

THE IMPACT OF AI-INTEGRATED TEACHING WITHIN THE TPACK FRAMEWORK ON GRADE 5 STUDENTS' LEARNING OF PROBABILITY CONCEPTS

Nguyen Ngoc Giang¹, Nguyen Thi Kieu²,
Nguyen Viet Duong³, Ha Thai Thuy Lam^{*4}

* Corresponding author:
Email: httlam@dthu.edu.vn

¹ Email: giangnn@hub.edu.vn
Ho Chi Minh City University of Banking
36 Ton That Dam street, Sai Gon ward,
Ho Chi Minh City, Vietnam

² Email: ntkieu@dthu.edu.vn
Dong Thap University
783 Pham Huu Lau street, Cao Lanh ward,
Dong Thap province, Vietnam

³ Email: duongnv@phd.hcmue.edu.vn
Ho Chi Minh City University of Education
280 An Duong Vuong street, Cho Quan ward,
Ho Chi Minh City, Viet Nam

⁴ Dong Thap University
783 Pham Huu Lau street, Cao Lanh ward,
Dong Thap province, Vietnam

Received: 28/12/2025

Revised: 17/3/2026

Accepted: 10/4/2026

Published: 20/5/2026

Abstract: This study aims to evaluate the impact of AI-integrated teaching based on the AI-TPACK framework on grade 5 students' learning outcomes in experimental probability through the lesson "The ratio of the number of occurrences of an event to the total number of trials". The study employed a quasi-experimental pre-test-post-test control-group design involving two grade 5 classes with equivalent initial levels. The experimental group was taught using the AI-TPACK approach, supported by AI tools for simulation, data visualization, and learning feedback, while the control group was taught using traditional instructional methods. Quantitative analysis showed that the post-test mean score of the experimental group ($M = 7.68$, $SD = 0.88$) was significantly higher than that of the control group ($M = 6.41$, $SD = 0.93$), with a statistically significant difference ($p < 0.05$). In addition, the results of the learning interest survey indicated that the experimental group achieved a higher mean score ($M = 4.19$, $SD = 0.48$) compared to the control group ($M = 3.44$, $SD = 0.59$). Qualitative analysis from classroom observations and survey responses revealed that students in the experimental group showed noticeable improvement in understanding the nature of experimental probability, expressing mathematical reasoning, and learning motivation.

Keywords: AI-integrated instruction, TPACK framework, experimental probability, Grade 5 Mathematics, experimental study, learning outcomes, artificial intelligence in education.

TÁC ĐỘNG CỦA DẠY HỌC TÍCH HỢP AI THEO KHUNG TPACK ĐẾN HỌC TẬP MỘT SỐ YẾU TỐ XÁC SUẤT CỦA HỌC SINH LỚP 5

Nguyễn Ngọc Giang¹, Nguyễn Thị Kiều²,
Nguyễn Việt Dương³, Hà Thái Thủy Lam^{*4}

* Tác giả liên hệ:
Email: httlam@dthu.edu.vn

¹ Email: giangnn@hub.edu.vn
Trường Đại học Ngân hàng Thành phố Hồ Chí Minh
36 Tôn Thất Đạm, phường Sài Gòn,
Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

² Email: ntkieu@dthu.edu.vn
Trường Đại học Đồng Tháp
783 Phạm Hữu Lầu, phường Cao Lãnh,
tỉnh Đồng Tháp, Việt Nam

³ Email: duongnv@phd.hcmue.edu.vn
Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh
280 An Dương Vương, phường Chợ Quán, Thành phố
Hồ Chí Minh, Việt Nam

⁴ Trường Đại học Đồng Tháp
783 Phạm Hữu Lầu, phường Cao Lãnh,
tỉnh Đồng Tháp, Việt Nam

