

PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC THIẾT KẾ KẾ HOẠCH BÀI DẠY THEO MÔ HÌNH 5E TÍCH HỢP TAM GIÁC JOHNSTONE CHO SINH VIÊN SƯ PHẠM HÓA HỌC THEO TIẾP CẬN PBTE: NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM HÀ NỘI

DEVELOPING LESSON PLANNING COMPETENCE BASED ON THE 5E MODEL INTEGRATED WITH JOHNSTONE'S TRIANGLE FOR PRE-SERVICE CHEMISTRY TEACHERS VIA THE PBTE APPROACH: A CASE STUDY AT HANOI NATIONAL UNIVERSITY OF EDUCATION

Phạm Thị Bình⁺,
Lê Huyền Ngọc,
Phạm Thị Nhung,
Nguyễn Thu Huyền,
Dương Kim Trân

Trường Đại học Sư phạm Hà Nội
⁺Tác giả liên hệ • Email: ptbinh@hnue.edu.vn

Article history

Received: 04/5/2026

Accepted: 25/6/2026

Published: 20/9/2026

Keywords

5E model, Johnstone triangle,
lesson plan design, pre-
service chemistry teachers

ABSTRACT

Lesson plan design competence is one of the core professional competencies of teachers, especially in the context of implementing the 2018 General Education Program with a competency-based approach. This study aims to propose a process for developing lesson plan design competence based on the 5E model integrated with the Johnstone triangle using a PBTE approach and to verify the effectiveness of the process on Pre-service Chemistry Teachers at Hanoi National University of Education. Through a theoretical analysis method combined with a semi-experimental approach using pre- and post-design on a group of 49 Chemistry Education students at Hanoi National University of Education, the results show that the proposed process significantly improves students' lesson plan design competence ($p < 0.001$), with a large effect size (Cohen's $d = 0.954$). Improvements were observed in all five phases of the 5E model, with more pronounced increases in the Engage, Explore, and Evaluate phases. Lower scores are achieved in the Explain and Elaborate phases due to the requirement for the ability to switch between levels of chemical representation. The research results provide preliminary empirical evidence for the effectiveness of integrating the Johnstone's triangle into the 5E model in chemistry teacher training using the PBTE approach.

1. Mở đầu

Chương trình giáo dục phổ thông môn Hóa học 2018 xác định năng lực hóa học là năng lực đặc thù, bao gồm ba thành phần: nhận thức hóa học, tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ hóa học và vận dụng kiến thức, kỹ năng đã học (Bộ GD-ĐT, 2018). Để đạt được các yêu cầu cần đạt của ba thành phần này, HS cần hiểu hóa học ở cả ba cấp độ biểu diễn: cấp độ vĩ mô (macroscopic) - các hiện tượng quan sát được; cấp độ hạ vi mô (submicroscopic) - bản chất hạt, cấu trúc và sự tương tác giữa các tiểu phân; cấp độ kí hiệu/biểu diễn (representational/symbolic) - ngôn ngữ biểu diễn hóa học, bao gồm kí hiệu, công thức, phương trình hóa học, nồng độ mol (molarity),... (Johnstone, 1982; Johnstone, 2000). Chương trình giáo dục phổ thông 2018 cũng định hướng tổ chức dạy học theo hướng tìm tòi, khám phá, HS là chủ thể của quá trình nhận thức, đặt ra yêu cầu kép đối với GV, đó là cần nắm vững đặc thù nội dung của môn học khi khai thác các cấp độ biểu diễn và vận dụng phương pháp dạy học phù hợp trong quá trình tổ chức các hoạt động dạy học phát triển năng lực cho HS (Bui và Khuu, 2020). Năng lực thiết kế kế hoạch bài dạy (KHBD) là một kỹ năng nghề nghiệp cốt lõi, đồng thời giữ vai trò quyết định trong chuẩn đầu ra của các chương trình đào tạo GV (König và cộng sự, 2021; Rønneid và Børte, 2026). Việc rèn luyện và làm chủ năng lực này giúp GV tương lai tổ chức hoạt động học tập hiệu quả, là một tiêu chuẩn đánh giá bắt buộc trong các kì thi cấp chứng chỉ giảng dạy (König và cộng sự, 2020).

Trên thế giới, mô hình 5E đã được nghiên cứu rộng rãi trong dạy học các môn Khoa học tự nhiên và được khẳng định là mô hình dạy học hiệu quả để tổ chức học tập theo hướng tìm tòi, khám phá (Bybee và cộng sự, 2006). Tại Việt Nam, nhiều nghiên cứu đã vận dụng mô hình 5E trong dạy học Hóa học và bước đầu chỉ ra sự phù hợp của mô hình này trong việc phát triển năng lực hóa học cho HS (Phạm Thị Bình và Đỗ Thị Hồng, 2021; Vũ Phương Liên và Trần Thị Thu Phương, 2022; Phạm và Nguyen, 2025). Đối với môn Hóa học, tam giác Johnstone đã được thừa nhận rộng rãi như một khung lý thuyết nền tảng, giúp phân tích và cấu trúc nội dung hóa học theo ba cấp độ biểu diễn, từ đó hỗ trợ giảm tải nhận thức cho người học (Johnstone, 2000; Taber, 2013). Tuy nhiên, sự tích hợp có hệ thống giữa mô hình 5E và tam giác Johnstone trong thiết kế KHBD, đặc biệt trong bối cảnh đào tạo GV Hóa học theo tiếp cận dựa trên thực hành (Practice-Based Teacher Education - PBTE) tại Việt Nam vẫn chưa được khai thác. Đây chính là khoảng trống mà nghiên cứu này hướng đến.

