TẠP CHÍ KHOA HỌC ĐẠI HỌC ĐỒNG THÁP
Dong Thap University Journal of Science
Số Đặc biệt Chuyên san Khoa học Xã hội và Nhân văn
ISSN 0866-7675 | e-ISSN 2815-567X

DOI: https://doi.org/10.52714/dthu.ssh.3632.2054

TÁC ĐỘNG CỦA TRÒ CHƠI HỌC TẬP TÍCH HỢP TRÍ TUỆ NHÂN TẠO ĐẾN NĂNG LỰC GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ TOÁN HỌC: NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM TẠI LỚP 8

Trần Lê Nam[1*] và Nguyễn Hoàng Tiên[2]

[1]Khoa Sư phạm Toán - Tin, Trường Sư phạm, Trường Đại học Đồng Tháp, Việt Nam

[2]Học viên cao học, Trường Đại học Đồng Tháp, Việt Nam

[*]Tác giả liên hệ, Email: tranlenam@dthu.edu.vn

Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 27/7/2026; Ngày nhận chỉnh sửa: 03/10/2026; Ngày duyệt đăng: 16/10/2026

Tóm tắt

Nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả của việc tích hợp Trí tuệ nhân tạo (AI) thông qua Web game "Đấu trường phương trình" đối với việc phát triển năng lực giải quyết vấn đề toán học của học sinh khối 8. Thay vì cung cấp đáp án trực tiếp, ứng dụng được thiết kế dựa trên "cơ chế chặn cổng tuần tự", đóng vai trò như một giàn giáo nhận thức nhằm dẫn dắt người học đi qua từng chặng để lập phương trình. Để kiểm chứng hiệu quả của giải pháp, chúng tôi tiến hành thực nghiệm trên 91 học sinh lớp 8 tại Thành phố Hồ Chí Minh, chia thành nhóm thực nghiệm (n = 46) và nhóm đối chứng (n = 45). Bài kiểm tra năng lực sau tác động được xây dựng theo ma trận Chương trình Giáo dục phổ thông 2018. Kết quả kiểm định thống kê (t-test độc lập) cho thấy nhóm thực nghiệm đạt được điểm trung bình cao hơn nhóm đối chứng. Nghiên cứu khẳng định tiềm năng của việc ứng dụng công nghệ giáo dục có kiểm soát kịch bản sư phạm trong việc cá nhân hóa tiến trình học tập, giảm áp lực tâm lý và phát triển năng lực giải quyết vấn đề toán học cho học sinh trung học cơ sở.

Từ khóa: *Game hóa, giàn giáo nhận thức, hệ thống gia sư thông minh, mô hình hóa, thiết lập phương trình.*

Trích dẫn: Trần, L. N., & Nguyễn Hoàng , T. (2026). Tác động của trò chơi học tập tích hợp trí tuệ nhân tạo đến năng lực giải quyết vấn đề toán học: Nghiên cứu thực nghiệm tại lớp 8. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, *15*(04S), 304-315. https://doi.org/10.52714/dthu.ssh.3632.2054

Copyright © 2026 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

IMPACT OF AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE-INTEGRATED EDUCATIONAL GAME ON MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING COMPETENCE: AN EMPIRICAL STUDY IN 8TH GRADE

Tran Le Nam[1*] and Nguyen Hoang Tien[2]

[1]Faculty of Mathematics -Information Teacher Education, School of Education, Dong Thap University, Cao Lanh 870000, Vietnam

[2]Postgraduate, Dong Thap University, Cao Lanh 870000, Vietnam

[*]Corresponding author, Email: tranlenam@dthu.edu.vn

Article history

Received: 27/7/2026; Received in revised form: 03/10/2026; Accepted: 16/10/2026

Abstract

This study evaluates the effectiveness of integrating Artificial Intelligence (AI) into the web-based game "Equation Arena" to enhance the mathematical problem-solving competence of eighth-grade students. Rather than providing direct answers, it employs a "sequential gatekeeping mechanism" that serves as cognitive scaffolding, guiding learners step-by-step through the process of formulating equations. To assess the intervention's impact, a quasi-experimental design was conducted with 91 eighth-grade students in Ho Chi Minh City, involving an experimental group (n = 46) and a control group (n = 45). A post-intervention assessment was developed based on the matrix of Vietnam's 2018 General Education Curriculum. Independent samples t-test results indicated that the experimental group achieved a significantly higher mean score than the control group. These findings demonstrate the potential of educational technology embedded with pedagogical scripts to personalize learning, alleviate psychological anxiety, and foster mathematical problem-solving competence in lower secondary students.

Keywords: *Cognitive scaffolding, equation formulation, gamification, intelligent tutoring systems, mathematical modeling.*

1. Giới thiệu

Nội dung trọng tâm của Nghị quyết số 29-NQ/TW của Ban Chấp hành Trung ương (2013) là "chuyển nền giáo dục nặng về truyền thụ kiến thức sang nền giáo dục phát triển toàn diện cả về phẩm chất và năng lực". Theo đó, phương pháp dạy và học phải phát huy tính tích cực, chủ động, sáng tạo và vận dụng kiến thức, kĩ năng của người học. Để đạt được mục tiêu này, Chương trình Giáo dục phổ thông 2018 môn Toán (Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2018) đã xác định năm thành tố năng lực đặc thù cốt lõi, trong đó năng lực giải quyết vấn đề toán học và năng lực mô hình hóa toán học giữ vai trò trung tâm trong việc hình thành tư duy logic, giải quyết các vấn đề thực tiễn cho học sinh.

