

HIỆU QUẢ CỦA DẠY HỌC DỰA TRÊN TÌM TÒI (INQUIRY BASED LEARNING) TRONG PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC TÌM HIỂU THẾ GIỚI TỰ NHIÊN CHO HỌC SINH: MỘT NGHIÊN CỨU BÁN THỰC NGHIỆM VỚI MÔN HÓA HỌC Ở TRƯỜNG PHỔ THÔNG

Phạm Thị Bình⁺,
Đặng Thị Lộc,
Hoàng Xuân Quỳnh

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

Article history

Received: 15/6/2025

Accepted: 03/7/2025

Published: 05/10/2025

Keywords

Inquiry-based learning,
natural world inquiry,
Chemistry, quasi-
experimental

ABSTRACT

The 2018 general education curriculum emphasizes the goal of developing students' competencies; however, implementing effective teaching methods and building assessment tools for these competencies remains a major challenge. The study was conducted to verify a specific pedagogical solution in Chemistry, which is to evaluate the effectiveness of inquiry-based learning (IBL) in developing students' competency to explore the natural world from a chemical perspective through two topics: "Chemical reaction rate" and "Chemical equilibrium". A quasi-experimental design with 76 students was conducted, using a highly reliable assessment tool (Cronbach's Alpha > 0,70) built on the SIC competency framework. The results showed that, after ensuring initial equivalence between the two groups ($p > 0,05$), the experimental group demonstrated significantly superior performance compared to the control group after the intervention ($t(63,13) = 9,723$; $p < 0,001$), with a very large effect size (Cohen's $d = 2,204$). The results confirmed the feasibility and high effectiveness of IBL in meeting the requirements of educational innovation.

1. Mở đầu

Chương trình giáo dục phổ thông 2018 đặt mục tiêu là phát triển phẩm chất và năng lực cho HS, trong đó năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên (THTGTN) dưới góc độ hóa học là một thành phần của năng lực hóa học (Bộ GD-ĐT, 2018). Năng lực THTGTN dưới góc độ hóa học giúp HS có được phương pháp tiếp cận và giải quyết các vấn đề trong học tập và thực tiễn thông qua tiến trình khám phá khoa học. Tuy nhiên, việc triển khai các phương pháp dạy học tích cực để phát triển năng lực này và xây dựng công cụ đánh giá độ tin cậy vẫn là một thách thức lớn trong bối cảnh đổi mới giáo dục phổ thông hiện nay. Tại Việt Nam, đã có nhiều nghiên cứu về các biện pháp phát triển năng lực THTGTN dưới góc độ hóa học thông qua các phương pháp như dạy học dự án kết hợp Webquest (Vũ Thị Thu Hoài và cộng sự, 2019), mô hình 5E cùng thí nghiệm ảo (Phạm Thị Bình và Đỗ Thị Hồng, 2021), triển khai dạy học dự án (Võ Văn Duyên Em và cộng sự, 2025),... Về phương diện đánh giá, các nghiên cứu mới chủ yếu dựa trên thang đo (rubric) do GV tự xây dựng, với hình thức quan sát hoặc cho HS tự đánh giá. Một số "khoảng trống" cơ bản chưa được nhiều nghiên cứu đề cập, đó là: (1) Còn thiếu các can thiệp sư phạm được thiết kế chuyên biệt cho các chủ đề thuộc mạch kiến thức Hóa học có tính trừu tượng cao và giàu tiềm năng thực nghiệm (TN); (2) Còn thiếu các công cụ đánh giá năng lực được chuẩn hóa, có cơ sở lý luận và độ tin cậy đã được kiểm chứng.

Dạy học dựa trên tìm tòi (Inquiry Based Learning - IBL) là phương pháp dạy học giúp người học khám phá tri thức, xây dựng, kiểm chứng giả thuyết thông qua các hoạt động điều tra, thí nghiệm và quan sát (Pedaste et al., 2012). Phương pháp này được chứng minh là có hiệu quả vượt trội trong việc phát triển tư duy khoa học, năng lực giải quyết vấn đề và hiểu biết sâu sắc về bản chất khoa học (Schwartz et al., 2004; Ramnarain, 2014). Môn Hóa học với đặc thù có tính thực tiễn cao nên rất phù hợp để triển khai phương pháp IBL. Hơn nữa, năng lực THTGTN dưới góc độ hóa học có cấu trúc tương đồng với khung năng lực truy vấn khoa học (Scientific Inquiry Competence - SIC) (Arnold et al., 2018). Trong đó, hai chủ đề "Tốc độ phản ứng hóa học" và "Cân bằng hóa học", thuộc chương trình môn Hóa học có nhiều nội dung phù hợp để HS tìm hiểu theo tiến trình dạy học của phương pháp IBL. Bản chất của nội dung kiến thức trong các chủ đề này là nghiên cứu sự thay đổi của các biến phụ thuộc (tốc độ phản ứng, chiều hướng phản

