lưu loát (LL), linh hoạt (LH), độc đáo (DD), chi tiết (CT). Bảng cách xem xét thuộc tính nào của sáng tạo được thể hiện trong từng bước của quy trình TKKT (Bảng 2), mỗi thuộc tính chúng tôi coi là một thành tố của năng lực sáng tạo. Ví dụ: Trong bước xác định sự cần thiết thì tính lưu loát thể hiện ở hành vi “liệt kê nhiều vấn đề có thể giải quyết”, tính linh hoạt thì lại được thể hiện bằng cách “xác định vấn đề giải quyết được theo nhiều cách tiếp cận, góc độ, phương diện” còn “nhận ra các vấn đề mới, bất cập” lại thể hiện tính độc đáo.

Bảng 2. Thuộc tính của sáng tạo thể hiện trong từng bước của quy trình thiết kế kỹ thuật

Các bước của quy trình thiết kế kỹ thuật	Thuộc tính của sáng tạo			
	Lưu loát	Linh hoạt	Độc đáo	Chi tiết
Xác định sự cần thiết	LL4	LH3	DD1	
Nghiên cứu vấn đề		LH5	DD2	
Phát triển các giải pháp có thể	LL1, LL3	LH1	DD3	
Lựa chọn một giải pháp khả thi	LL2	LH2, LH4		CT1, CT2
Chế tạo sản phẩm mẫu				CT3
Thử nghiệm và đánh giá				CT5
Cải tiến				CT4

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Công cụ tự đánh giá năng lực sáng tạo bao gồm 4 thành tố: lưu loát, linh hoạt, độc đáo, chi tiết. Sau khi xây dựng nhóm gồm 17 chỉ số hành vi dạng Likert bao gồm một câu mô tả hành vi và một cụm năm phản hồi tùy chọn. Chúng tôi mời 2 chuyên gia về kỹ thuật để đánh giá sự phù hợp của mỗi câu mô tả. Các mục bị đánh giá không giá trị đã bị xóa hoặc thay thế, những mục chưa rõ ràng được sửa đổi. Ngôn từ được xem xét để đảm bảo sự phù hợp với học sinh phổ thông (Bảng 3).

- Thành tố “Lưu loát” gồm 4 chỉ số hành vi.
- Thành tố “Linh hoạt” gồm 5 chỉ số hành vi.
- Thành tố “Độc đáo” gồm 3 chỉ số hành vi.
- Thành tố “Chi tiết” gồm 5 chỉ số hành vi.

Bảng 3. Công cụ tự đánh giá năng lực sáng tạo thiết kế kỹ thuật

(Các mức độ ghi trong Bảng 3: 1- Không bao giờ; 2- Hiếm khi; 3- thỉnh thoảng; 4- Thường xuyên; 5- Luôn luôn)