Trong Chương trình môn Toán lớp 8, chủ đề "Giải bài toán bằng cách lập phương trình" là cầu nối giữa toán học và ứng dụng thực tiễn. Thông qua quy trình ba bước - lập phương trình, giải phương trình và đánh giá nghiệm trong ngữ cảnh thực tế - học sinh được rèn luyện kỹ năng phân tích dữ liệu, xác định mối liên hệ giữa các đại lượng trong các tình huống như chuyển động, kinh tế hay bài toán liên môn hóa học. Đây là nội dung phù hợp để hình thành và phát triển năng lực mô hình hóa toán học cùng năng lực giải quyết vấn đề toán học. Kết quả này cũng đồng thuận với các nghiên cứu của Đỗ và Lê (2024), Võ và Nguyễn (2025) khi khẳng định chủ đề này giúp phát triển năng lực giải quyết vấn đề thực tiễn, khơi dậy động cơ học tập của học sinh.

Những năm gần đây, ứng dụng Trí tuệ nhân tạo trong Giáo dục ngày càng được các nhà giáo dục quan tâm. Từ phân tích dữ liệu từ 32 công trình về lĩnh vực này, Li & cs. (2025) khẳng định các công cụ cá nhân hóa học tập dựa trên nền tảng AI giúp nâng cao hiệu quả học tập của học sinh, đặc biệt hiệu quả khi gắn với các bài toán thực tế. Nghiên cứu thực nghiệm cũng cho thấy các AI tạo sinh có hiệu quả tích cực trong việc tạo ra những bài kiểm tra chất lượng nhờ khả năng dự đoán câu trả lời của học sinh (Hwang & Chen, 2023; Lê & cs., 2023; Lo, 2023). Đồng thời, các nghiên cứu cũng chỉ ra AI có thể hỗ trợ cá nhân hóa bài tập theo năng lực, cải thiện khả năng giải bài toán bằng cách lập phương trình của học sinh (Chau & cs., 2025; Nguyễn & cs., 2024; Wardat & cs., 2023). Các nghiên cứu trên tập trung đánh giá hiệu quả của chatbot trong việc giải đáp, cung cấp lời giải hoàn chỉnh hoặc ứng dụng mô hình tạo sinh để tự động hóa khâu ra đề. Tuy nhiên, hướng tiếp cận sử dụng AI để can thiệp vào từng bước giải của các dạng toán có thuật toán vẫn chưa được khai thác đầy đủ. Một khoảng trống nghiên cứu là làm thế nào để kiểm soát mức độ hỗ trợ của AI nằm đúng trong vùng phát triển gần của học sinh, giới hạn các câu trả lời theo từng bước giải mà không cung cấp lời giải hoàn chỉnh cho bài toán.

Những phân tích trên cho thấy chưa có công trình nào nghiên cứu ứng dụng AI để xây dựng Web game tương tác nhằm phát triển năng lực giải quyết vấn đề của học sinh ở chủ đề này. Nhằm giải quyết mâu thuẫn giữa nhu cầu cá nhân hóa hỗ trợ học sinh và nguy cơ làm giảm tư duy của học sinh khi sử dụng AI, bài viết đề xuất một biện pháp tích hợp Trí tuệ nhân tạo thông qua Web game "Đấu trường phương trình". Bài toán được chia thành các cổng cần vượt qua, học sinh phân tích và giải quyết bài toán theo từng chặng đưa ra câu trả lời. AI dựa vào phản hồi của học sinh sẽ mở ra chặng kế tiếp hoặc gợi ý sửa chữa các sai lầm. Sau đó, người học điều chỉnh câu trả lời và tương tác lại với ứng dụng. Đồng thời, chúng tôi tiến hành thực nghiệm trên 91 học sinh lớp 8 tại Thành phố Hồ Chí Minh để đánh giá hiệu quả của biện pháp.

2. Cơ sở lý luận

2.1. Năng lực giải quyết vấn đề toán học

Chương trình Giáo dục phổ thông 2018 (Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2018) xác định năng lực giải quyết vấn đề toán học là một trong những năng lực cốt lõi. Về bản chất, đây là khả năng huy động kiến thức, kỹ năng toán học và các năng lực nhận thức khác để giải quyết thành

công các tình huống, vấn đề thực tiễn hoặc toán học mà ở đó lời giải chưa được biết trước. Yêu cầu cần đạt đối với học sinh cấp trung học cơ sở về năng lực giải quyết vấn đề toán học biểu hiện qua Bảng 1.