ứng, lượng chất,...) theo các biến độc lập, phù hợp với tiến trình truy vấn, cho phép HS trực tiếp đặt câu hỏi, thiết kế thí nghiệm, kiểm chứng giả thuyết về các yếu tố ảnh hưởng và sự biến đổi của các quá trình hóa học dựa trên vốn kiến thức, kỹ năng đã có của HS. Trong bài báo này, chúng tôi sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết và phương pháp bán TN để thực hiện thiết kế, kiểm chứng hiệu quả của quy trình dạy học theo phương pháp IBL với hai chủ đề “Tốc độ phản ứng hóa học” và “Cân bằng hóa học” nhằm phát triển năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học cho HS, tập trung trả lời hai câu hỏi nghiên cứu: Quy trình IBL được thiết kế và triển khai trong các chủ đề “Tốc độ phản ứng hóa học” và “Cân bằng hóa học” như thế nào?; Việc áp dụng quy trình IBL có nâng cao năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học cho HS không và nếu có thì ở mức độ nào?

2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Một số vấn đề lý luận

2.1.1. Năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ hóa học

Theo Chương trình giáo dục phổ thông môn Hóa học 2018, năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học là khả năng HS thực hiện các kỹ năng để tìm hiểu, giải thích các sự vật, hiện tượng và vận dụng kiến thức vào thực tiễn; năng lực này bao gồm các biểu hiện chính: Đề xuất vấn đề; Đưa ra phán đoán và xây dựng giả thuyết; Lập kế hoạch thực hiện; Thực hiện kế hoạch; Viết, trình bày báo cáo và thảo luận (Bộ GD-ĐT, 2018).

2.1.2. Năng lực khám phá khoa học (SIC) và sự liên kết với năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ hóa học

Năng lực khám phá khoa học (science inquiry competency - SIC) là khả năng giải quyết các vấn đề thông qua phương pháp khoa học và được coi là cốt lõi của năng lực khoa học. Trong bài báo này, chúng tôi sử dụng khung năng lực SIC của Arnold và cộng sự (2018), bao gồm các năng lực thành phần ứng với các biểu hiện sau: (1) Xây dựng câu hỏi: Xác định các biến độc lập và phụ thuộc, từ đó đặt ra câu hỏi nhân quả; (2) Tạo giả thuyết: xác định các biến độc lập và phụ thuộc, đưa ra một giả thuyết có thể kiểm chứng, giải thích cho giả thuyết đó và đưa ra giả thuyết thay thế; (3) Lập kế hoạch và thực hiện điều tra: xác định cách đo lường biến phụ thuộc, cách thay đổi biến độc lập, kiểm soát các biến gây nhiễu, xác định thời điểm và khoảng thời gian đo, cũng như quyết định số lần lặp lại thí nghiệm; (4) Phân tích và trình bày kết quả: mô tả, diễn giải và đánh giá dữ liệu; thảo luận về kết quả; đưa ra các nhận định cũng như định hướng nghiên cứu tiếp theo.

Như vậy, các thành phần và biểu hiện của SIC có sự tương đồng cao với các biểu hiện của năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học, do đó SIC được sử dụng làm khung tham chiếu khi xây dựng công cụ đánh giá có tính hệ thống và liên kết với chuẩn quốc tế. Đây là các cơ sở lý luận để chúng tôi xây dựng công cụ đánh giá năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học của HS.

2.1.3. Phương pháp dạy học dựa trên tìm tòi

Dạy học dựa trên tìm tòi (IBL), là phương pháp dạy học mà HS áp dụng các phương pháp và thực hành tương tự như các nhà khoa học để xây dựng kiến thức (Keselman, 2003). Theo Pedaste và cộng sự (2012), đây là quá trình khám phá các mối liên hệ mới, trong đó người học xây dựng giả thuyết và kiểm tra chúng thông qua các thí nghiệm hoặc quan sát,... Trong IBL, HS chủ động tham gia vào quá trình khám phá kiến thức dưới sự hướng dẫn của GV.