Trên cơ sở đó, bài báo hướng đến trả lời ba câu hỏi nghiên cứu: (RQ1) Cách tích hợp tam giác Johnstone vào các pha của mô hình 5E trong thiết kế KHBD môn Hóa học như thế nào? (RQ2) Quy trình phát triển năng lực thiết kế KHBD theo mô hình 5E tích hợp tam giác Johnstone theo tiếp cận PBTE được xây dựng như thế nào? (RQ3) Quy trình đề xuất có hiệu quả trong việc phát triển năng lực thiết kế KHBD cho sinh viên (SV) sư phạm Hóa học hay không? Về đóng góp, bài báo xây dựng khung tích hợp chi tiết các cấp độ tích hợp tam giác Johnstone vào từng pha của mô hình 5E làm khung tham chiếu cho thiết kế quy trình can thiệp và công cụ đánh giá; đề xuất rubric gồm 15 tiêu chí, được đánh giá bước đầu về độ tin cậy và cấu trúc, có tiềm năng nhân rộng tại các cơ sở đào tạo GV Hóa học trong bối cảnh triển khai Chương trình giáo dục phổ thông 2018.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thiết kế và mẫu nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích lý thuyết để xây dựng nội dung tích hợp và quy trình can thiệp; đồng thời áp dụng thiết kế bán thực nghiệm kiểm tra trước - sau trên một nhóm duy nhất để đo lường hiệu quả tác động. Mẫu nghiên cứu gồm 49 SV sư phạm Hóa học K73 tại Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, được lựa chọn có chủ đích dựa trên việc đã hoàn thành học phần Lý luận và Phương pháp dạy học Hóa học cũng như được trang bị kiến thức hóa học cơ bản ở bậc đại học, đảm bảo đủ nền tảng để đo lường sự phát triển năng lực.

2.2. Công cụ và quy trình thu thập dữ liệu

Quy trình can thiệp diễn ra trong 9 tiết học theo 5 bước tiếp cận PBTE (Grossman và cộng sự, 2009) ở cấp độ thiết kế và mô phỏng thực hành. Dữ liệu đánh giá là các bản KHBD của SV ở hai chủ đề thuộc môn Hóa học 12 ("Amine" và "Nguồn điện hóa học" đại diện cho hai dạng bài về chất và cơ sở hóa học chung của môn Hóa học) thu thập trước và sau can thiệp. Năng lực thiết kế KHBD được đo bằng rubric gồm 15 tiêu chí phân bổ theo 5 pha của mô hình 5E (thang 4 mức độ, tổng điểm 15-60). Độ tin cậy và tính khách quan của rubric được kiểm định thông qua hai người đánh giá độc lập trên 26 bản KHBD. Kết quả phân tích bằng phần mềm R (phiên bản 4.5.3), chọn hệ số Gwet's AC2 do có độ ổn định cao hơn khi dữ liệu phân phối lệch. Cronbach's Alpha tổng đạt 0,886; kết quả CFA cho thấy hệ số tải chuẩn hóa của các tiêu chí dao động từ 0,526 đến 0,952 ($p < 0,001$), cung cấp bằng chứng bước đầu về cấu trúc 5 nhân tố của rubric.

2.3. Phân tích dữ liệu

Dữ liệu được xử lý bằng phần mềm IBM SPSS Statistics 27.0.1. Thứ nhất thực hiện kiểm định Kolmogorov-Smirnov xác nhận dữ liệu không có đủ bằng chứng để bác bỏ giả thuyết phân phối chuẩn ($p > 0,05$), làm cơ sở sử dụng phép kiểm định tham số; Paired-samples t-test kiểm định sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của điểm số KHBD trước - sau can thiệp; Cohen's d đo lường mức độ ảnh hưởng của quy trình can thiệp. Thứ hai phân tích theo từng pha: Paired-samples t-test được áp dụng riêng cho từng nhóm tiêu chí của 5 pha, nhằm xác định mức độ cải thiện và cung cấp bằng chứng thực nghiệm trả lời câu hỏi RQ3. Chỉ số N-gain được sử dụng để mô tả mức tăng trưởng chuẩn hóa của từng cá nhân so với dự địa điểm số còn lại; kết quả được diễn giải thận trọng khi điểm ban đầu cao do khả năng xuất hiện hiệu ứng trần.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Cơ sở lý thuyết

3.1.1. Mô hình 5E, tam giác Johnstone và tiếp cận PBTE

Mô hình 5E được phát triển từ 1987, là khung sư phạm chung, dựa trên thuyết kiến tạo, cấu trúc quá trình học tập thành 5 pha: Gắn kết, Khám phá, Giải thích, Mở rộng và Đánh giá (Bybee và cộng sự, 2006; Duran và Duran, 2004). Dạy học theo mô hình 5E giúp HS phát triển được phẩm chất, năng lực, khám phá tri thức và vận dụng những kiến thức đã học vào giải quyết vấn đề thực tiễn; GV không chỉ đơn thuần là người truyền đạt kiến thức mà trở thành

người hướng dẫn cho HS trên con đường khám phá, lĩnh hội tri thức. Hiệu quả của mô hình 5E trong dạy học Hóa học đã được khẳng định qua nhiều nghiên cứu (Polanin và cộng sự, 2024); đặc biệt là trong việc cải thiện tư duy và năng lực tìm hiểu tự nhiên của HS (Ali và cộng sự, 2025; Sotáková và Ganajová, 2023).