Bảng 1. Biểu hiện của năng lực giải quyết vấn đề toán học và biểu hiện của học sinh trung học cơ sở

Biểu hiện của năng lực giải quyết vấn đề toán học	Biểu hiện của học sinh trung học cơ sở
Nhận biết, phát hiện được vấn đề cần giải quyết bằng toán học	Xác định được tình huống có vấn đề, thu thập, sắp xếp, giải thích và đánh giá được độ tin cậy của thông tin; chia sẻ sự am hiểu vấn đề với người khác
Lựa chọn, đề xuất được cách thức, giải pháp giải quyết vấn đề	Lựa chọn và thiết lập được cách thức, quy trình và trình bày được các cách thức giải quyết vấn đề
Sử dụng được các kiến thức, kĩ năng toán học tương thích (bao gồm các công cụ, thuật toán) để giải quyết vấn đề đặt ra	Thực hiện và trình bày được cách giải quyết vấn đề
Đánh giá được phương pháp đề ra và khái quát hóa được cho vấn đề tương tự	Đánh giá được giải pháp đã thực hiện; phản ánh được giá trị của giải pháp; khái quát hóa được cho vấn đề tương tự

Dựa trên tiến trình giải toán của Polya (1973) và phân tích trên, đối với chủ đề "Giải bài toán bằng cách lập phương trình" trong chương trình Toán 8 (Trần & cs., 2023), chúng tôi cho rằng năng lực giải quyết vấn đề toán học được biểu hiện qua 4 biểu hiện sau:

- *Nhận biết và phát hiện vấn đề*: Học sinh có khả năng đọc hiểu văn bản, xác định đúng các dữ kiện từ một tình huống thực tiễn (như bài toán chuyển động, năng suất, phần trăm, tài chính). Học sinh xác định được đâu là giả thiết (đại lượng đã biết), đâu là kết luận (đại lượng cần tìm) và mối quan hệ ràng buộc giữa chúng.

- *Lập kế hoạch giải quyết*: Đây là bước cốt lõi và thường gây nhiều khó khăn cho học sinh lớp 8. Biểu hiện của năng lực là việc học sinh biết cách chọn ẩn số phù hợp, đặt điều kiện hợp lý cho ẩn; biểu diễn các đại lượng chưa biết qua ẩn và các đại lượng đã biết; từ đó thiết lập được phương trình bậc nhất một ẩn cho bài toán.

- *Thực hiện kế hoạch*: Học sinh vận dụng các quy tắc biến đổi tương đương để giải quyết phương trình vừa thiết lập một cách chính xác.

- *Kiểm tra, đánh giá và kết luận*: Học sinh phải có năng lực đối chiếu nghiệm tìm được với điều kiện ban đầu của ẩn và ngữ cảnh thực tiễn của bài toán để đưa ra kết luận. Đồng thời có thể đề xuất các hướng giải khác hoặc bài toán tổng quát hơn.

2.2. Vận dụng lý thuyết Vùng phát triển gần của Vygotsky vào việc thiết kế AI như một người hướng dẫn từng bước

Lý thuyết Vùng phát triển gần (Zone of Proximal Development - ZPD) được Vygotsky (1978) định nghĩa là khoảng cách giữa mức độ phát triển thực tế và mức độ phát triển tiềm năng, tức là khoảng cách giữa những gì người học có thể làm một cách độc lập và những gì họ có thể

đạt được với sự hướng dẫn từ người khác có kiến thức hơn (như giáo viên hoặc bạn bè).

Phát triển từ nền tảng ZPD, khái niệm "Giàn giáo nhận thức" do Wood & cs. (1976) đề xuất, mô tả hệ thống các hỗ trợ tạm thời và tương tác thích ứng giúp người học vượt qua vùng ZPD của chính mình để hoàn thành một nhiệm vụ học tập mà họ chưa thể tự làm được. Khi năng lực của người học tăng lên, hệ thống "giàn giáo" này sẽ dần được rút bớt cho đến khi người học hoàn toàn tự chủ.

Với sự phát triển của công nghệ giáo dục hiện đại, hệ thống dạy học tương tác (như Web Game, Chatbot), AI có thể đảm nhận vai trò của một gia sư để cung cấp "giàn giáo nhận thức". Việc ứng dụng lý thuyết ZPD vào thiết kế AI được thể hiện qua các nguyên tắc sau:

- *Chẩn đoán khó khăn của người học*: AI không cung cấp lời giải sẵn. Nó phân tích phản hồi của học sinh để xác định đang gặp khó khăn ở bước nào. Từ đó, ứng dụng đưa ra câu hỏi gợi mở. Quá trình này được lặp lại đến khi người học vượt qua khó khăn, hoàn thành lời giải.

- *Hỗ trợ phân tầng*: Tương ứng với vùng ZPD của từng cá nhân, AI đóng vai trò người hướng dẫn từng bước. Nó sẽ cung cấp các mức độ hỗ trợ từ thấp đến cao: bắt đầu bằng việc đặt câu hỏi gợi mở, đến cung cấp gợi ý một phần và cuối cùng là giải thích chi tiết nếu học sinh vẫn liên tục thất bại.

- *Phản hồi kiến tạo*: AI đóng vai trò như một người hướng dẫn phản biện. Thay vì chỉ báo "Đúng" hay "Sai", AI giải thích nguyên nhân dẫn đến sai lầm của học sinh, giúp người học tự điều chỉnh lại nhận thức.

- *Rút ngắn bước trung gian một cách phù hợp*: Khi hệ thống AI đủ dữ liệu khẳng định học sinh đã thành thạo việc lập phương trình cho một dạng toán cụ thể thông qua các lần giải quyết thành công, nó sẽ giảm bớt các gợi ý trung gian, chuyển học sinh sang chặng cao hơn, qua đó thúc đẩy vùng phát triển tiềm năng chuyển hóa thành mức độ phát triển thực tế.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng thiết kế bán thực nghiệm kết hợp giữa đánh giá định lượng và phân tích định tính. Quá trình đối chiếu được thực hiện trên hai nhóm đối tượng độc lập: nhóm thực nghiệm (sử dụng web game "Đấu trường phương trình" có tích hợp AI) để luyện tập và nhóm đối chứng (học tập theo phương pháp truyền thống). Biến độc lập của nghiên cứu là việc áp dụng cơ chế chặn cổng tuần tự thông qua công cụ AI, và biến phụ thuộc là sự phát triển năng lực giải quyết vấn đề toán học của học sinh.