Quy trình IBL thường gồm 5 giai đoạn: (1) Định hướng; (2) Khái niệm hóa (đặt câu hỏi, xây dựng giả thuyết), (3) Điều tra (khám phá, thí nghiệm, diễn giải dữ liệu); (4) Kết luận; (5) Thảo luận (Pedaste et al., 2015). Các giai đoạn này tương ứng với các thành phần của năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học và năng lực SIC, tạo cơ sở để phát triển năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học cho HS. Áp dụng IBL có thể theo 4 mức độ khác nhau, từ đóng đến mở hoàn toàn (đóng, mở một phần, mở có hỗ trợ, mở hoàn toàn). Trong bài báo này, IBL được vận dụng ở mức độ mở một phần, phù hợp với đối tượng HS và bối cảnh nghiên cứu, cho phép HS tự thiết kế thí nghiệm nhưng vẫn nhận được sự định hướng, hỗ trợ cần thiết từ GV.

2.2. Phương pháp đánh giá năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ hóa học

* *Đối tượng và địa bàn nghiên cứu*: Nghiên cứu được tiến hành tại Trường THPT Nguyễn Đức Thuận, tỉnh Nam Định, tại hai lớp 10A1 và 10A4 trong năm học 2023-2024. Kết quả kiểm tra định kỳ cuối kỳ 1 phản ánh trình độ ban đầu của hai lớp là tương đương ($p > 0,05$), năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học trước tác động của hai lớp là tương đương ($p > 0,05$).

* *Thiết kế nghiên cứu*: Nghiên cứu sử dụng phương pháp bán TN (quasi-experiment) với mô hình kiểm tra trước và sau tác động có nhóm đối chứng (ĐC). Lớp TN (là lớp 10A1, số HS là $N = 37$) được dạy học bằng IBL ở cả 2 chủ đề, trong khi lớp ĐC (lớp 10A4, số HS là $N = 39$) được dạy học theo phương pháp thông thường. Để tăng cường độ tin cậy của kết quả, một số biện pháp kiểm soát biến nhiễu đã được thực hiện. Việc bố trí cùng một GV giảng dạy ở cả hai nhóm nhằm giảm thiểu tác động từ “hiệu ứng GV”. Thêm nữa, kết quả kiểm tra sự tương đương ban đầu

của hai nhóm (cả về kết quả học tập và năng lực THPT dưới góc độ hóa học) đã khẳng định không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, giúp hạn chế sai lệch do lựa chọn mẫu.

* *Quy trình can thiệp*: Can thiệp được thực hiện ở một số nội dung sau: “Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng hóa học” (thuộc chủ đề “Tốc độ phản ứng hóa học”) và “Chuẩn độ acid, base” (thuộc chủ đề “Cân bằng hóa học”).

Nội dung 1: Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng hóa học. Tiến trình IBL theo 5 giai đoạn, với 2 hoạt động như sau:

Hoạt động 1: Tìm hiểu ảnh hưởng của nồng độ tới tốc độ phản ứng.

Giai đoạn 1: Định hướng. GV thực hiện thí nghiệm về phản ứng giữa đá vôi CaCO_3 với dung dịch HCl khi thay đổi một số yếu tố khác nhau trong hai thí nghiệm để HS nhận ra sự khác biệt về sự thoát khí và yếu tố ảnh hưởng đến sự thoát khí là “Tốc độ phản ứng hóa học”, hãy đặt câu hỏi định hướng để giúp HS đưa ra phán đoán về các yếu tố ảnh hưởng “Theo em yếu tố nào ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng hóa học?”.

Giai đoạn 2: Khái niệm hóa. GV đặt câu hỏi để HS dự đoán, đưa ra giả thuyết về ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng.

Giai đoạn 3: Điều tra. HS được cung cấp một số hóa chất, dụng cụ tự thiết kế thí nghiệm để kiểm chứng dự đoán, giả thuyết đưa ra, thảo luận và thống nhất quy trình thí nghiệm để khảo sát yếu tố nồng độ. GV hỗ trợ bằng các câu hỏi như “Tại sao phải giữ các yếu tố khác không đổi khi thay đổi một yếu tố?”, “Làm thế nào để đo tốc độ phản ứng một cách hợp lý?”, từ đó giúp HS tự nhận ra các yếu tố cần kiểm soát. Với sự dẫn dắt của GV, HS thực hiện thí nghiệm theo phương án thiết kế, ghi lại các hiện tượng, dữ liệu và diễn giải chúng.