Theo Khung lý thuyết tam giác Johnstone do Johnstone (1982, 1991) đưa ra, kiến thức hóa học được xây dựng qua 3 cấp độ biểu diễn: vĩ mô (hiện tượng quan sát được), hạ vi mô (bản chất nguyên tử, phân tử, ion để giải thích vĩ mô) và kí hiệu (công thức, phương trình hóa học). Mỗi quan hệ qua lại giữa 3 cấp độ này đã được hệ thống hóa và chuẩn hóa (Taber, 2013; Talanquer, 2011). Khi HS được đưa vào vùng giao của ba cấp độ mà không có lộ trình dẫn dắt sẽ bị quá tải nhận thức, dẫn đến “học vẹt” hoặc hình thành quan niệm sai lầm (Gabel, 1999; Johnstone, 1991, 2010). Nhiều nghiên cứu cho rằng, HS thường gặp khó khăn trong việc kết nối cấp hạ vi mô với hai cấp còn lại (Gkitzia và cộng sự, 2020; Treagust và cộng sự, 2003). Tuy nhiên, tam giác Johnstone là khung phân tích nội dung, nên cần ghép với một khung sự phạm có tiền trình rõ ràng.

Trong đào tạo GV, tiếp cận PBTE tập trung phát triển năng lực thực thi các hoạt động dạy học cốt lõi (trong đó có năng lực thiết kế KHBD) thông qua 3 thành tố: tái hiện, phân rã và mô phỏng thực hành (Grossman và cộng sự, 2009; Forzani, 2014), giúp SV thu hẹp khoảng cách giữa lí luận sự phạm và thực tiễn thiết kế bài dạy (Jao và cộng sự, 2018; McDonald và cộng sự, 2013).

Ba khung lý thuyết trên chưa được kết nối thành một hệ thống thống nhất trong đào tạo GV Hóa học, đặc biệt chưa có nghiên cứu nào đề xuất cách tích hợp có hệ thống tam giác Johnstone vào từng pha của mô hình 5E - đây là khoảng trống mà nghiên cứu này hướng đến.

3.1.2. Năng lực thiết kế kế hoạch bài dạy

Năng lực thiết kế KHBD thể hiện ở khả năng đáp ứng các yêu cầu nhận thức trong quá trình lập kế hoạch dạy học, bao gồm việc chuyển hóa nội dung dạy học phù hợp với người học, thiết kế nhiệm vụ học tập, điều chỉnh hoạt động dạy học theo đặc điểm HS, xác định mục tiêu học tập, sắp xếp tiến trình dạy học và cấu trúc bài học (König và cộng sự, 2021). Năng lực sự phạm được cấu thành từ các “thực hành cốt lõi” (core practices) (Matsumoto-Royo và Ramírez-Montoya, 2021), trong đó thiết kế KHBD là một năng lực giảng dạy cốt lõi và là chiến lược chuẩn bị quan trọng, giúp GV hình dung rõ nét và định hình tiến trình của bài học.

Có nhiều phương pháp để đánh giá năng lực thiết kế KHBD, trong đó phân tích sản phẩm thiết kế là phương pháp phổ biến nhất (König và cộng sự, 2021). Phương pháp này coi bản KHBD là minh chứng cho các quyết định sự phạm của GV và thường sử dụng các bộ tiêu chí (rubric) chuyên biệt để định lượng chất lượng. Bybee và cộng sự (2006) đưa ra khung hành vi 5E để đánh giá KHBD thông qua các hành vi của GV và HS ở từng pha, bao gồm cả những hành vi phù hợp và không phù hợp với mô hình. Bài báo phát triển rubric đánh giá KHBD theo mô hình có tích hợp tam giác Johnstone từ các mô tả này, đồng thời bổ sung các chỉ báo hành vi thể hiện các cấp độ biểu diễn hóa học.

3.1.3. Tích hợp tam giác Johnstone vào mô hình 5E

(1) Cơ sở của sự tích hợp: Mô hình 5E tổ chức tiến trình học tập từ trải nghiệm cụ thể đến khái quát hóa trừu tượng, nhưng không mang tính đặc thù môn học, không chỉ dẫn GV xử lý những khó khăn nhận thức riêng biệt trong dạy học môn Hóa học (Bybee và cộng sự, 2006; American Chemical Society, 2025), khiến GV tương lai thường lúng túng khi thiết kế bước chuyển tiếp logic giữa pha Khám phá và pha Giải thích (Turan, 2021). Tam giác Johnstone không chỉ đóng vai trò bổ sung ba cấp độ biểu diễn của Hóa học mà còn định hướng và kiểm soát trình tự nhận thức của người học. Theo Johnstone (1991, 2010), việc yêu cầu HS xử lý đồng thời các cấp độ vĩ mô, vi mô và kí hiệu mà không có sự dẫn dắt hợp lí từ vĩ mô đến hạ vi mô và kí hiệu có thể gây quá tải nhận thức (Taber, 2013). Vì vậy, trong dạy học Hóa học, đặc biệt ở pha Giải thích, cần thiết kế hoạt động giúp HS hình thành và rèn luyện lập luận nguyên nhân - kết quả giữa các hiện tượng quan sát được ở mức vĩ mô và mô hình hạt ở mức hạ vi mô, qua đó giải thích được bản chất của hiện tượng hóa học. Đây là dạng tư duy đặc thù của Hóa học (Talanquer, 2011). Như vậy, mô hình 5E đảm nhiệm vai trò tổ chức tiến trình và lộ trình nhận thức của bài học, trong khi tam giác Johnstone định hướng chiều sâu nội dung và mức độ biểu diễn trong từng pha. Sự tương thích giữa hai mô hình này tạo cơ sở khoa học cho việc tích hợp chúng thành một hệ thống dạy học thống nhất.