Thuộc tính của sáng tạo	Nội dung	Mức độ 1	Mức độ 2	Mức độ 3	Mức độ 4	Mức độ 5
LL1	Tôi đưa ra <i>nhiều</i> ý tưởng thiết kế dựa trên một cơ sở khoa học đã học hoặc tìm hiểu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LL2	Tôi sử dụng <i>nhiều</i> nguyên vật liệu khác nhau (VD: que tre, đũa tre, ...) trong thiết kế của tôi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LL3	Tôi liệt kê <i>nhiều</i> đối tượng sử dụng thiết kế/sản phẩm của tôi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LL4	Tôi liệt kê <i>nhiều</i> vấn đề mà thiết kế/sản phẩm của tôi giải quyết được	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LH1	Tôi đưa ra <i>nhiều</i> ý tưởng thiết kế khác biệt nhau để giải quyết vấn đề kỹ thuật theo <i>nhiều</i> cách tiếp cận, <i>nhiều</i> góc độ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LH2	Tôi sử dụng <i>nhiều nhóm</i> nguyên vật liệu khác nhau (VD: kim loại, gỗ, nhựa...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LH3	Tôi xác định <i>vấn đề</i> mà thiết kế/sản phẩm của tôi giải quyết được theo <i>nhiều</i> cách tiếp cận, <i>nhiều</i> góc độ, phương diện	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LH4	Tôi liệt kê được <i>nhiều nhóm</i> đối tượng sử dụng thiết kế/sản phẩm của tôi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LH5	Tôi tìm kiếm (hỏi những người có chuyên môn, hoặc khảo sát...) và sử dụng các thông tin <i>phản hồi/phê bình để sửa đổi, cải tiến</i> mô hình.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DD1	Tôi nhận ra được các <i>vấn đề mới, bất cập</i> trong các sản phẩm đã có hoặc trong cuộc sống	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DD2	Tôi phát hiện ra những <i>chức năng mới</i> của các sản phẩm/thiết kế đã có	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DD3	Tôi đưa ra các <i>giải pháp mới, hiếm, lạ</i> dựa trên sự kết hợp giữa kinh nghiệm và kiến thức khoa học	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CT1	Tôi <i>lựa chọn một ý tưởng</i> thiết kế khả thi, sáng tạo, độc đáo dựa trên các phân tích, đánh giá của bản thân hoặc người có chuyên môn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CT2	Tôi cụ thể hóa ý tưởng của mình bằng <i>bản vẽ kỹ thuật</i> (ghi rõ các thông số kỹ thuật về kích thước, nguyên vật liệu, hình dáng....)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CT3	Tôi xây dựng mô hình vật chất và thử nghiệm mô hình đó	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CT4	Tôi <i>nghĩ các cách</i> để sửa đổi, cải tiến mô hình tốt hơn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CT5	Tôi xem xét mô hình/sản phẩm của tôi đã đạt được mục đích và các yêu cầu thiết kế chưa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Có 224 học sinh lớp 10, 11 được lựa chọn từ 13 trường THPT ở miền Bắc và miền Trung Việt Nam tham gia thử nghiệm. Chúng tôi thu được 160 phản hồi trả lời đầy đủ tất cả 17 câu. Các số liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm SPSS 25 cho Windows. Các chỉ số hành vi (biến quan sát) được đánh giá dựa trên kết quả phân tích. Phân tích nhân tố khám phá EFA để rút ra các nhân tố, nghiên cứu sử dụng phương pháp trích Principal axis factoring với phép xoay Varimax. Độ tin cậy (hệ số Cronbach's Alpha), phân tích nhân tố khẳng định CFA để đánh giá sự phù hợp của công cụ.

2.3. Kết quả và thảo luận

Sau khi phân tích EFA, chúng tôi thu được 2 thành tố của năng lực thay vì 4 thành tố như ban đầu (Bảng 4). Nhận thấy các chỉ số hành vi tuân theo quá trình sáng tạo, chúng tôi đặt lại tên các thành tố là xây dựng ý tưởng và hoàn thiện ý tưởng. Thành tố “Xây dựng ý tưởng” gồm 3 chỉ số hành vi: XDYT1 (LL3), XDYT2 (LL4), XDYT3 (LH2). Thành tố “Hoàn thiện ý tưởng” gồm 10 chỉ số hành vi: HTYT1 (LH3), HTYT2 (LH5), HTYT3 (DD1), HTYT4 (DD2), HTYT5 (DD3), HTYT6 (CT1), HTYT7 (CT2), HTYT8 (CT3), HTYT9 (CT4), HTYT10 (CT5). Khi đó, công cụ bao gồm tổng cộng 13 chỉ số hành vi: xây dựng ý tưởng gồm 4 chỉ số hành vi và hoàn thiện ý tưởng gồm 10 chỉ số hành vi được đánh giá dưới dạng thang Likert trong đó học sinh lựa chọn câu trả lời phù hợp nhất. Thang Likert gồm 5 mức: Mức 1 = Không bao giờ, mức 2 = Hiếm khi, mức 3 = thỉnh thoảng, mức 4 = Thường xuyên, mức 5 = Luôn luôn. Điểm trung bình của chỉ số hành vi thể hiện mức năng lực sáng tạo thiết kế kỹ thuật, điểm trung bình càng cao thì tính sáng tạo càng cao. Công cụ này được thiết kế để đánh giá cá nhân, thời gian học sinh hoàn thành tất cả câu hỏi khoảng 10 - 15 phút (Bảng 4).