Giai đoạn 4: Kết luận. HS tự phân tích dữ liệu thu thập được, rút ra kết luận về ảnh hưởng của yếu tố nồng độ, báo cáo kết quả.

Hoạt động 2: Tìm hiểu ảnh hưởng của nhiệt độ, diện tích tiếp xúc, áp suất đến tốc độ phản ứng.

Giai đoạn 2: Khái niệm hóa. HS dự đoán ảnh hưởng của các yếu tố nhiệt độ, diện tích bề mặt, chất xúc tác đến tốc độ phản ứng.

Giai đoạn 3: Điều tra. GV cung cấp cho HS một số dụng cụ, hóa chất; HS tự đề xuất thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố nhiệt độ, diện tích bề mặt, chất xúc tác đến tốc độ phản ứng, thảo luận và thống nhất quy trình thí nghiệm. GV lưu ý cho HS xác định và kiểm soát các yếu tố có thể ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm.

Giai đoạn 4: Kết luận. HS phân tích kết quả, rút ra kết luận về ảnh hưởng của các yếu tố nghiên cứu đến tốc độ phản ứng.

Giai đoạn 5: Thảo luận. GV tổ chức cho HS báo cáo kết quả về các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng, từ đó rút ra kết luận có 5 yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng hóa học và lấy các ví dụ trong thực tiễn để HS hiểu rõ hơn.

Nội dung 2: Chuẩn độ acid, base. Tiến trình IBL được tổ chức theo 5 giai đoạn và ở mức mở một phần.

Giai đoạn 1: Định hướng. GV đặt vấn đề mở đầu bằng tình huống thực tiễn về việc HS thực hiện thí nghiệm chuẩn độ acid/base, kết quả thí nghiệm ở các lần thực hiện là khác nhau, từ đó đặt câu hỏi dự đoán nguyên nhân của kết quả khác nhau, đưa ra yêu cầu làm thế nào để có thể xác định được chính xác nồng độ của dung dịch acid/base.

Giai đoạn 2: Khái niệm hóa. HS được cung cấp một số hóa chất (dung dịch acid, base chuẩn, chỉ thị màu), dụng cụ thí nghiệm cụ thể, tự đặt câu hỏi và đưa ra giả thuyết, chẳng hạn như: “Khi nào phản ứng trung hòa xảy ra hoàn toàn?”, “Dấu hiệu nào cho biết điểm kết thúc chuẩn độ?”,...

Giai đoạn 3: Điều tra. HS tự thiết kế và thảo luận để xây dựng quy trình chuẩn phù hợp, thống nhất các bước thực hiện, lựa chọn chất chuẩn và cách ghi nhận dữ liệu. GV đóng vai trò hỗ trợ, đặt câu hỏi định hướng, khơi gợi tư duy như: “Bạn cần những dụng cụ nào để tiến hành chuẩn độ?”, “Chỉ thị màu có vai trò gì?”, “Tại sao phải nhỏ từng giọt?”, “Tại sao cần lắc đều?”, “Có thể dùng chỉ thị nào khác không?”; HS chủ động phát hiện và kiểm soát các yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác của thí nghiệm.

Giai đoạn 4, 5: Kết luận, thảo luận. Kết thúc hoạt động, HS phân tích dữ liệu thu được, rút ra kết luận về cách xác định điểm tương đương và nồng độ dung dịch; đồng thời trình bày kết quả theo nhóm dưới dạng bảng, biểu đồ hoặc thuyết trình.