(2) Nguyên tắc tích hợp tam giác Johnstone vào mô hình dạy học 5E: Nguyên tắc cốt lõi của sự tích hợp là kiểm soát chặt chẽ tải trọng nhận thức bằng cách đi từ cụ thể đến trừu tượng (Johnstone, 1991). Trong đó, mô hình 5E tổ chức lộ trình nhận thức, còn tam giác Johnstone kiểm soát chiều sâu nội dung hóa học. Nguyên tắc này được mô tả thành các định hướng nội dung thiết kế cụ thể cho từng pha như sơ đồ trong bảng 1.

Bảng 1. Nội dung tích hợp tam giác Johnstone vào mô hình 5E

Các pha của mô hình 5E	Vĩ mô: Quan sát hiện tượng	Hạ vi mô: Hạt - Phân tử - Ion	Kí hiệu: Công thức - Phương trình
Pha 1: Gắn kết (Engage) Quan sát hiện tượng, đặt câu hỏi, kết nối kiến thức nền	Trọng tâm: Hiện tượng trực quan, video, thí nghiệm; tạo mâu thuẫn nhận thức	Ø Không đưa vào pha này	Ø Không đưa vào pha này
Pha 2: Khám phá (Explore) Lập giả thuyết, dự đoán, thí nghiệm, thu thập và ghi chép dữ liệu	Trọng tâm: HS thực hiện thí nghiệm, hoặc các hoạt động điều tra khác, thu thập dữ liệu thực nghiệm. GV có sự hỗ trợ khi cần thiết	Ø Không đưa vào pha này	Sơ bộ: Ghi chép số liệu, bảng kết quả; chưa có công thức hay phương trình
Pha 3: Giải thích (Explain) Phân tích bằng chứng, kết nối hiện tượng → khái niệm	Cầu nối: HS trình bày kết quả quan sát được và sử dụng bằng chứng vĩ mô để lập luận	Trọng tâm: Mô hình phân tử, cơ chế, R/3D; GV cung cấp thuật ngữ sau khi HS trình bày	Khái quát hóa: Phương trình phản ứng, công thức cấu tạo
Pha 4: Mở rộng (Elaborate) Vận dụng vào tình huống mới và giải quyết vấn đề	Chuyển đổi đa cấp độ		
	Hiện tượng quan sát trong tình huống mới (Vĩ mô)	Giải thích bản chất hạt của tình huống đó (Hạ vi mô)	Biểu diễn bằng ngôn ngữ hóa học chuẩn (Kí hiệu)
Pha 5: Đánh giá (Evaluate) Thực hiện nhiệm vụ tổng hợp đa cấp độ	Tích hợp - đánh giá đồng thời 3 cấp độ		
	Hiện tượng quan sát trong tình huống mới (Vĩ mô)	Giải thích bản chất hạt của tình huống đó (Hạ vi mô)	Biểu diễn bằng ngôn ngữ hóa học chuẩn (Kí hiệu)

3.2. Phát triển năng lực thiết kế kế hoạch bài dạy theo mô hình 5E tích hợp tam giác Johnstone cho sinh viên sư phạm Hóa học theo tiếp cận PBTE

3.2.1. Xây dựng quy trình can thiệp

Để giải quyết câu hỏi RQ2, dựa trên khung lý thuyết về PBTE của Grossman và cộng sự (2009) và McDonald và cộng sự (2013), chúng tôi xây dựng một quy trình can thiệp triển khai qua 5 bước trong 9 tiết học như sau:

Bước 1 (1,5 tiết): SV được củng cố và xác nhận đã nắm được mô hình 5E, sau đó tự thiết kế bản nháp KHBD theo mô hình này. Mục đích của bước 1 là giúp SV bộc lộ những thói quen thiết kế và lỗ hổng nhận thức ban đầu - đây là điểm khởi đầu để đo lường sự phát triển và cũng là dữ liệu đánh giá trước tác động của nghiên cứu.

Bước 2 (1,5 tiết): Giảng viên trang bị lý thuyết tam giác Johnstone và làm rõ nội dung tích hợp các cấp độ biểu diễn vào từng pha của mô hình 5E trên một KHBD cụ thể, tạo ra nhu cầu nhận thức thực sự cho SV trước khi tiếp nhận khung lý thuyết.

Bước 3 (2 tiết): SV tự đối chiếu bản thiết kế ban đầu với khung lý thuyết và ví dụ phân tích được cung cấp ở bước 2, từ đó nhận diện sai lầm và cấu trúc lại KHBD. Đây là cơ chế học tập cốt lõi của tiếp cận PBTE - SV phải tự lập luận lại các quyết định sư phạm.

Bước 4 (2 tiết): SV trong vai trò người lập KHBD trình bày, bảo vệ các quan điểm sư phạm của mình trước nhóm chuyên môn, gồm các SV trong lớp và giảng viên - đây là hình thức mô phỏng thực hành cốt lõi của PBTE, trong đó SV cần lập luận tại sao cấp độ biểu diễn nào đó được lựa chọn và giải quyết khó khăn nhận thức nào của người học.

Bước 5 (2 tiết): SV tiếp thu phản hồi từ nhóm chuyên môn để chỉnh sửa, hoàn thiện sản phẩm cuối cùng. Sản phẩm này cũng là dữ liệu đánh giá sau tác động của nghiên cứu.