Bảng 4. Công cụ tự đánh giá năng lực sáng tạo thiết kế kỹ thuật đã sửa đổi
(Các mức độ ghi trong Bảng 4: 1- Không bao giờ; 2- Hiếm khi; 3- thỉnh thoảng;
4- Thường xuyên; 5- Luôn luôn)

Stt	Nội dung	Mức độ 1	Mức độ 2	Mức độ 3	Mức độ 4	Mức độ 5
1	Tôi liệt kê <i>nhiều</i> đối tượng sử dụng thiết kế/sản phẩm của tôi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Tôi liệt kê <i>nhiều</i> vấn đề mà thiết kế/sản phẩm của tôi giải quyết được	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Tôi sử dụng <i>nhiều nhóm</i> nguyên vật liệu khác nhau (VD: kim loại, gỗ, nhựa...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Tôi xác định <i>các vấn đề</i> mà thiết kế/sản phẩm của tôi giải quyết được theo <i>nhiều</i> cách tiếp cận, <i>nhiều</i> góc độ, phương diện	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Tôi tìm kiếm (hỏi những người có chuyên môn, hoặc khảo sát...) và sử dụng các thông tin <i>phản hồi/phê bình</i> để <i>sửa đổi, cải tiến</i> mô hình.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Tôi nhận ra được các <i>vấn đề mới, bất cập</i> trong các sản phẩm đã có hoặc trong cuộc sống	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Tôi phát hiện ra những <i>chức năng mới</i> của các sản phẩm/thiết kế đã có	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Tôi đưa ra <i>giải pháp mới, hiếm, lạ</i> dựa trên sự kết hợp giữa kinh nghiệm và kiến thức khoa học	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Tôi <i>lựa chọn một</i> ý tưởng thiết kế khả thi, sáng tạo, độc đáo dựa trên các phân tích, đánh giá của bản thân hoặc người có chuyên môn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Tôi cụ thể hóa ý tưởng của mình bằng <i>bản vẽ kỹ thuật</i> (ghi rõ các thông số kỹ thuật về kích thước, nguyên vật liệu, hình dáng....)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Tôi xây dựng mô hình vật chất và thử nghiệm mô hình đó	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Tôi <i>nghĩ các cách</i> để sửa đổi, cải tiến mô hình tốt hơn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Tôi xem xét mô hình/sản phẩm của tôi đã đạt được mục đích và các yêu cầu thiết kế chưa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Độ tin cậy của thang đo được đánh giá thông qua 3 chỉ số: hệ số Cronbach's Alpha, độ tin cậy tổng hợp (CR) và phương sai trích (AVE). Hệ số Cronbach's Alpha của toàn bộ thang là $0,92 > 0,6$ (Bảng 5) đối với thành tố xây dựng ý tưởng và hoàn thiện ý tưởng lần lượt là $0,78$ và $0,919 > 0,6$ (Bảng 5) và các chỉ số hành vi đều có tương quan biến tổng $> 0,3$ cho thấy công cụ có độ tin cậy cao [27]. Độ tin cậy tổng hợp (Composite reliability) của thành tố “Xây dựng ý tưởng” và “Hoàn thiện ý tưởng” lần lượt là $0,778$ và $0,915$, lớn hơn $0,5$ đảm bảo tính nhất quán của tập hợp các chỉ số hành vi trong một thành tố [28]. Phương sai trích của mỗi thành tố cũng lớn hơn $0,5$, cụ thể phương sai trích của thành tố “Xây dựng ý tưởng” là $0,540$ và phương sai

trích của thành tố “Hoàn thiện ý tưởng” là 0,520 [29]. Dựa vào các kết quả đã phân tích ở trên, chúng tôi nhận thấy thang đo với 2 thành tố “Xây dựng ý tưởng” và “Hoàn thiện ý tưởng” có độ tin cậy cao.

Bảng 5. Tổng hợp kết quả phân tích CFA

Tiêu chí	Kết quả	Đánh giá
Tiêu chuẩn phù hợp sơ bộ		
Không có sai số phương sai âm	Tất cả đều dương	Phù hợp
Tất cả sai số phương sai đều có ý nghĩa	Tất cả đều có ý nghĩa	Phù hợp
Tương quan giữa các biến khác +1 hoặc -1	0,694	Phù hợp
Hệ số tải nhân tố từ 0,50 đến 0,95	0,572 - 0,837	Phù hợp
Sai số chuẩn	0,135 - 0,168	
Tổng thể mô hình phù hợp		
1. Absolute fit criteria		
χ^2	118,937*	Không phù hợp
χ^2/df is < 5	1,982	Phù hợp
RMR < 0,05	0,076	Không phù hợp
RMSEA < 0,08 (excellent if < 0,05; good if < 0,08)	0,079	Phù hợp
GFI > 0,90	0,901	Phù hợp
AGFI > 0,90	0,850, gần bằng 0,9	Chấp nhận được
2. Incremental fit criteria		
NFI > 0,90	0,901	Phù hợp
RFI > 0,90	0,871, gần bằng 0,90	Chấp nhận được
IFI > 0,90	0,948	Phù hợp
TLI > 0,90	0,932	Phù hợp
CFI > 0,90	0,948	Phù hợp
3. Parsimonious fit criteria		
PGFI > 0,50	0,704	Phù hợp
PNFI > 0,50	0,693	Phù hợp
PCFI > 0,50	0,729	Phù hợp
Tính nhất quán nội bộ		
Ước lượng tham số có ý nghĩa thống kê	t từ 1,000 tới 14,000	Phù hợp
SMC > 0,5	SMC từ 0,441 đến 0,678	Chấp nhận được
AVE > 0,50	0,540 và 0,520	Phù hợp
CR > 0,60	0,778 và 0,915	Phù hợp