Nhận bài: 28/12/2025

Chỉnh sửa xong: 17/3/2026

Chấp nhận đăng: 10/4/2026

Xuất bản: 20/5/2026

Tóm tắt: Nghiên cứu này đánh giá tác động của dạy học tích hợp trí tuệ nhân tạo theo khung AI-TPACK đến kết quả học tập nội dung xác suất thực nghiệm của học sinh lớp 5, thông qua bài học "Tỉ số của số lần lặp lại một sự kiện so với tổng số lần thực hiện". Nghiên cứu được tiến hành theo phương pháp thực nghiệm sự phạm có đối chứng với thiết kế tiền kiểm và hậu kiểm trên hai lớp học sinh lớp 5 có trình độ tương đương. Nhóm thực nghiệm được tổ chức dạy học theo mô hình AI-TPACK với sự hỗ trợ của các công cụ AI trong hoạt động mô phỏng, trực quan hóa dữ liệu và phân hồi học tập, trong khi nhóm đối chứng học theo phương pháp truyền thống. Kết quả phân tích định lượng cho thấy điểm trung bình hậu kiểm của nhóm thực nghiệm ($M = 7,68$; $SD = 0,88$) cao hơn rõ rệt so với nhóm đối chứng ($M = 6,41$; $SD = 0,93$) với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Bên cạnh đó, kết quả khảo sát hứng thú học tập cũng cho thấy nhóm thực nghiệm đạt điểm trung bình cao hơn ($M = 4,19$; $SD = 0,48$) so với nhóm đối chứng ($M = 3,44$; $SD = 0,59$). Phân tích định tính từ quan sát lớp học và phiếu khảo sát cho thấy học sinh nhóm thực nghiệm có sự tiến bộ rõ rệt về khả năng hiểu bản chất xác suất thực nghiệm, diễn đạt lập luận toán học và hứng thú học tập.

Từ khóa: Dạy học tích hợp AI, khung TPACK, xác suất thực nghiệm, Toán lớp 5, nghiên cứu thực nghiệm, kết quả học tập, công nghệ trí tuệ nhân tạo trong giáo dục.

1. Đặt vấn đề

Cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư với sự phát triển nhanh chóng của trí tuệ nhân tạo (AI), đang tạo ra những biến đổi sâu sắc trong lĩnh vực giáo dục, đặc biệt trọng cách thức thiết kế, tổ chức và cá nhân hóa hoạt động dạy học (Al-abdullatif, 2024; Tan và cộng sự, 2025). Không chỉ dừng lại ở vai trò hỗ trợ kỹ thuật, các công cụ AI tạo sinh (GenAI) còn có khả năng tạo mô phỏng, xử lý dữ liệu, trực quan hóa thông tin và tương tác thông minh, từ đó mở ra nhiều cơ hội mới cho việc đổi mới phương pháp dạy học theo định hướng phát triển năng lực người học (Holmes & Tuomi, 2022). Trong bối cảnh đó, yêu cầu đặt ra đối với giáo viên không chỉ là sử dụng công nghệ, mà biết tích hợp AI một cách có cơ sở su phạm và gắn với nội dung môn học cụ thể.

Khung lý thuyết TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) do Mishra và Koehler (2006) đề xuất đã cung cấp một nền tảng quan trọng để lý giải mối quan hệ tương tác giữa kiến thức nội dung (CK), kiến thức su phạm (PK) và kiến thức công nghệ (TK) trong dạy học. Tuy nhiên, sự xuất hiện của các GenAI với mức độ tự động hóa và tính thích ứng cao đã đặt ra yêu cầu mở rộng khung TPACK truyền thống. Gần đây, nhiều nghiên cứu đã đề xuất và phát triển khung AI-TPACK như một biến thể của TPACK, trong đó nhấn mạnh vai trò của kiến thức công nghệ AI và khả năng vận dụng AI như một đối tác su phạm trong quá trình dạy học (Celik, 2023; Lorenz và Romeike, 2023; Ning và cộng sự, 2024), nghĩa là thiết lập mối quan hệ cộng tác giữa giáo viên - học sinh - AI; trong đó AI hỗ trợ điều chỉnh lộ trình, cung cấp phản hồi và kích thích tư duy phản biện thay vì chỉ đưa ra đáp án có sẵn. Các nghiên cứu này cho thấy, việc tích hợp AI theo khung AI-TPACK có tiềm năng nâng cao hiệu quả dạy học, đặc biệt trong các bối cảnh học tập mang tính khám phá, thực nghiệm và xử lý dữ liệu.