Điểm đặc trưng của quy trình: (1) Đảo ngược tiến trình truyền thống - cho SV thực hành trước khi cung cấp lý thuyết mới; (2) Sử dụng tam giác Johnstone như công cụ phân rã đặc thù môn Hóa học và chẩn đoán lỗ hổng thiết kế; (3) Chú ý vào tư duy lập luận chứ không chỉ đánh giá sản phẩm. Trong suốt quá trình, giảng viên chỉ đóng vai trò điều phối và đặt câu hỏi khơi gợi phản tư, không can thiệp trực tiếp vào các quyết định thiết kế của SV.

3.2.2. Công cụ đánh giá

Rubric gồm 15 tiêu chí, đánh giá qua thang đo thứ bậc gồm 4 mức độ (1: Chưa đạt; 2: Đạt; 3: Tốt; 4: Rất tốt), phân bổ cho 5 pha của mô hình 5E, được kế thừa từ bảng đặc tả hành vi sư phạm của BSCS (Bybee và cộng sự, 2006) và

hiệu chỉnh bằng cách lồng ghép các chỉ báo của tam giác Johnstone - mỗi tiêu chí không chỉ đánh giá việc tổ chức hoạt động theo đúng các pha của mô hình 5E, mà còn đánh giá mức độ phù hợp của cấp độ biểu diễn Johnstone trong pha đó. Phân bổ tiêu chí theo từng pha: Gắn kết: 5 tiêu chí; Khám phá: 4 tiêu chí; Giải thích: 2 tiêu chí; Mở rộng: 2 tiêu chí; Đánh giá: 2 tiêu chí; tổng điểm từ 15 đến 60 (chi tiết xem mã QR ở hình 1). Rubric được kiểm định qua hai giai đoạn trước khi áp dụng chính thức: (1) Giai đoạn 1: Ba chuyên gia có hơn 10 năm kinh nghiệm giảng dạy học phần Lí luận và Phương pháp dạy học Hóa học đánh giá độc lập về tính đại diện, độ chính xác ngôn từ và sự phù hợp của 15 tiêu chí; các góp ý đã được lĩnh hội và điều chỉnh vào phiên bản hoàn thiện; (2) Hai người đánh giá chấm điểm độc lập 26 bản KHBD thử nghiệm; kết quả cho thấy 15 tiêu chí đạt Gwet's AC2 từ 0,712 đến 0,995, ứng với mức "Tốt" đến "Rất tốt". Gwet's AC2 được sử dụng để đánh giá mức độ nhất quán giữa hai người đánh giá do dữ liệu được chấm theo thang thứ bậc 4 mức và chỉ số này ít bị ảnh hưởng bởi sự mất cân bằng trong phân bố các mức đánh giá hơn Cohen's Kappa (Gwet, 2014). Cronbach's Alpha tổng đạt 0,886 vượt ngưỡng 0,70 (Nunnally và Bernstein, 1994); tương quan biến tổng từ 0,368 đến 0,712, vượt ngưỡng 0,30 (Field, 2013); hệ số Alpha và Omega của 5 pha từ 0,651 đến 0,857 (Taber, 2018). CFA mô hình 5 nhân tố cho thấy hệ số tải chuẩn hóa của các tiêu chí dao động từ 0,526 đến 0,952 ($p < 0,001$). Tuy nhiên, do cỡ mẫu nhỏ và một số chỉ số phù hợp mô hình tổng thể chưa đạt mức khuyến nghị (CFI = 0,808; TLI = 0,748; RMSEA = 0,131; SRMR = 0,085), kết quả CFA chỉ được xem là bằng chứng thăm dò ban đầu và cần tiếp tục kiểm định trên mẫu lớn hơn.



Hình 1

3.3. Kết quả thực nghiệm sư phạm

Để trả lời câu hỏi RQ3, bài báo trình bày kết quả so sánh điểm KHBD của 49 SV sư phạm Hóa học K73 ở Trường Đại học Sư phạm Hà Nội vào hai thời điểm trước và sau can thiệp, triển khai theo hai tầng phân tích dưới đây theo dữ liệu phân phối chuẩn (kiểm định Kolmogorov-Smirnov, $p > 0,05$).

3.3.1. Phân tích tổng thể năng lực thiết kế kế hoạch bài dạy

Bảng 2. Thống kê mô tả điểm năng lực thiết kế KHBD trước và sau can thiệp

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Median
Trước can thiệp	49	25	58	42,29	7,995	41,00
Sau can thiệp	49	35	59	47,45	6,907	47,00

Bảng 3. Kết quả kiểm định Paired-samples t-test và độ lớn ảnh hưởng ($N = 49$)

Cặp so sánh	Mean	Std. Deviation	t (48)	df	p	95% CI	Cohen's d
Trước can thiệp - Sau can thiệp	-5,163	5,410	-6,68	48	< 0,001	[-6,72; -3,61]	0,954

Bảng 4. Thống kê chỉ số tăng trưởng chuẩn hóa N-gain của nhóm thực nghiệm

Chỉ số	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
N gain	49	-0,57	0,94	0,28	0,29