3.2. Khách thể nghiên cứu

Thực nghiệm được triển khai tại Trường Trung học cơ sở Bình Lợi Trung, Thành phố Hồ Chí Minh với tổng số 91 học sinh khối 8 tham gia. Khách thể được phân chia theo hai lớp học tự nhiên: nhóm thực nghiệm (Lớp 8A5, n = 46) và nhóm đối chứng (Lớp 8A11, n = 45).

Để kiểm soát các biến ngoại lai và kiểm chứng tính tương đương về năng lực nhận thức đầu vào, nghiên cứu đã sử dụng điểm thi học kỳ I môn Toán. Kết quả thống kê cho thấy không có sự chênh lệch. Điểm thi trung bình môn Toán của nhóm thực nghiệm là 6,5 và nhóm đối chứng là 6,4.

3.3. Công cụ can thiệp

Sau khi hoàn thành phần lý thuyết, nhóm thực nghiệm tiến hành luyện tập trên ứng dụng Web game "Đấu trường phương trình" (được tích hợp trợ lý AI thích ứng - https://share.gemini.google/3YCg7GjQQXYc).

Quy trình xây dựng và huấn luyện hệ thống AI trong Web game được thực hiện theo 3 bước như sau:

- Xây dựng cơ sở tri thức chuẩn hóa: Chúng tôi tích hợp cơ sở lý luận, nội dung chủ đề "Giải bài toán bằng cách lập phương trình bậc nhất" cùng hệ thống phân loại dạng toán và các bước giải tương ứng lên nền tảng Google NotebookLM. Mục tiêu là định hình tri thức chuẩn xác, làm cơ sở cho AI thiết lập các hỗ trợ giàn giáo can thiệp đúng vùng phát triển gần của học sinh.

- Thiết kế Prompt hệ thống và cơ chế phản hồi thích ứng: Dữ liệu tri thức từ NotebookLM được kết nối với Google AI Studio. Đối với từng dạng toán, hệ thống được cấu hình để xuất ra cấu trúc lời giải tổng quát cùng cơ sở dữ liệu bài tập biến thiên trong 1 mảng giới hạn phù hợp. Dựa trên thuật toán Vibe coding, ứng dụng tự động sinh các câu lệnh (prompts) điều hướng tương thích với mục tiêu của từng bước giải. Nhằm đảm bảo tính chính xác sư phạm, phản hồi của AI bắt buộc phải đối chiếu với cơ sở dữ liệu trên NotebookLM và kích hoạt cơ chế tự kiểm chứng tính toán 3 lần trước khi xuất kết quả cho học sinh. Hệ thống đồng thời đánh giá độ chính xác của câu trả lời để quyết định việc mở khóa chặng thử thách kế tiếp.

- Tối ưu hóa chức năng ứng dụng: Qua quá trình chạy thử nghiệm và điều chỉnh mã nguồn, ứng dụng đã hoàn thiện 3 tính năng cốt lõi:

+ Khởi tạo tự động các bài toán thực tiễn với số liệu ngẫu nhiên trong giới hạn chuẩn hóa;
+ Tương tác và cung cấp phản hồi thích ứng theo thời gian thực thông qua Chatbot AI;
+ Theo dõi và quản lý tiến trình phát triển năng lực cá nhân của từng học sinh trong một lần luyện tập.

3.3.1. Chức năng cung cấp các bài toán thực tế

Khi học sinh bấm một trong các nút lệnh như Xưởng May Thần Tốc, Tay Đua Xuyên Thời Gian, Bậc Thầy Săn Sale, ứng dụng sẽ đưa ra nội dung bài toán có lời văn mang tính thực tiễn tương ứng. Các bài toán này được thiết kế phân bậc từ dễ đến khó để học sinh làm quen với tiến trình mô hình hóa toán học.

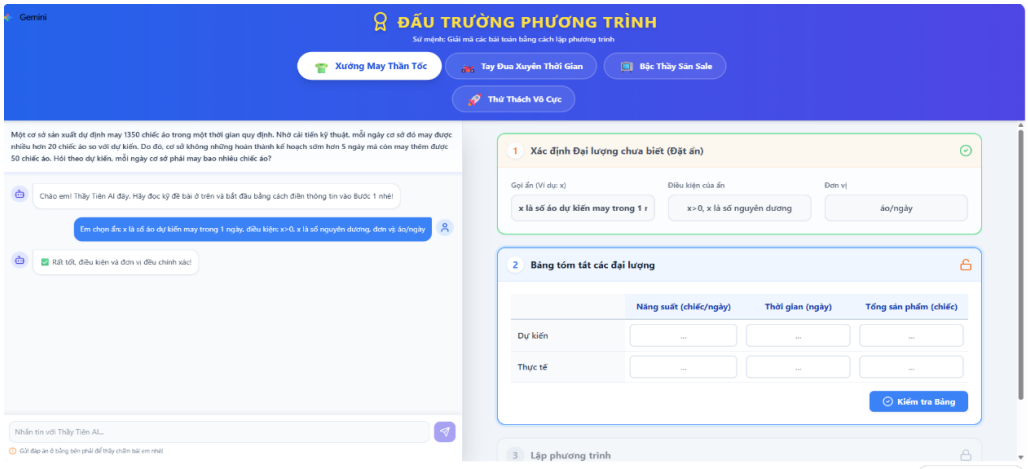
Ngoài ra, ứng dụng xây dựng chức năng mở qua Nút Thử Thách Vô Cực. Thay vì các bài toán có ngữ cảnh cố định, học sinh tải lên một bài toán mà các em đang gặp khó khăn. AI sẽ tự động đọc dữ liệu đề bài, xây dựng phân bậc tiến trình và tiến hành đặt câu hỏi hướng dẫn, kiểm tra câu trả lời của từng học sinh.