Trong Chương trình môn Toán ở cấp Tiểu học, nội dung “Tỉ số của số lần lặp lại một sự kiện so với tổng số lần thực hiện” (Toán lớp 5) giữ vai trò nền tảng trong việc hình thành những hiểu biết ban đầu về xác suất thực nghiệm (Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2018). Tuy nhiên, đây là nội dung mang tính trừu tượng nhất định đối với học sinh tiểu học, do đòi hỏi người học phải thực hiện nhiều lần thử, thu thập và phân tích dữ liệu để nhận ra xu hướng ổn định của tỉ số khi số lần thực hiện tăng lên (Carmen Batanero và cộng sự, 2016). Trong thực tế dạy học, do hạn chế về thời gian và điều kiện tổ chức, các thí nghiệm thường chỉ được tiến hành với số lần thử nhỏ, khiến học sinh

khó nhận thức đầy đủ bản chất của xác suất thực nghiệm và dễ nhầm lẫn giữa kết quả ngẫu nhiên với quy luật thống kê.

Việc tích hợp các công cụ AI vào dạy học nội dung này được kì vọng có thể khắc phục những hạn chế nêu trên. Cụ thể, AI cho phép mô phỏng các thí nghiệm ngẫu nhiên với số lần thử lớn trong thời gian ngắn, trực quan hóa dữ liệu bằng bảng và biểu đồ, đồng thời hỗ trợ phản hồi tức thì khi học sinh mắc lỗi (Fock và Siller, 2025). Tuy nhiên, hiệu quả của AI không phụ thuộc vào bản thân công cụ, mà phụ thuộc vào cách giáo viên tích hợp AI trong mối quan hệ với mục tiêu nội dung và phương pháp su phạm. Điều này cho thấy sự cần thiết phải tiếp cận việc sử dụng AI trong dạy học Toán theo một khung lý thuyết tích hợp, trong đó AI-TPACK được xem là nền tảng phù hợp (Ning và cộng sự, 2024). Mặc dù AI-TPACK đã được đề cập trong một số nghiên cứu gần đây, các nghiên cứu thực nghiệm kiểm chứng tác động của dạy học tích hợp AI theo khung AI-TPACK đến kết quả học tập của học sinh Tiểu học, đặc biệt trong mạch kiến thức thống kê và xác suất vẫn còn hạn chế. Phần lớn các công trình hiện có tập trung vào bậc trung học hoặc giáo dục đại học, hoặc dừng lại ở mức đề xuất mô hình và phân tích nhận thức của giáo viên, chưa cung cấp đầy đủ bằng chứng thực nghiệm trong bối cảnh lớp học Tiểu học (Bagdonaitė và Dagienė, 2025).

Xuất phát từ những cơ sở lý luận và thực tiễn trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá tác động của dạy học tích hợp AI theo khung TPACK đến kết quả học tập xác suất thực nghiệm của học sinh lớp 5, thông qua bài học “Tỉ số của số lần lặp lại một sự kiện so với tổng số lần thực hiện”. Nghiên cứu tập trung trả lời các câu hỏi sau: 1) Việc tổ chức dạy học theo khung AI-TPACK ảnh hưởng như thế nào đến kết quả học tập của học sinh lớp 5 trong nội dung xác suất thực nghiệm? 2) Dạy học tích hợp AI theo TPACK có góp phần cải thiện khả năng giải thích, diễn đạt và giao tiếp toán học của học sinh hay không? 3) Mô hình dạy học này tác động như thế nào đến hứng thú học tập và mức độ tham gia học tập của học sinh?

Thông qua nghiên cứu thực nghiệm su phạm có đối chứng, bài viết hướng tới việc cung cấp bằng chứng khoa học về tính khả thi và hiệu quả của việc tích hợp AI theo khung AI-TPACK trong dạy học Toán ở cấp Tiểu học, đồng thời góp phần bổ sung cơ sở thực hiện cho việc triển khai AI trong giáo dục phổ thông Việt Nam.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo phương pháp thực nghiệm sư phạm có đối chứng, sử dụng thiết kế tiền kiểm - hậu kiểm với hai nhóm song song (Quasi-experimental pretest-posttest control group design). Thiết kế này cho phép đánh giá mức độ tác động của dạy học tích hợp AI theo khung AI-TPACK đến kết quả học tập xác suất thực nghiệm của học sinh lớp 5 thông qua việc so sánh sự thay đổi kết quả học tập giữa nhóm thực nghiệm và nhóm đối chứng trước và sau can thiệp. Trong thiết kế nghiên cứu, nhóm thực nghiệm được tổ chức dạy học theo mô hình tích hợp AI dựa trên khung AI-TPACK, trong khi nhóm đối chứng được dạy học cùng nội dung nhưng theo phương pháp truyền thống, không sử dụng công cụ AI. Cả hai nhóm đều được kiểm tra trước thực nghiệm (Pre-test) và sau thực nghiệm (Post-test) bằng cùng một công cụ đo lường, nhằm đảm bảo tính so sánh và kiểm soát các biến ngoại lai.