Kết quả bảng 2, 3, 4 thu được: Điểm trung bình tăng từ 42,29 lên 47,45, đồng thời điểm thấp nhất tăng từ 25 lên 35 cho thấy xu hướng cải thiện điểm năng lực thiết kế KHBD sau can thiệp. Sự khác biệt này mang ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$) với mức độ ảnh hưởng lớn (Cohen's $d = 0,954$ theo thang Cohen (1988)). Chỉ số tăng trưởng chuẩn hóa N-gain đạt 0,28, thuộc mức thấp và gần ngưỡng của mức trung bình. Sự khác biệt giữa chỉ số Cohen's d cao và N-gain thấp không phản ánh mâu thuẫn mà xuất phát từ bản chất khác nhau của hai đại lượng. Hệ số Cohen's d trong thiết kế cặp phản ánh mức độ thay đổi trung bình trước - sau so với độ lệch chuẩn của điểm chênh lệch giữa hai thời điểm; trong khi N-gain phản ánh mức tăng trưởng chuẩn hóa so với dư địa điểm số còn lại của từng cá nhân. Do điểm trước tác động của SV đã ở mức 42,29/60 (70,5%), khoảng trống phát triển còn lại chỉ là 29,5%, tạo ra hiệu ứng trần làm hệ số N-gain bị giới hạn dù SV có thực sự tiến bộ. Trong bối cảnh này, Cohen's d cung cấp thêm thông tin về mức độ thay đổi điểm số trước và sau can thiệp, trong khi N-gain có thể bị giới hạn bởi mức điểm ban đầu tương đối cao. Hơn nữa, việc nâng cao kĩ năng ở dải điểm cao đòi hỏi quá trình rèn luyện dài hạn, khó cải thiện mạnh chỉ sau 9 tiết can thiệp.

3.3.2. Phân tích năng lực thiết kế kế hoạch bài dạy theo từng pha của mô hình 5E

Bảng 5. Kết quả so sánh điểm số thiết kế KHBD theo từng pha của mô hình 5E ($N = 49$)

Pha của mô hình 5E	Mean (SD)		t(48)	p	95% CI	Cohen's d
	Pre-test	Post-test				
1. Engage (Gắn kết)	13,55 (3,40)	15,88 (2,82)	-5,16	< 0,001	[-3,23; -1,42]	0,74
2. Explore (Khám phá)	11,06 (2,69)	12,08 (2,46)	-4,26	< 0,001	[-1,50; -0,54]	0,61

3. Explain (Giải thích)	6,12 (1,49)	6,61 (1,35)	-2,92	0,005	[-0,83; -0,15]	0,42
4. Elaborate (Mở rộng)	6,29 (1,54)	6,65 (1,32)	-2,03	0,048	[-0,73; -0,003]	0,29
5. Evaluate (Đánh giá)	5,27 (1,38)	6,22 (1,52)	-4,48	< 0,001	[-1,39; -0,53]	0,64

Dữ liệu bảng 5 cho thấy điểm trung bình sau can thiệp đều tăng ở cả 5 pha. Sự khác biệt đạt ý nghĩa thống kê ở các pha Gắn kết, Khám phá, Giải thích và Đánh giá; riêng pha Mở rộng có mức ý nghĩa biên ($p = 0,048$) và cần được diễn giải thận trọng trong bối cảnh thực hiện nhiều phép so sánh.

Ở mức cải thiện đáng kể: Engage ($d = 0,74$), Evaluate ($d = 0,64$) và Explore ($d = 0,61$). Kết quả này gợi ý rằng SV đã bước đầu vận dụng được nguyên tắc tổ chức các cấp độ biểu diễn theo định hướng của Johnstone trong thiết kế KHBD. Có thể giải thích mức cải thiện ở pha Engage và Explore là do hai pha này chủ yếu vận hành ở cấp độ vĩ mô - cấp độ gần gũi với kinh nghiệm hóa học của SV nên có thể cải thiện nhanh hơn khi được định hướng rõ ràng. Đối với pha Evaluate, mức cải thiện tương đối cao có thể liên quan đến việc khung tích hợp và rubric đã làm rõ yêu cầu thiết kế nhiệm vụ đánh giá đồng thời ở ba cấp độ biểu diễn. Thêm nữa, hạn chế ở các pha này chủ yếu liên quan đến việc lựa chọn hiện tượng vĩ mô, xây dựng câu hỏi định hướng quan sát và đa dạng hóa hình thức đánh giá, nên có thể được khắc phục tương đối nhanh khi có định hướng rõ ràng; khác với pha Giải thích và Mở rộng, SV thường chỉ sử dụng hoạt động ở cấp độ kí hiệu thay cho hạ vi mô, lỗi này đòi hỏi sự thay đổi sâu hơn về tư duy nên cần nhiều thời gian hơn.

Ở mức cải thiện khiêm tốn: Explain ($d = 0,42$) và Elaborate ($d = 0,29$) phản ánh đúng thực trạng thói quen tư duy của SV. Tại pha Giải thích, SV cần thiết kế câu hỏi nhận thức dẫn người học từ hiện tượng vĩ mô đến việc lí giải bản chất ở cấp độ hạ vi mô; thao tác này đòi hỏi kĩ năng đặt câu hỏi chuyển cấp độ mà SV chưa quen. Hệ quả là SV có xu hướng yêu cầu người học viết phương trình phản ứng, thay vì thiết kế tình huống dùng mô hình hạt để giải thích hiện tượng. Tại pha Mở rộng - pha có mức cải thiện thấp nhất - SV thiết kế được tình huống thực tiễn buộc người học tư duy linh hoạt giữa cả ba cấp độ của tam giác Johnstone, đây là bước chuyển tiếp khó khăn nhất ngay cả với giảng viên có kinh nghiệm (Li và Arshad, 2014). Dù đã qua 9 tiết can thiệp, SV vẫn có xu hướng đưa ra bài tập tính toán đơn thuần thay vì thiết kế tình huống đa chiều tích hợp cả ba cấp độ.