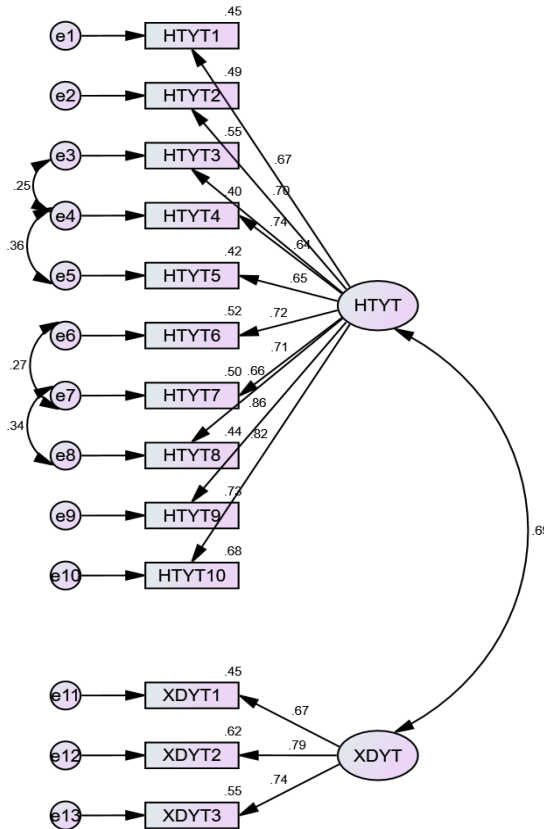
Kết quả phân tích CFA trên Amos (được tóm tắt trong Bảng 5) cho thấy Chi-square = 118,937, $p = 0 < 0,05$ do đó mô hình và dữ liệu không tương quan. Tuy nhiên, các chỉ số khác cho thấy CMIN/df = 1,982 (< 3), RMSEA = 0,079 ($< 0,08$), GFI = 0,901 ($> 0,9$) do đó có thể thấy mô hình có sự phù hợp tuyệt đối (Absolute fit) chấp nhận được [30].

Các chỉ số khác của mô hình phù hợp tăng dần: AGFI = 0,850 (gần bằng 0,9), CFI = 0,948 ($> 0,9$), TLI = 0,932 ($> 0,9$) sự phù hợp tăng dần (Incremental fit) tốt [31].

Giá trị AIC và CAIC của mô hình lí thuyết thấp hơn mô hình bão hòa và mô hình độc lập (Bảng 5). Hơn nữa, các chỉ số rút gọn PGFI, PNGI, PCFI lần lượt là 0,704, 0,693, 0,729 lớn hơn 0,5 do đó sự phù hợp chi tiết (Parsimonious fit) được thỏa mãn [30].

Cuối cùng, chúng tôi phân tích sự nhất quán của các chỉ số hành vi trong mô hình khi mô hình lí thuyết phù hợp với dữ liệu. SMC (Squared multiple correlation) của các biến quan sát từ 0,441 đến 0,678 (Bảng 5). SMC của 13 chỉ số hành vi ở mức 0,5 chứng tỏ các biến tiềm ẩn được giải thích bởi các biến quan sát. Phương sai trích của các biến tiềm ẩn đều lớn hơn 0,5 chỉ ra rằng các biến tiềm ẩn có thể giải thích các biến quan sát. Độ tin cậy của các biến tiềm ẩn đều lớn hơn 0,6 có nghĩa là các chỉ số hành vi (biến quan sát) có tương quan cao trong mỗi thành tố.