2.2. Đối tượng và mẫu nghiên cứu

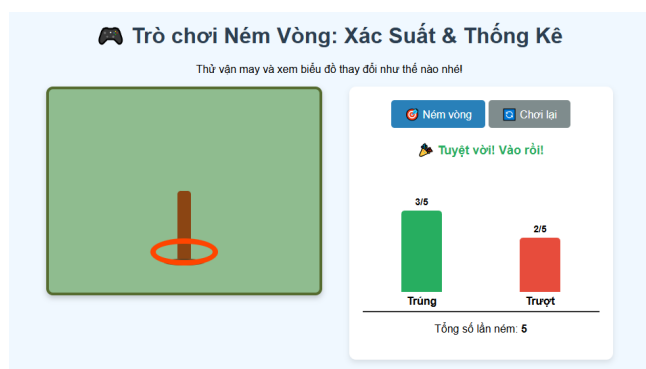
Đối tượng nghiên cứu là học sinh lớp 5 tại Trường Tiểu học Thực hành Sư phạm (phường Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp). Mẫu nghiên cứu gồm hai lớp 5 có trình độ học tập tương đương, được xác định dựa trên kết quả học tập môn Toán ở kì trước và kết quả bài test đầu vào. Cụ thể, một lớp được chọn làm nhóm thực nghiệm ($n = 35$ học sinh), lớp còn lại là nhóm đối chứng ($n = 35$ học sinh), với tổng số 70 học sinh tham gia nghiên cứu. Việc lựa chọn mẫu theo lớp học nguyên vẹn là phù hợp với đặc trưng của nghiên cứu giáo dục trong bối cảnh trường phổ thông, đồng thời đảm bảo tính khả thi và hạn chế ảnh hưởng đến tổ chức dạy học thường nhật của nhà trường.

Mặc dù quy mô mẫu còn hạn chế, thiết kế được triển khai trong bối cảnh lớp học thực tế và kết hợp cả phân tích định lượng và định tính, cho phép đánh giá hợp lý tác động của biện pháp dạy học được áp dụng.

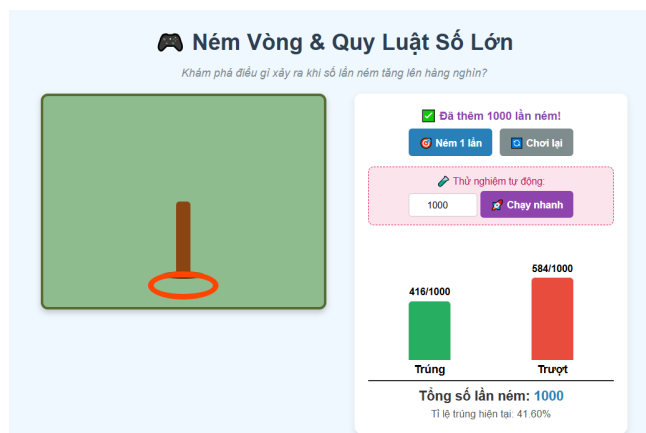
2.3. Nội dung và quy trình thực nghiệm

Thực nghiệm được tiến hành trong thời gian hai tiết học của bài "Tỉ số của số lần lặp lại một sự kiện so với tổng số lần thực hiện" thuộc mạch kiến thức Một số yếu tố xác suất - thống kê trong chương trình Toán lớp 5 (bộ sách *Chân trời sáng tạo*). Ở nhóm thực nghiệm, bài học được thiết kế và tổ chức theo hướng tích hợp AI dựa trên khung AI-TPACK. Theo đó các thành tố kiến thức nội dung (CK), kiến thức sư phạm (PK) và kiến thức công nghệ AI (AI-TK) được kết hợp một

cách có chủ đích trong từng hoạt động dạy học. Các công cụ GenAI Gemini được sử dụng để tạo ra mô phỏng thí nghiệm ngẫu nhiên với số lần thử lớn, trực quan hóa kết quả bằng bảng và biểu đồ cũng như cung cấp phản hồi gợi mở để hỗ trợ học sinh khám phá và hình thành khái niệm xác suất thực nghiệm (xem Hình 1 và Hình 2).