Sự phân hóa mức độ cải thiện: mạnh ở các pha gần với cấp vĩ mô, yếu ở các pha đòi hỏi chuyển dịch đa cấp. Điều này không chỉ xác nhận hiệu quả bước đầu của quy trình can thiệp, mà còn cung cấp bằng chứng thực nghiệm bước đầu cho thấy sự phù hợp của việc đề xuất tích hợp Johnstone - 5E: các pha 5E có yêu cầu nhận thức Johnstone khác nhau về độ phức tạp, do đó mức độ khó trong phát triển năng lực thiết kế KHBD cũng phân hóa tương ứng.

4. Kết luận và bình luận

Bài báo đã cung cấp bằng chứng bước đầu về hiệu quả của việc lồng ghép tam giác Johnstone vào mô hình 5E thông qua quy trình phát triển năng lực thiết kế KHBD cho SV sư phạm Hóa học. Từ dữ liệu thực nghiệm, chúng tôi rút ra các kết luận cốt lõi và hàm ý sư phạm như sau: Bài báo đã thiết lập được nội dung tích hợp tam giác Johnstone vào mô hình 5E và xây dựng rubric đánh giá gồm 15 tiêu chí với bằng chứng bước đầu về độ tin cậy và độ giá trị cấu trúc. Kết quả can thiệp cho thấy, năng lực thiết kế KHBD tổng thể của SV có sự cải thiện mang ý nghĩa thống kê, với mức độ ảnh hưởng lớn. Mức độ cải thiện có sự phân hóa theo các pha của mô hình 5E: SV có sự tiến bộ rõ rệt ở các pha Gắn kết, Khám phá và Đánh giá; tuy nhiên, mức độ tăng trưởng lại khiêm tốn hơn ở các pha đòi hỏi mức độ chuyển hóa nhận thức phức tạp như ở pha Giải thích và Mở rộng.

Về hàm ý sư phạm: Rubric không chỉ là một công cụ đo lường, mà còn phát huy vai trò như một giàn giáo nhận thức, giúp SV định hình tư duy tổ chức bài học đi từ trực quan vĩ mô đến trừu tượng vi mô, qua đó kiểm soát được hiện tượng quá tải nhận thức cho HS phổ thông một cách có chủ đích. Đồng thời, quy trình can thiệp đã giúp SV khắc phục được những hạn chế trong khâu thiết kế công cụ kiểm tra, đánh giá. Sự tiến bộ ở pha Khám phá cho thấy, SV bước đầu hình thành được tư duy định hướng thiết kế thông tin trọng tâm ở mức độ vĩ mô. Một phát hiện đáng chú ý đó là sự cải thiện hạn chế ở pha Giải thích và Mở rộng phản ánh rào cản nhận thức sâu sắc: Lỗi mòn tư duy nặng về tính toán và kí hiệu từ bậc phổ thông khiến SV gặp khó khăn trong việc thiết kế các tình huống đòi hỏi HS chuyển đổi tư duy linh hoạt giữa ba cấp độ của tam giác Johnstone. Điều này cho thấy, năng lực thiết kế KHBD tích hợp đa cấp độ biểu diễn là một năng lực phức hợp, đòi hỏi lộ trình đào tạo dài hạn để phá vỡ thói quen cũ và hình thành kĩ năng chuyển đổi tư duy đa cấp độ.

Tuy nhiên, hạn chế của bài báo là sử dụng thiết kế một nhóm duy nhất, tiềm ẩn các nguy cơ về hiệu ứng trường thành, hiệu ứng kiểm tra; chỉ số tăng trưởng chuẩn hóa (N-gain) bị giới hạn do mức điểm xuất phát ban đầu của SV đã tương đối cao, quy mô mẫu nhỏ, việc đánh giá mới chỉ dừng lại trên sản phẩm KHBD, chưa được triển khai thực

thi trên lớp. Do vậy, trong các nghiên cứu tiếp theo, cần kết hợp phương pháp định tính và quan sát lớp học để đo lường khả năng thực thi KHBD của SV trong môi trường thực tế.

Tuyên bố về vai trò của các tác giả: Phạm Thị Bình: Xây dựng ý tưởng, thiết kế phương pháp nghiên cứu, giám sát và hướng dẫn, quản lý và điều phối, chỉnh sửa và phản biện bản thảo. Lê Huyền Ngọc: Xây dựng cơ sở lý thuyết và nội dung tích hợp, quy trình can thiệp, xử lý thống kê, phân tích dữ liệu, viết bản thảo. Phạm Thị Nhung: Thu thập dữ liệu, tham gia viết bản thảo. Nguyễn Thu Huyền: Thu thập, phân tích và trực quan hóa dữ liệu, viết bản thảo. Dương Kim Trân: Xây dựng công cụ đánh giá, thực hiện nghiên cứu và thu thập dữ liệu.

Tuyên bố về GenAI và Quyền tác giả: Trong quá trình chuẩn bị bản thảo này, các tác giả có sử dụng công cụ AI Gemini, Claude để hiệu chỉnh diễn đạt, rà soát trích dẫn và quy cách viết tài liệu tham khảo. Các tác giả chịu hoàn toàn trách nhiệm về nội dung khoa học của bài báo.

Tuyên bố về xung đột lợi ích: Các tác giả tuyên bố không có xung đột lợi ích.

Thông tin tài trợ: Nghiên cứu này không nhận được tài trợ từ bên ngoài.