3.3.2. Chức năng tương tác và phản hồi theo thời gian thực thông qua chatbot AI

Sau khi phân tích và thiết lập các chặng cho bài toán, ứng dụng đưa ra câu hỏi thảo luận và thu thập phản hồi của học sinh qua các nút lệnh.

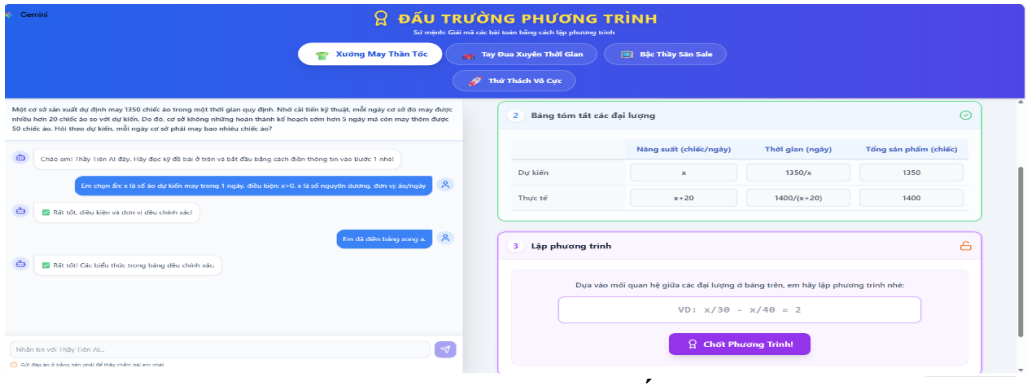
- *Nút Gửi*: Gửi thông tin mà học sinh vừa nhập ở các bước cho AI xử lý, đồng thời trả lời những thắc mắc của học sinh.

- *Nút Kiểm Tra Bước 1*: Yêu cầu học sinh nhập chính xác đại lượng cần gọi là ẩn, kèm theo đơn vị và điều kiện của ẩn. Khi học sinh trả lời sai thì được đặt câu hỏi gợi ý sửa chữa sai lầm, nhập lại đáp án đúng.



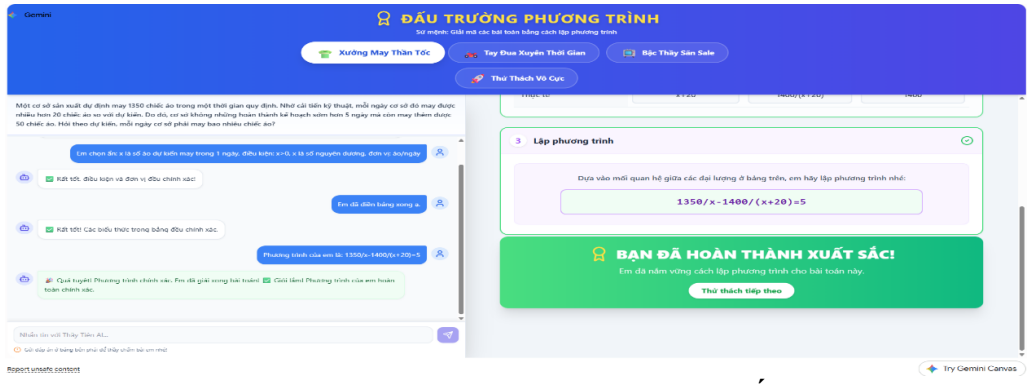
Hình 1. Giao diện học sinh nhập điều kiện cho ẩn

- *Nút Kiểm Tra Bảng*: Chỉ mở khóa khi Bước 1 đã hoàn thành đúng. Học sinh phải điền đúng các biểu thức toán học biểu diễn mối quan hệ giữa các đại lượng đã biết và chưa biết vào các ô trống của bảng.



Hình 2. Giao diện khi học sinh tóm tắt các đại lượng

- *Nút Chốt Phương Trình*: Chỉ mở khóa khi Bước 2 hoàn thiện. Yêu cầu học sinh dựa vào bảng tóm tắt để viết ra phương trình bậc nhất một ẩn biểu thị đúng yêu cầu của bài toán.



Hình 3. Giao diện học sinh nhập phương trình thiết lập được

3.4. Công cụ đo lường

Công cụ đo lường chính của nghiên cứu là bài kiểm tra năng lực sau thực nghiệm với thời lượng 90 phút. Bài kiểm tra được xây dựng dựa trên ma trận mục tiêu của Chương trình Giáo dục phổ thông 2018, bao gồm trắc nghiệm khách quan và tự luận.