* *Công cụ thu thập dữ liệu*: Rubric đánh giá năng lực THPT gồm 6 tiêu chí: (1) Xác định vấn đề; (2) Xây dựng giả thuyết; (3) Xác định và kiểm soát các biến khi lập kế hoạch thí nghiệm; (4) Xác định dụng cụ và hóa chất thí nghiệm; (5) Lặp lại thí nghiệm; (6) Phân tích dữ liệu và rút ra kết luận. Bộ tiêu chí đã được 3 GV Hóa học (kinh nghiệm > 10 năm) và 2 nhà nghiên cứu trong lĩnh vực Khoa học giáo dục đánh giá và đều nhận định mức độ “phù hợp” cho từng tiêu chí. Sau đó, rubric được thử nghiệm bằng cách cho hai GV chấm độc lập 3 bài kiểm tra của HS,

kết quả được thảo luận để thống nhất và điều chỉnh nhằm tăng độ rõ ràng và phù hợp để sử dụng đánh giá bài làm của HS. Quá trình đánh giá năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học gồm 3 bài kiểm tra, được sử dụng tại các thời điểm trước, giữa và sau tác động (mã QR để kiểm tra như hình 1). Mỗi bài có 3 câu hỏi để đánh giá các tiêu chí năng lực đã được mô tả trong rubric.



Hình 1

* **Phương pháp phân tích dữ liệu:** Dữ liệu thu thập từ các bài kiểm tra của cả hai nhóm TN và ĐC được xử lý bằng phần mềm SPSS. Sau đó, được phân tích theo các hướng sau: (1) Tính độ tin cậy của công cụ đánh giá thông qua hệ số Cronbach's Alpha; (2) Tính các tham số thống kê mô tả (giá trị trung bình, độ lệch chuẩn) cho mỗi tiêu chí ở các thời điểm khác nhau; (3) Sử dụng kiểm định t-test độc lập để so sánh sự khác biệt về giá trị trung bình giữa nhóm TN và nhóm ĐC; (4) Sử dụng kiểm định t-test phụ thuộc để so sánh sự tiến bộ của nhóm TN giữa các thời điểm; (5) Tính mức độ ảnh hưởng ES theo chỉ số Cohen's d để đo lường mức độ tác động của can thiệp.

2.3. Kết quả đánh giá năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ hóa học

- **Độ tin cậy của công cụ đánh giá:** Để đảm bảo chất lượng của bộ công cụ đánh giá năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học, độ tin cậy đã được kiểm tra. Hệ số Cronbach's Alpha của công cụ tại ba thời điểm (trước, giữa và sau tác động) đều $> 0,7$ ở cả kết quả của nhóm TN và ĐC, như vậy bộ công cụ đánh giá có độ tin cậy tốt và ổn định trong suốt quá trình khảo sát (hệ số Cronbach's Alpha ở ba thời điểm T1, T2, T3 lần lượt là 0,731; 0,746; 0,753).

- **Hiệu quả của phương pháp IBL:** Để trả lời các câu hỏi nghiên cứu, kiểm định t-test độc lập và phụ thuộc được thực hiện để so sánh các nhóm TN, ĐC tại từng thời điểm và giữa các thời điểm của nhóm TN. Kết quả như sau:

(1) Đánh giá sự tiến bộ của nhóm TN so với nhóm ĐC: Để so sánh hiệu quả của biện pháp can thiệp, kiểm định t-test độc lập đã được sử dụng nhằm phân tích sự khác biệt về điểm năng lực trung bình giữa nhóm TN và nhóm ĐC tại ba thời điểm trước (T1), giữa (sau khi dạy nội dung 1 - T2) và sau tác động (sau khi dạy nội dung 1 và 2 - T3). Kết quả kiểm định Levene's Test cho thấy, giả định về tính đồng nhất của phương sai được đáp ứng ở thời điểm T1 ($p = 0,087$) và T2 ($p = 0,108$), nhưng bị vi phạm ở thời điểm T3 ($p = 0,003$). Do đó, kết quả t-test được báo cáo dựa trên các dòng tương ứng (Welch's t-test cho T3).

Việc phương sai thay đổi từ không khác biệt (T1) sang khác biệt (T3) là hiện tượng hoàn toàn có thể xảy ra trong một can thiệp giáo dục. Do vậy, việc vận dụng IBL là rất hiệu quả, giúp đa số HS trong nhóm TN đều đạt điểm cao và gần nhau (phương sai thấp). Trong khi đó, nhóm ĐC học theo phương pháp dạy học thông thường có thể có sự phân hóa lớn hơn, với điểm số trải rộng từ thấp đến cao (phương sai cao); phương sai của hai nhóm ở thời điểm cuối (T3) sẽ trở nên khác biệt. Kết quả phân tích chi tiết trình bày trong bảng 1:

Bảng 1. Kiểm định t-test độc lập điểm năng lực trung bình của hai nhóm TN và ĐC

Thời điểm	Lớp	N (cỡ mẫu)	Trung bình (Mean - M)	Độ lệch chuẩn (Std. Deviation - SD)	p	df	p (2-tailed)
T1	TN	37	1,3108	0,32433	0,087	74	0,813
	ĐC	39	1,2949	0,25781			
T2	TN	37	2,0450	0,34167	0,108	74	< 0,001
	ĐC	39	1,7094	0,41131			
T3	TN	37	2,6216	0,22100	0,003	63,132	< 0,001
	ĐC	39	1,9530	0,36464			

* **Tại thời điểm trước tác động (T1):** Kiểm định Levene cho phương sai của hai nhóm là đồng nhất. Kết quả t-test không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về năng lực ban đầu giữa nhóm TN ($M = 1,31$; $SD = 0,32$) và nhóm ĐC ($M = 1,29$; $SD = 0,26$); $t(74) = 0,238$; $p = 0,813$. Điều này khẳng định hai nhóm TN và ĐC có xuất phát điểm năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học tương đương.

* **Tại thời điểm giữa tác động (T2):** Phương sai của hai nhóm cũng là đồng nhất như ở thời điểm T1. Điểm trung bình của nhóm TN ($M = 2,04$; $SD = 0,34$) đã cao hơn so với nhóm ĐC ($M = 1,71$; $SD = 0,41$), $t(74) = 3,859$; $p < 0,001$.

* **Tại thời điểm sau tác động (T3):** Kiểm định Levene có sự khác biệt đáng kể về phương sai giữa hai nhóm, $F(1,74) = 9,19$; $p = 0,003$. Do đó, kết quả của Welch's t-test được sử dụng. Điểm trung bình nhóm TN ($M = 2,62$; $SD = 0,22$) cao hơn rõ rệt và có ý nghĩa thống kê với nhóm ĐC ($M = 1,95$; $SD = 0,36$); $t(63,13) = 9,723$; $p < 0,001$.

Như vậy, biện pháp can thiệp đã có tác động tích cực, tạo ra sự khác biệt có ý nghĩa về năng lực giữa nhóm TN và nhóm ĐC theo thời gian.

Để đánh giá sự khác biệt của năng lực giữa các thời điểm, đo lường mức độ ảnh hưởng theo chỉ số Cohen's d ở 3 thời điểm T1, T2, T3 lần lượt là: 0,055; 0,886; 2,204. Ở thời điểm T2, giá trị Cohen's d là 0,886 - đây là một mức độ ảnh hưởng lớn, trong khi ở thời điểm T3 có giá trị Cohen's d là 2,204 phản ánh mức độ ảnh hưởng rất lớn. Các kết quả thu được cho thấy, sau một thời gian áp dụng phương pháp IBL đã tạo ra hiệu quả rõ rệt. Nhóm TN không chỉ có điểm cao hơn mà sự khác biệt còn lớn và có ý nghĩa hơn. Đáng chú ý là phương pháp IBL được áp dụng không chỉ đã làm tăng điểm trung bình mà còn làm thay đổi cả độ phân tán điểm số của nhóm (điểm của nhóm TN trở nên đồng đều ở mức cao hơn). Như vậy, nhóm TN có sự gia tăng điểm trung bình năng lực rõ rệt qua từng thời điểm, trong khi nhóm ĐC gần như không thay đổi đáng kể.

(2) Đánh giá sự tiến bộ của nhóm TN: Để đánh giá sự thay đổi về năng lực của HS trong nhóm TN qua thời gian, chúng tôi thực hiện kiểm định t-test phụ thuộc (Paired Samples T-test). So sánh điểm trung bình tại các cặp thời điểm: trước - giữa tác động (T1-T2), giữa - sau tác động (T2-T3), tổng thể trước - sau tác động (T1-T3). Kết quả được thể hiện trong bảng 2:

Bảng 2. Kết quả t-test phụ thuộc của nhóm TN và hệ số ảnh hưởng Cohen's d

Cặp so sánh	Chênh lệch trung bình (Mean Difference)	t	df	p. (2-tailed)	Độ tiêu chuẩn hóa (Standardizer)	Mức độ ảnh hưởng (chỉ số Cohen's d)
T2 - T1	0,73	13,84	36	< 0,001	0,32	2,28
T3 - T2	0,58	8,53	36	< 0,001	0,41	1,41
T3 - T1	1,31	18,14	36	< 0,001	0,44	2,97