Hình 1: Trò chơi ném vòng



Hình 2: Trò chơi ném vòng và quy luật số lớn

Quy trình dạy học ở nhóm thực nghiệm được tổ chức theo bốn bước: Khởi động → Khám phá → Luyện tập → Vận dụng, trong đó AI đóng vai trò là công cụ hỗ trợ sư phạm, giúp mở rộng trải nghiệm thực nghiệm và tăng cường khả năng phân tích dữ liệu của học sinh. Trong khi đó, nhóm đối chứng được dạy học cùng nội dung nhưng theo phương pháp truyền thống. Học sinh được làm thí nghiệm với việc tung đồng xu với số lần tung nhỏ hơn 100 lần, giáo viên giữ vai trò trung tâm trong việc hình thành kiến thức của học sinh, giáo viên trọng tâm hướng tới việc học sinh giải được các bài tập trong sách giáo khoa và không sử dụng công cụ AI.

2.4. Công cụ thu thập dữ liệu

Dữ liệu nghiên cứu được thu thập thông qua ba công cụ chính.

Thứ nhất, bài kiểm tra đánh giá kết quả học tập được sử dụng ở cả giai đoạn tiền kiểm (pre-test) và hậu kiểm (post-test). Bài tiền kiểm được thực hiện trước khi dạy học nhằm đánh giá mức độ hiểu biết ban đầu của học sinh về các tình huống ngẫu nhiên đơn giản và kiểm tra sự tương đương về năng lực giữa lớp thực nghiệm và lớp đối chứng. Bài hậu kiểm được tiến hành sau khi học sinh học bài “Tỉ số của số lần lặp lại một sự kiện so với tổng số lần thực hiện” nhằm đánh giá kết quả học tập của học sinh. Trong nghiên cứu này, lớp thực nghiệm được học với cách tiếp cận tích hợp AI-TPACK trong khi lớp đối chứng học theo phương pháp dạy học truyền thống. Bài kiểm tra được xây dựng dựa trên các mục tiêu của nội dung Một số yếu tố xác suất trong môn Toán lớp 5 theo Chương trình Giáo dục phổ thông 2018, với các câu hỏi trắc nghiệm và tự luận ngắn nhằm đánh giá khả năng sử dụng được tỉ số để mô tả số lần lặp lại của một sự kiện trong với thí nghiệm so với tổng số lần thực hiện thí nghiệm. Bài kiểm tra được thiết kế theo ma trận nội dung và được thẩm định bởi các chuyên gia và giáo viên tiểu học trước khi sử dụng trong nghiên cứu.

Thứ hai, phiếu khảo sát hứng thú học tập và sự tham gia của học sinh được thu gọn từ thang đo của Hart và cộng sự (2008) sau thực nghiệm.

Thứ ba, phiếu quan sát lớp học được sử dụng trong quá trình thực nghiệm nhằm ghi nhận các biểu hiện về mức độ tham gia, giao tiếp toán học và cách thức học sinh diễn đạt, giải thích kết quả trong các hoạt động học tập. Dữ liệu từ quan sát lớp học được sử dụng như nguồn minh chứng tính bổ trợ cho kết quả phân tích định lượng.

2.5. Phương pháp xử lý và phân tích dữ liệu

Dữ liệu định lượng được xử lý bằng các phương pháp thống kê mô tả và suy luận. Cụ thể, điểm trung bình (M), độ lệch chuẩn (SD) được sử dụng để mô tả kết quả học tập của học sinh ở các giai đoạn tiền kiểm và hậu kiểm. Phép kiểm T-test độc lập được sử dụng để so sánh kết quả giữa nhóm thực nghiệm và nhóm đối chứng, trong khi phép kiểm T-test cặp được sử dụng để so sánh kết quả trước và sau thực nghiệm trong từng nhóm. Mức ý nghĩa thống kê được xác định ở ngưỡng $p < 0,05$.