Hệ thống câu hỏi được thiết kế theo các pha để đo lường năng lực giải quyết vấn đề, bao gồm: (1) năng lực xác định các đại lượng trong bài toán, điều kiện của ẩn; (2) Kỹ năng thiết lập phương trình; (3) Năng lực giải, biện luận và đối chiếu nghiệm với điều kiện thực tiễn. Nội dung đo lường bao quát các tình huống thực tiễn thường gặp như bài toán năng suất, chuyển động, tuổi tác và hình học. Đề kiểm tra đã được thông qua hội đồng giáo viên chuyên môn Toán tại trường THCS thực nghiệm trước khi áp dụng.

3.5. Quy trình thực nghiệm

Thực nghiệm sư phạm được tiến hành song song tại hai lớp trong thời gian giảng dạy chủ đề "Giải bài toán bằng cách lập phương trình" thuộc chương trình Toán 8.

Thời gian thực hiện trong 2 tuần, mỗi tuần 2 tiết.

Đối với nhóm đối chứng: Giáo viên sử dụng phương pháp đàm thoại giải quyết vấn đề, đặt các câu hỏi gợi mở học sinh phát hiện các bước lập phương trình. Từ đó, giáo viên cùng học sinh sửa một bài toán mẫu. Sau đó, học sinh rèn luyện kỹ năng giải 6 bài tập trên giấy.

Đối với nhóm thực nghiệm: Giáo viên giảng dạy là tác giả bài viết, xây dựng lý thuyết như lớp đối chứng. Sau đó, học sinh thực hành giải toán qua tương tác với nền tảng Web game "Đấu trường phương trình". Thông qua "cơ chế chặn cổng tuần tự", trợ lý AI không cung cấp đáp án mà triển khai các kịch bản đàm thoại gợi mở. Học sinh bắt buộc phải thao tác đúng ở từng trạm nhận thức (gọi ẩn, đặt điều kiện, lập bảng đại lượng) mới được hệ thống mở khóa dữ kiện để thiết lập phương trình. Sau đó, học sinh trình bày lời giải trên giấy nạp cho giáo viên.

4. Kết quả thực nghiệm

4.1. Kết quả định tính

Qua quá trình quan sát và phỏng vấn bán cấu trúc 46 học sinh lớp thực nghiệm, dữ liệu định tính được phân tích và nhóm thành ba chủ đề sau:

- *Động cơ và hứng thú học tập*: Trải nghiệm trò chơi hóa kết hợp AI đã thay đổi thái độ học tập của học sinh. Hầu hết các em thể hiện sự hào hứng và chủ động tích cực. Một học sinh chia sẻ: "Em thấy giải toán giống chơi game, muốn chinh phục để chiến thắng."

- *Hiệu quả của tính năng phản hồi thích ứng từ AI*: Thay vì cung cấp đáp án trực tiếp, AI đã đóng vai trò như một giàn giáo nhận thức, chỉ dẫn người học tự phát hiện sai lầm. Minh chứng là việc đặt điều kiện cho ẩn số: "Em hay quen nhập điều kiện là $x > 0$, trò chơi bảo em xem lại giá của sản phẩm. Lúc đó em mới phát hiện điều kiện phải là $x > 12000$." Hoặc trong quá trình lập phương trình: "AI không chỉ ra lỗi sai ngay, nó kêu em đọc kỹ lại vận tốc của lần đi và về... Nó chỉ chi tiết các chỗ sai để em tự sửa."

- *Phân hóa năng lực*: Tốc độ hoàn thành nhiệm vụ có sự phân hóa. Phần lớn học sinh giải quyết thành công 6 bài toán (thuộc 3 dạng khác nhau) trong thời lượng 2 tiết. Có 9 học sinh với năng lực tốt đã vượt qua giới hạn của trò chơi bằng cách chủ động tìm kiếm các bài tập tương tự trên internet và yêu cầu AI hỗ trợ mở rộng. Ngược lại, vẫn còn 3 học sinh chỉ hoàn thành 4 bài toán do những bỡ ngỡ ban đầu khi làm quen với thao tác nhập liệu và giao diện tương tác.

4.2. Kết quả định lượng

Kết quả bài kiểm tra sau thực nghiệm của 91 học sinh được thu thập và xử lý bằng công cụ Data Analysis trên phần mềm Microsoft Excel. Các tham số thống kê đặc trưng về điểm số của hai nhóm được tổng hợp chi tiết tại Bảng 2.

Bảng 2. Các tham số thống kê mô tả của hai nhóm học sinh

Các tham số thống kê	Lớp thực nghiệm (8A5)	Lớp đối chứng (8A11)
Sĩ số (n)	46	45
Điểm trung bình ($\bar{x}$)	7,54	6,38
Phương sai (s^2)	1,80	2,28
Độ lệch chuẩn (s)	1,34	1,51
Mức độ ảnh hưởng (ES)	0,81	

Qua bảng số liệu, điểm trung bình của nhóm thực nghiệm ($\bar{x} = 7{,}54$) cao hơn so với nhóm đối chứng ($\bar{x} = 6{,}38$). Đồng thời, nhóm thực nghiệm có phương sai ($s^2 = 1{,}80$) và độ lệch chuẩn ($s = 1{,}34$) thấp hơn so với nhóm đối chứng ($s^2 = 2{,}28$; $s = 1{,}51$). Điều đó cho thấy phổ điểm của học sinh nhóm thực nghiệm phân tán ít hơn và có xu hướng hội tụ cao xung quanh giá trị trung bình, phản ánh sự phát triển đồng đều về năng lực giữa các học sinh trong nhóm.