Như vậy ở nhóm TN có sự tiến bộ rõ nét và có ý nghĩa thống kê qua tất cả các giai đoạn của quá trình can thiệp: Từ T1 đến T2, điểm trung bình tăng từ 1,31 (SD = 0,32) lên 2,05 (SD = 0,34); Mean Difference = 0,73; $t(36) = 13,842$; $p < 0,001$. Sự gia tăng lên 0,73 điểm có ý nghĩa thống kê, $t(36) = 13,842$; $p < 0,001$. Mức độ ảnh hưởng của sự thay đổi là rất lớn (Cohen's $d = 2,276$). Từ T2 đến T3, HS tiếp tục có sự cải thiện rõ rệt, với điểm trung bình tăng từ 2,05 (SD = 0,34) lên 2,62 (SD = 0,22). Sự gia tăng lên 0,58 điểm có ý nghĩa thống kê, $t(36) = 8,528$, $p < 0,001$, với mức độ ảnh hưởng lớn (Cohen's $d = 1,402$). Xét tổng thể quá trình, so sánh từ T1 đến T3, năng lực của HS nhóm TN đã có một bước tiến vượt bậc. Điểm trung bình đã tăng 1,31 điểm, $t(36) = 18,142$; $p < 0,001$. Mức độ ảnh hưởng là đặc biệt lớn (Cohen's $d = 2,983$), như vậy tác động của phương pháp dạy học can thiệp là rất mạnh.

(3) Phân tích hiệu quả can thiệp theo từng tiêu chí.

* So sánh năng lực giữa nhóm TN và nhóm ĐC: Kiểm định t-test độc lập được sử dụng để so sánh điểm trung bình của từng tiêu chí giữa hai nhóm tại thời điểm trước tác động (T1) và sau tác động (T3). Kết quả phân tích tại thời điểm T1 cho thấy, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê nào giữa nhóm TN và nhóm ĐC ở tất cả 6 tiêu chí (mọi giá trị $p > 0,05$). Điều này khẳng định hai nhóm có nền tảng năng lực ban đầu tương đương nhau.

Tại thời điểm T3, sau quá trình can thiệp, nhóm TN đã thể hiện năng lực vượt trội hơn nhóm ĐC ở hầu hết các tiêu chí. Sự khác biệt là rất có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$) ở các tiêu chí 2 (Xây dựng giả thuyết), tiêu chí 4 (Xác định dụng cụ và hóa chất thí nghiệm), tiêu chí 5 (Lặp lại thí nghiệm) và tiêu chí 6 (Phân tích dữ liệu và rút ra kết luận). Tiêu chí 1 (Xác định vấn đề) cũng cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$), trong khi tiêu chí 3 (Lập kế hoạch thí nghiệm) đạt mức ý nghĩa biên ($p = 0,05$). Mức độ ảnh hưởng (chỉ số Cohen's d) của can thiệp là rất lớn ở các tiêu chí 2, 4, 5 và 6 (đ dao động từ 0,972-3,481), ở mức độ trung bình đối với tiêu chí 1 và 3. Những kết quả này chứng tỏ tác động của phương pháp IBL là toàn diện và mạnh mẽ trên các biểu hiện của năng lực.

* Phân tích sự tiến bộ của nhóm TN: Kiểm định t-test phụ thuộc được thực hiện để đánh giá sự tiến bộ nội tại của nhóm TN từ trước can thiệp (T1) đến sau khi can thiệp (T3). Nhóm TN đã có sự cải thiện có ý nghĩa thống kê ở tất cả 6 tiêu chí (mọi giá trị $p < 0,001$) (xem bảng 3).

Bảng 3. Mức độ ảnh hưởng theo từng tiêu chí của nhóm TN tại thời điểm T1 với T3

Tiêu chí	Mức độ ảnh hưởng (chỉ số Cohen's d)	Tiêu chí	Mức độ ảnh hưởng (chỉ số Cohen's d)	Tiêu chí	Mức độ ảnh hưởng (chỉ số Cohen's d)
Tiêu chí 1	1,496	Tiêu chí 3	1,218	Tiêu chí 5	4,561
Tiêu chí 2	1,609	Tiêu chí 4	2,320	Tiêu chí 6	2,284

Phân tích chi tiết mức độ ảnh hưởng (chỉ số Cohen's d) cho thấy, sự cải thiện nổi bật nhất ở tiêu chí 5 - Lặp lại thí nghiệm ($d = 4,561$), tiếp theo là tiêu chí 4 - Xác định dụng cụ và hóa chất thí nghiệm ($d = 2,320$) và tiêu chí 6 - Phân tích dữ liệu và rút ra kết luận ($d = 2,284$).