Bên cạnh đó, chỉ số ảnh hưởng Cohen's d được tính toán nhằm đánh giá mức độ tác động của dạy học tích hợp AI theo khung AI-TPACK đến kết quả

học tập của học sinh, qua đó bổ sung cơ sở đánh giá hiệu quả của can thiệp sư phạm trong bối cảnh mẫu nghiên cứu có quy mô lớp học.

Dữ liệu định tính thu được từ phiếu quan sát và các câu hỏi trả lời gợi mở của học sinh được phân tích theo phương pháp phân tích nội dung, nhằm làm rõ những thay đổi trong cách hiểu, cách diễn đạt và mức độ hứng thú học tập của học sinh khi tham gia vào dạy học tích hợp AI-TPACK.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Khung lí thuyết của nghiên cứu

Nghiên cứu này được đặt trong khung lí thuyết tích hợp giữa 1) Lí thuyết dạy học xác suất thực nghiệm ở Tiểu học; 2) Khung TPACK trong dạy học toán; 3) Các tiếp cận mở rộng TPACK trong bối cảnh sử dụng trí tuệ nhân tạo (AI). Khung lí thuyết này được sử dụng nhằm giải thích cách thức việc tích hợp AI theo định hướng sư phạm có thể tác động đến kết quả học tập của học sinh trong nội dung xác suất thực nghiệm.

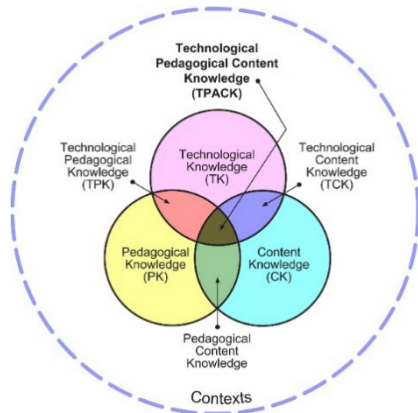
3.1.1. Cơ sở lí thuyết về dạy học xác suất thực nghiệm

Trong giáo dục Toán học, xác suất ở cấp Tiểu học thường được tiếp cận theo hướng xác suất thực nghiệm, nhấn mạnh việc quan sát hiện tượng ngẫu nhiên thông qua lặp lại phép thử, thu thập dữ liệu và xác định tỉ số giữa số lần xảy ra của một sự kiện và tổng số lần thử (Carmen Batanero và cộng sự, 2016; Jones và cộng sự, 1995). Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng, học sinh Tiểu học thường gặp khó khăn trong việc phân biệt giữa kết quả ngẫu nhiên của một số lần thử riêng lẻ và xu hướng ổn định của xác suất khi số lần thử tăng lên (Shaughnessy, 2003).

Do đó, các tiếp cận dạy học hiệu quả thường xuyên khuyến nghị tổ chức cho học sinh thực hiện số lượng lớn phép thử, kết hợp với việc quan sát dữ liệu bằng bảng và biểu đồ, cũng như thảo luận ý nghĩa của các kết quả thu được (Jones và cộng sự, 1995).

3.1.2. Khung TPACK và yêu cầu mở rộng trong bối cảnh AI

Khung TPACK do Mishra và Koehler (2006) đề xuất nhằm nhấn mạnh sự tích hợp giữa kiến thức nội dung (CK), kiến thức sư phạm (PK) và kiến thức công nghệ (TK) trong dạy học (xem Hình 3). Trong dạy học Toán, TPACK được xem là nền tảng để giáo viên sử dụng công nghệ một cách có ý nghĩa, gắn với mục tiêu nội dung và phương pháp sư phạm (Niess, 2011).



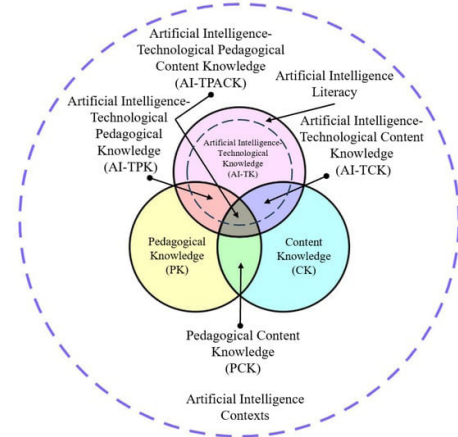
(Nguồn: Mishra & Koehler, 2006)