Tài liệu tham khảo

- Ali, Z., Ullah, H., Ahmad, S., & Ahmed, S. (2025). Effect of 5E instructional model on students learning outcomes in the subject of chemistry. *Social Science Review Archives*, 3(1). <https://doi.org/10.70670/sra.v3i1.560>
- American Chemical Society (2025). *ACS guidelines and recommendations for teaching middle and high school chemistry*. American Chemical Society. <https://www.acs.org/education/policies/middle-and-high-school-chemistry.html>
- Bộ GD-ĐT (2018). *Chương trình giáo dục phổ thông môn Hóa học* (ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 của Bộ trưởng Bộ GD-ĐT).
- Bui, L. T. N., & Khuu, V. T. (2020). Inquiry-based learning: An effective approach to teaching science aiming to develop students' competencies. *Vietnam Journal of Education*, 4(1), 61-68. <https://doi.org/10.52296/vje.2020.9>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. BSCS.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Duran, L. B., & Duran, E. (2004). The 5E instructional model: A learning cycle approach for inquiry-based science teaching. *The Science Education Review*, 3(2), 49-58.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). SAGE Publications.
- Forzani, F. M. (2014). Understanding "core practices" and "practice-based" teacher education: Learning from the past. *Journal of Teacher Education*, 65(4), 357-368. <https://doi.org/10.1177/0022487114533800>
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554. <https://doi.org/10.1021/ed076p548>
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2020). Students' competence in translating between different types of chemical representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 307-330. <https://doi.org/10.1039/C8RP00301G>
- Grossman, P., Hammerness, K., & McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 15(2), 273-289. <https://doi.org/10.1080/13540600902875340>
- Gwet, K. L. (2014). *Handbook of inter-rater reliability: The definitive guide to measuring the extent of agreement among raters* (4th ed.). Advanced Analytics, LLC.
- Jao, L., Wiseman, D., Kobiela, M., Gonsalves, A., & Savard, A. (2018). Practice-based pedagogy in mathematics and science teaching methods: Challenges and adaptations in context. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 18(2), 177-186. <https://doi.org/10.1007/s42330-018-0009-0>
- Johnstone, A. H. (1982). Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, 64(227), 377-379.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry - logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>
- Johnstone, A. H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22-29. <https://doi.org/10.1021/ed800026d>

- König, J., Bremerich-Vos, A., Buchholtz, C., Fladung, I., & Glutsch, N. (2020). Pre-service teachers' generic and subject-specific lesson-planning skills: On learning adaptive teaching during initial teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 43(2), 131-150. <https://doi.org/10.1080/02619768.2019.1679115>
- König, J., Krepf, M., Bremerich-Vos, A., & Buchholtz, C. (2021). Meeting cognitive demands of lesson planning: Introducing the CODE-PLAN model to describe and analyze teachers' planning competence. *The Teacher Educator*, 56(4), 466-487. <https://doi.org/10.1080/08878730.2021.1938324>
- Li, W. S. S., & Arshad, M. Y. (2014). Application of multiple representation levels in redox reactions among tenth grade chemistry teachers. *Journal of Turkish Science Education*, 11(3), 35-52. <https://doi.org/10.12973/tused.10117a>
- Matsumoto-Royo, K., & Ramírez-Montoya, M. S. (2021). Core practices in practice-based teacher education: A systematic literature review of its teaching and assessment process. *Studies in Educational Evaluation*, 70, Article 101047. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101047>
- McDonald, M., Kazemi, E., & Kavanagh, S. S. (2013). Core practices and pedagogies of teacher education: A call for a common language and collective activity. *Journal of Teacher Education*, 64(5), 378-386. <https://doi.org/10.1177/0022487113493807>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Polanin, J. R., Austin, M., Taylor, J. A., Steingut, R. R., Rodgers, M. A., & Williams, R. (2024). Effects of the 5E instructional model: A systematic review and meta-analysis. *AERA Open*, 10. <https://doi.org/10.1177/23328584241269866>
- Phạm Thị Bình, Đỗ Thị Hồng (2021). Vận dụng mô hình 5E và thí nghiệm ảo trong dạy học chủ đề “Tốc độ phản ứng” - Hóa học lớp 10 nhằm phát triển năng lực tìm hiểu tự nhiên dưới góc độ hóa học. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, 66(4E), 95-107.
- Pham, T. B., & Nguyen, T. H. (2025). Teaching the topic “Acid-Base-pH-Oxides-Salts” in grade 8 natural science using the 5E model to develop students' scientific inquiry competence. *HNUE Journal of Science: Educational Sciences*, 70(1A), 91-104. <https://doi.org/10.18173/2354-1075.2025-0023>
- Rønneid, K. N., & Børte, K. (2026). Learning to plan lessons: How feedback supports pre-service teachers' lesson planning. *Frontiers in Education*, 11, Article 1812418. <https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1812418>
- Sotáková, I., & Ganajová, M. (2023). The effect of the 5E instructional model on students' cognitive processes and their attitudes towards chemistry as a subject. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(9), Article em2317. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13469>
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168. <https://doi.org/10.1039/C3RP00012E>
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273-1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Turan, S. (2021). Pre-service teacher experiences of the 5E instructional model: A systematic review of qualitative studies. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(8), Article em1994. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11102>
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070306>
- Vũ Phương Liên, Trần Thị Thu Phương (2022). Dạy học phần “Hợp chất chứa nitrogen” - Hóa học 12 theo mô hình 5E nhằm phát triển năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ hóa học cho học sinh. *Tạp chí Khoa học Giáo dục Việt Nam*, 18(12), 42-48.