Tiến hành kiểm định T-test độc lập cho hai mẫu có phương sai không bằng nhau với mức ý nghĩa $\alpha = 0{,}05$, tương ứng với độ tin cậy bằng 95%.

Giả thuyết (H_0): "Điểm trung bình của kết quả học tập giữa nhóm thực nghiệm và nhóm đối chứng không có sự chênh lệch".

Đối thuyết (H_1): "Điểm trung bình của kết quả học tập giữa nhóm thực nghiệm và nhóm đối chứng có sự chênh lệch thật sự".

Kết quả kiểm định giả thuyết được trình bày tại Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả kiểm định t-test sau thực nghiệm

Đại lượng kiểm định	Giá trị
Hiệu số trung bình giả thuyết	0
Bậc tự do (df)	87
Giá trị thống kê t	3,88
Giá trị t_α tới hạn hai phía	1,99
Giá trị P hai phía	0,0002
Mức độ ảnh hưởng (Cohen's d)	0,81

Giá trị thống kê thực nghiệm $t = 3{,}88$ lớn hơn giá trị tới hạn hai phía $t_\alpha = 1{,}99$. Đồng thời, giá trị xác suất $p = 0{,}0002$ nhỏ hơn so với mức ý nghĩa cho phép $\alpha = 0{,}05$. Do đó, bác bỏ giả thuyết H_0 và chấp nhận đối thuyết H_1 với mức ý nghĩa 5%.

5. Thảo luận

Mục tiêu cần đạt của chủ đề "Giải bài toán bằng cách lập phương trình" lớp 8 không chỉ là kỹ năng tính toán, mà còn phát triển năng lực mô hình hóa và giải quyết vấn đề toán học. Web game "Đấu trường phương trình" tác động vào các chặng của bài toán một cách có kiểm soát. Quy trình này buộc học sinh phải hoàn thành độc lập và tuần tự từng chặng nhận thức: Chặng 1 (Chọn ẩn và đặt điều kiện) → Chặng 2 (Lập bảng phân tích các đại lượng) → Chặng 3 (Thiết lập phương trình). Trợ lý AI đóng vai trò như một gia sư, đặt ra các câu hỏi gợi mở phân bậc khi phát hiện học sinh gặp khó khăn, không cung cấp đáp số. Nhờ đó, học sinh đặt được điều kiện chính xác cho các ẩn, thuần thục trong việc lập bảng phân tích mối quan hệ giữa các đại lượng, chuyển các quan hệ thành các đẳng thức, phương trình bậc nhất. Theo thuyết vùng phát triển gần của Vygotsky, phương pháp này giúp thu hẹp khoảng cách giữa khả năng tự lực của học sinh và mức độ thách thức của bài toán, giảm các sai lầm logic phổ biến ở Chặng 2.

Đồng thời, việc chuyển các bài toán thành các thách thức trong một game giáo dục có tính điểm, bảng xếp hạng thi đua đã tạo một hứng thú học tập cho học sinh. Việc bị AI từ chối ở một chặng chặn nào đó không còn mang lại cảm giác thất bại như việc bị điểm kém trên giấy. Học sinh sẽ xem đó là một mức cần chinh phục lại trong trò chơi. Nó kích thích tính kiên trì và biến quá trình sửa lỗi thành một động lực để vượt qua khó khăn.

Khi đối chiếu với nghiên cứu của Lê & cs. (2023) về khả năng giải toán của ChatGPT ở cấp Trung học, nhóm tác giả này đưa ra những cảnh báo về nguy cơ học sinh lạm dụng AI để sao chép lời giải cho các bài kiểm tra định kỳ, gây suy giảm năng lực tư duy độc lập. Kết quả thực nghiệm của chúng tôi phần nào giải quyết và tháo gỡ mối lo ngại này. AI sẽ không làm suy giảm tư duy nếu nó được đặt trong một kịch bản sư phạm có kiểm soát. Kết quả này cũng đồng thuận với xu hướng quốc tế của Li & cs. (2025), Chau & cs. (2025) khi khẳng định các hệ thống gia sư thông minh tích hợp AI có khả năng cá nhân hóa tiến trình học tập và tối ưu năng lực giải quyết vấn đề toán học của học sinh.

Mặc dù thực nghiệm bước đầu là khả quan, nhóm tác giả nhận thấy nghiên cứu này vẫn tồn tại một số giới hạn cần được khắc phục.

- Thực nghiệm sư phạm chỉ mới được triển khai trên quy mô tương đối hẹp với 91 học sinh tại một trường trung học cơ sở thuộc địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh. Do đó, tính đại diện của dữ liệu chưa đủ lớn để khái quát hóa cho toàn bộ học sinh khối 8.

- Nền tảng phụ thuộc vào độ ổn định của kết nối mạng Internet và năng lực xử lý ngôn ngữ tự nhiên của mô hình AI. Trong một số trường hợp học sinh nhập câu trả lời bằng từ viết tắt, địa phương, AI sẽ phản hồi chậm hoặc sai lệch, làm thay đổi kịch bản sư phạm và đòi hỏi sự can thiệp trực tiếp của giáo viên.