Kết quả phân tích trên chỉ ra rằng các thông số ước tính trong công cụ không làm biến động các tiêu chí cơ bản của mô hình. Ngoài ra, mô hình lí thuyết được củng cố bởi dữ liệu thực tế và có sự phù hợp tuyệt đối (Absolute fit) chấp nhận được; sự phù hợp tăng dần (Incremental fit) tốt; sự phù hợp chi tiết (Parsimonious fit) thỏa mãn. Như vậy mô hình lí thuyết của năng lực sáng tạo thiết kế kỹ thuật phù hợp tốt.



Hình 1. Mô hình SEM

3. Kết luận

Chúng tôi đã phát triển và chuẩn hóa công cụ tự đánh giá năng lực sáng tạo thiết kế kỹ thuật cho học sinh phổ thông. Công cụ sau khi chỉnh sửa bao gồm 2 thành tố của năng lực sáng tạo thiết kế kỹ thuật bao gồm: xây dựng ý tưởng và hoàn thiện ý tưởng, được đánh giá dưới dạng thang Likert (5 mức độ) trong đó học sinh lựa chọn câu trả lời phù hợp nhất. Học sinh hoàn thành tất cả câu hỏi trong công cụ khoảng từ 10 - 15 phút. Điểm trung bình của tất cả các chỉ số hành vi càng cao thì tính sáng tạo của học sinh càng cao.

Kết quả phân tích độ tin cậy Cronbach's Alpha cho thấy công cụ có độ tin cậy cao đồng thời đảm bảo tính nhất quán của các chỉ số hành vi trong một thành tố. Kết quả phân tích AMOS cho thấy công cụ phù hợp với dữ liệu thực tế. Tóm lại, các kết quả xác minh trên chứng tỏ công cụ có tính nhất quán, đáng tin cậy và phù hợp để sử dụng cho học sinh THPT tự đánh giá năng lực sáng tạo thiết kế kỹ thuật. Công cụ này có thể được sử dụng trong các bài học STEM.

Để tăng tính độ chính xác và thực tiễn cho công cụ này, nghiên cứu cần được triển khai với số lượng mẫu lớn hơn, đồng đều ở cả ba khối lớp 10,11,12 đồng thời mời thêm sự tham gia đánh giá của các chuyên gia giáo dục và giáo viên các trường nhằm đưa ra bộ câu hỏi ngắn gọn, súc tích, đầy đủ và ngôn ngữ phù hợp với học sinh phổ thông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. V. Bøe, E. K. Henriksen, T. Lyons, và C. Schreiner, 2011. *Participation in science and technology: young people's achievement-related choices in late-modern societies*, *Stud. Sci. Educ.*, Vol 47, Số p.h 1, tr. 37-72.
- [2] R. Romeike, 2007. *Applying creativity in CS high school education: criteria, teaching example and evaluation*, *Proceedings of the Seventh Baltic Sea Conference on Computing Education Research-Volume 88*, tr. 87-96.
- [3] W. Burleson, 2005. *Developing creativity, motivation, and self-actualization with learning systems*, *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, Vol. 63, SỐ. p.h 4-5, tr. 436-451.
- [4] R. M. Yasin, R. Mustapha, và A. Zaharim, 2009. *Promoting creativity through problem oriented project based learning in engineering education at Malaysian polytechnics: Issues and challenges*, *Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology*, tr. 253-258.
- [5] I. Chiu và F. A. Salustri, 2010. *Evaluating design project creativity in engineering design courses*, *Proc. Can. Eng. Educ. Assoc.*
- [6] A. Jolly, 2014. *Six Characteristics of a Great STEM Lesson*. [Online]. Available at: https://www.edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ctq_jolly_stem.html.
- [7] J. P. Guilford, 1984. *Varieties of divergent production*. *J. Creat. Behav.*, Vol 18, Số p.h 1, tr 1-10, 1984.
- [8] C. Charyton, R. J. Jagacinski, và J. A. Merrill, 2008. *CEDA: A research instrument for creative engineering design assessment*, *Psychol. Aesthetics, Creat. Arts*, Vol. 2, Số p.h 3, tr. 147.
- [9] C. Charyton và T. Cultures, 2015. *Creativity and Innovation Among Science and Art*.
- [10] D. K. Simonton, 2000. *Creativity: Cognitive, personal, developmental, and social aspects*, *Am. Psychol.*, Vol 55, số p.h 1, tr 151.