Kết quả của nghiên cứu đã cung cấp những bằng chứng TN thuyết phục về tính khả thi và hiệu quả của việc áp dụng áp dụng IBL mang lại hiệu quả vượt trội trong việc phát triển năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học cho HS so với phương pháp dạy học thông thường. Sự phát triển ở tiêu chí “Lập lại thí nghiệm” có thể phản ánh một sự thay đổi quan trọng trong tư duy khoa học. Với sự tiến bộ này, kết hợp với các kỹ năng khác, cho thấy IBL đặc biệt hiệu quả trong việc bồi dưỡng các kỹ năng thực hành cho HS.

3. Kết luận

Bài báo đã cho thấy, việc vận dụng phương pháp IBL một cách có hệ thống, với các hoạt động học được thiết kế phù hợp, có thể phát triển hiệu quả năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học cho HS trong dạy học các chủ đề “Tốc độ phản ứng hóa học” và “Cân bằng hóa học”; xây dựng và kiểm chứng thành công một bộ công cụ đánh giá năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học dựa theo các biểu hiện mô tả trong yêu cầu cần đạt của môn Hóa học và khung lý thuyết SIC quốc tế, cho thấy tính khả thi và độ tin cậy tốt trong bối cảnh dạy học tại Việt Nam. Mặc dù đạt được những kết quả tích cực, nghiên cứu vẫn có một số hạn chế nhất định, đó là phạm vi can thiệp chỉ trên hai chủ đề, tại một trường THPT, thiết kế bản TN vốn không thể loại bỏ hoàn toàn các biến nhiễu tiềm tàng. Các đặc điểm không đo lường được như động lực học tập sẵn có, tương tác xã hội, hay không khí tâm lý đặc thù của mỗi lớp học có thể đã tồn tại từ trước và ảnh hưởng một phần đến kết quả. Do đó, chúng tôi đề xuất một số hướng nghiên cứu tiếp theo trong tương lai: (1) Triển khai nghiên cứu lặp lại tại các trường ở các vùng miền khác nhau để kiểm chứng tính hiệu quả và khả năng thích ứng của quy trình IBL trong các bối cảnh đa dạng; (2) Thực hiện các nghiên cứu dọc theo dõi sự phát triển năng lực của HS trong thời gian dài hơn (ví dụ: cả năm học hoặc cả cấp học) đánh giá rõ hơn về sự bền vững của tác động và sử dụng thiết kế ngẫu nhiên có ĐC để kiểm soát các biến nhiễu tiềm tàng một cách chặt chẽ hơn; (3) Tiếp tục phát triển và chuẩn hóa bộ công cụ đánh giá trên quy mô lớn hơn, hướng tới xây dựng một ngân hàng công cụ đánh giá năng lực THPTGTN dưới góc độ hóa học cho HS phổ thông.

Tài liệu tham khảo

- Arnold, J., Kremer, K., & Mayer, J. C. (2018). Assessment of competencies in scientific inquiry through the application of Rasch measurement techniques. *Education Sciences*, 8(4), 184.
- 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).
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898-921.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Leijen, A., & Sarapuu, T. (2012). Improving students' inquiry skills through reflection and self-regulation scaffolds. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 9(1-2), 81-95.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.
- 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.
- Ramnarain, U. D. (2014). Teachers' perceptions of inquiry-based learning in urban, suburban, township, and rural high schools: The context-specificity of science curriculum implementation in South Africa. *Teaching and Teacher Education*, 38, 65-75.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Võ Văn Duyên Em, Nguyễn Thị Kim Ánh, Nguyễn Thị Linh Ngân (2025). Phát triển năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ hóa học cho học sinh thông qua dự án học tập trong dạy học nội dung “Nitrogen và Sulfur” ở môn Hóa học 11. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, 4E, 46-59.
- Vũ Thị Thu Hoài, Dương Nữ Khánh Lê, Nguyễn Minh Ngọc (2019). Sử dụng WebQuest trong dạy học dự án “Nghiên cứu sự có mặt của clo trong nước sinh hoạt” (Hóa học 10) nhằm phát triển năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên cho học sinh. *Tạp chí Giáo dục*, 457, 53-59.