- Để áp dụng hiệu quả Web game tích hợp AI vào thực tiễn giảng dạy, cơ sở giáo dục cần đảm bảo hạ tầng công nghệ thông tin đồng bộ, đặc biệt là kết nối Internet băng thông rộng và ổn định. Trong điều kiện nhà trường chưa đáp ứng đủ số lượng máy tính tại phòng thực hành, giải pháp linh hoạt là trang bị máy tính bảng hoặc cho phép học sinh sử dụng thiết bị di động cá nhân có kiểm soát của giáo viên.

6. Kết luận

Nghiên cứu đã thiết kế và kiểm chứng hiệu quả của Web game "Đấu trường phương trình" tích hợp Trí tuệ nhân tạo trong việc phát triển năng lực giải quyết vấn đề toán học của học sinh lớp thực nghiệm. Bằng cách cho AI phân tích, chia bài toán thành các chặng, học sinh từng bước được hỗ trợ vượt qua quy trình giải bài toán bằng cách lập phương trình. Kết quả định lượng từ thực nghiệm trên 91 học sinh cho thấy nhóm sử dụng Web game đạt điểm trung

bình cao hơn so với nhóm học truyền thống với mức độ tác động Cohen's $d = 0{,}81$. Nghiên cứu gợi mở khả năng ứng dụng AI để tác động đến vùng phát triển gần, cá nhân hóa việc học của học sinh để phát triển năng lực giải quyết vấn đề toán học.

Để nâng cao giá trị ứng dụng, các nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng quy mô mẫu khảo sát trên nhiều địa bàn khác nhau. Đồng thời, cần xây dựng một tệp kiến thức về các từ viết tắt, ngôn ngữ địa phương hay gặp trong chủ đề để huấn luyện AI, cải thiện khả năng xử lý ngôn ngữ tự nhiên.

Tài liệu tham khảo

Ban Chấp hành Trung ương Đảng. (2013). *Nghị quyết số 29-NQ/TW ngày 04/11/2013 về đổi mới căn bản, toàn diện giáo dục và đào tạo, đáp ứng yêu cầu công nghiệp hóa, hiện đại hóa trong điều kiện kinh tế thị trường định hướng xã hội chủ nghĩa và hội nhập quốc tế*.

Bộ Giáo dục và Đào tạo. (2018). *Chương trình giáo dục phổ thông môn Toán* (ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TTBGDĐT ngày 26/12/2018 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo).

Chau, D. B., Luong, V. T., Long, T. T., & Linh, N. T. T. (2025). Personalized mathematics teaching with the support of AI chatbots to improve mathematical problem-solving competence for high school students in Vietnam. *European Journal of Educational Research, 14*(1), 323-333. https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.1.323

Đỗ, T. H. M., & Lê, Q. H. (2024). Dạy học tích hợp nội dung "Giải bài toán bằng cách lập phương trình" (Toán 8). *Tạp chí Giáo dục*, *24*(số đặc biệt 12), 79-83. Truy cập từ https://tcgd.tapchigiaoduc.edu.vn/index.php/tapchi/article/view/2828

Hwang, G. J., & Chen, N. S. (2023). Editorial Position Paper: Exploring the Potential of Generative Artificial Intelligence in Education: Applications, Challenges, and Future Research Directions. *Educational Technology & Society*, *26*(2), i-xviii. https://doi.org/10.30191/ETS.202304_26(2).0014

Lê, A. V., Bùi, T. D., Lê, Q. Q., & Vũ, V. L. (2023). Khả năng thực hiện bài kiểm tra định kì môn Toán và môn Ngữ văn cấp Trung học của công cụ ChatGPT: Kết quả nghiên cứu và một số khuyến nghị ban đầu. *Tạp chí Khoa học Giáo dục Việt Nam*, *19*(2), 1-10. Truy cập từ http://vjes.vnies.edu.vn/sites/default/files/khdgvn_-_tap_19_-_so_02_-_no_01-1-10.pdf

Li, S., Zeng, C., Liu, H., Jia, J., Liang, M., Cha, Y., Lim, C. P., & Wu, X. (2025). A meta-analysis of AI-enabled personalized STEM education in schools. *International Journal of STEM Education*, *12*, Article 58. https://doi.org/10.1186/s40594-025-00566-y

Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, *13*(4). https://doi.org/10.3390/educsci13040410

Nguyễn, N. G., Phạm, H. T., Nguyễn, T. N., Nguyễn, V. D., & Nguyễn, T. A. (2024). Sử dụng ChatGPT hỗ trợ dạy học giải các bài toán xác suất ở trung học cơ sở. *Tạp chí Giáo dục*, *24*(số đặc biệt 1), 38-42. Truy cập từ https://tcgd.tapchigiaoduc.edu.vn/index.php/tapchi/article/view/1552

Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton: Princeton University Press.

Trần, N. D. (Tổng Chủ biên), Trần, Đ. H., Nguyễn, T. A. (Đồng chủ biên), Nguyễn, C., Nguyễn, V. H., Ngô, H. L., & Huỳnh, N. T. (2023). *Toán 8 - Chân Trời sáng tạo* (Tập 2). Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.

Vo, X. M., & Nguyen, K. H. (2025). Developing student's self-study competence through teaching the equation - Math 8. *Dong Thap University Journal of Science*, *14*(07S), 221-234. https://doi.org/10.52714/dthu.14.07S.2025.1715

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes* (M. Cole, V. Jolm-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4

Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 19*(7), em2286. https://doi.org/10.29333/ejmste/13272

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17, 89-100. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x