- [11] H. Christiaans và K. Venselaar, 2005. *Creativity in design engineering and the role of knowledge: Modelling the expert*, Int. J. Technol. Des. Educ., Vol 15, số p.h 3, tr. 217-236.
- [12] R. J. Sternberg và T. I. Lubart, 1995. *Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity*. Free Press.
- [13] C. Martindale, 1989. *Personality, situation, and creativity*, Handbook of creativity, Springer, tr 211-232.
- [14] T. M. Amabile, 1998. *How to kill creativity*. Vol. 87, Harvard Business School Publishing Boston, MA.
- [15] D. J. Rubenstein, 2000. *Stimulating children's creativity and curiosity: Does content and medium matter?*. J. Creat. Behav., Vol 34, số p.h 1, tr 1-17.
- [16] Phạm Thành Nghị, 2007. *Giáo trình Tâm lý học Sáng tạo*.
- [17] P. Dũng, 2010. *Đổi mới giáo dục và đào tạo*,
- [18] E. M. Fodor và R. A. Carver, 2000. *Achievement and power motives, performance feedback, and creativity*. J. Res. Pers., Vol. 34, số p.h 4, tr 380-396.
- [19] J. J. Shah, S. M. Smith, và N. Vargas-Hernandez, 2003. *Metrics for measuring ideation effectiveness*, Des. Stud., Vol 24, số p.h 2, tr 111-134.
- [20] G. Thompson và M. Lordan, 1999. *A review of creativity principles applied to engineering design*, Proc. Inst. Mech. Eng. Part E J. Process Mech. Eng., Vol 213, số p.h 1, tr 17-31.
- [21] D. Cropley và A. Cropley, 2005. *Engineering creativity: A systems concept of functional creativity*, Creativity across domains, Psychology Press, 187-204.
- [22] Đ. H. Trà, 2012. *Các kiểu tổ chức dạy học hiện đại trong dạy học vật lý ở trường phổ thông*, Nxb Đại học Sư phạm, Hà Nội.
- [23] Bộ GD-ĐT, 2018. *Chương trình Giáo dục phổ thông - Chương trình tổng thể*, tr 37.
- [24] J. P. Guilford, 1976. *Aptitude for creative thinking: one or many?*.
- [25] P. C. Cheung, S. Lau, T. Lubart, D. H. W. Chu, và M. Storme, 2016. *Creative potential of Chinese children in Hong Kong and French children in Paris: A cross-cultural comparison of divergent and convergent-integrative thinking*, Think. Ski. Creat., Vol. 22, tr. 201-211.
- [26] C. Charyton và J. A. Merrill, 2009. *Assessing general Creativity and Creative engineering Design in first year engineering students*. Journal of Engineering Education, Vol. 98, số p.h 2. tr. 145-156.
- [27] J. Nunnally và I. Bernstein, 1994. *Psychometric Theory*, 3rd edn, McGraw-Hill, New York.
- [28] R. E. Schumacker, 2006. *Teacher's Corner: Conducting Specification Searches With Amos*, Struct. Equ. Model., Vol. 13, số p.h 1, tr 118-129.
- [29] J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tatham, và W. C. Black, 1998. *Multivariate data analysis with readings (5nd ed.)*.
- [30] J. F. Hair Jr, W. C. Black, B. J. Babin, và R. E. Anderson, 2010. *Multivariate data analysis (7th edition)*: Pearson Education Inc, New Jersey, USA.
- [31] A. Zainudin, 2012. *A handbook on SEM: Structural equation modelling using amos graphics*, Struct. Equ. Model.

ABSTRACT

Reliability and validity an instrument to assess creative competency in engineering design on stem education

Nguyen Van Bien^{1*}, Nguyen Thi Van Anh^{1,2}, Dang Van Son^{3,4}, Nguyen Thi To Khuyen²

¹*Physics Department, Hanoi National University of Education,*

²*Military University of Culture & Arts,*

³*S³ Academy for Creation,*

⁴*Nano and Energy Centre, VNU-Hanoi University of Science,*

Creativity is an important capability in the 21st century that human beings need to have in order to meet complex future challenges. It also plays an important role in integrated STEM lessons (science, technology, engineering and math) development according to the technical design process. Therefore, it is essential to have a tool to evaluate creativity in the technical design through STEM lessons. Our research aims to design such kind of tool, Data used in this research was collected from 160 high school students in the North and Central of Vietnam. In order to determine the value of the scale, reliability analysis, discovery factor analysis (EFA) and confirmatory factor analysis (CFA) were utilized. The results of the analysis show that the tool has high reliability and appropriate value to use in creativity assessment. By using this tool, students can assess their own creativity in technical design. Further research direction is also proposed in the conclusion section of the article.

Keywords: Creativity competency, engineering design, Likert behavioral indicators.