Hình 3: Khung lí thuyết TPACK

Tuy nhiên, sự xuất hiện của AI tạo sinh đã làm thay đổi bản chất của thành tố công nghệ trong TPACK. Không giống các công cụ số truyền thống, AI có khả năng tự động tạo dữ liệu, mô phỏng các tình huống học tập với quy mô lớn và tạo ra các kết quả mang tính bất định. Điều này đòi hỏi giáo viên phải có năng lực thiết kế và điều tiết việc sử dụng AI trong quá trình dạy học thay vì chỉ vận hành công cụ theo các kịch bản cố định (Luckin, R, Holmes, 2016).

Trên cơ sở đó, một số nghiên cứu gần đây đã đề xuất việc mở rộng TPACK trong bối cảnh AI, nhấn mạnh vai trò trung tâm của giáo viên trong việc kiểm soát và định hướng AI nhằm phục vụ mục tiêu học tập (Celik, 2023; Lorenz và Romeike, 2023).

3.1.3. Khung AI-TPACK cho dạy học xác suất thực nghiệm



(Nguồn: Celik, 2023)

Hình 4: Khung lí thuyết AI-TPACK

Trong nghiên cứu này, AI-TPACK được hiểu là năng lực của giáo viên trong việc tích hợp AI vào dạy học Toán thông qua sự kết hợp đồng thời giữa kiến thức nội dung xác suất, kiến thức sư phạm và hiểu biết về khả năng cũng như giới hạn của AI (xem Hình 4). AI không được xem là yếu tố thay thế hoạt động tư duy của học sinh mà là công cụ hỗ trợ tạo điều kiện cho các hoạt động thực nghiệm và phân tích dữ liệu mà làm việc thủ công khó có thể thực hiện trong điều kiện lớp học thông thường (xem Bảng 1).

Bảng 1: Khung AI-TPACK trong thiết kế dạy học nội dung xác suất thực nghiệm Toán 5

(Nguồn: Tác giả)

Thành tố	Biểu hiện trong dạy học thực nghiệm	Vai trò trong nghiên cứu
CK (Kiến thức nội dung)	Nội dung xác suất thực nghiệm: Tỉ số giữa số lần lặp lại của một sự kiện và tổng số lần thực hiện; ý nghĩa của tỉ số trong việc phản ánh khả năng xảy ra của sự kiện.	Là cơ sở để xây dựng mục tiêu học tập và thiết kế các câu hỏi đánh giá pre-test; post-test.
PK (Kiến thức sư phạm)	Tổ chức hoạt động dự đoán → thực hiện thí nghiệm → quan sát kết quả → thảo luận và giải thích; khuyến khích học sinh diễn đạt bằng lời và ngôn ngữ toán học.	Định hướng cách tổ chức lớp học, đảm bảo học sinh tham gia tích cực và hình thành hiểu biết mang tính bản chất.
TK (Kiến thức công nghệ)	Sử dụng công cụ AI mô phỏng các phép thử ngẫu nhiên, tạo bảng số liệu và biểu đồ trực quan.	Cung cấp phương tiện kĩ thuật thực hiện số lượng lớn phép thử trong thời gian ngắn.
AI-TK (Kiến thức công nghệ AI)	Hiểu khả năng của AI trong việc tự động tạo dữ liệu ngẫu nhiên, lặp lại phép thử nhiều lần, trực quan hóa kết quả và phản hồi tức thì.	Cho phép giáo viên khai thác AI như một công cụ mô phỏng có tính thích ứng và hiệu quả cao.
PCK (Sư phạm nội dung)	Thiết kế câu hỏi dẫn dắt giúp học sinh hiểu mối liên hệ giữa số lần xảy ra sự kiện, tổng số lần thử và ý nghĩa của tỉ số.	Hỗ trợ học sinh chuyển từ thao tác tính toán sang hiểu khái niệm.

Thành tố	Biểu hiện trong dạy học thực nghiệm	Vai trò trong nghiên cứu
TPK (Sư phạm công nghệ)	Kết hợp mô phỏng AI với hoạt động thảo luận nhóm, so sánh kết quả và phân biện.	Đảm bảo công nghệ phục vụ mục tiêu học tập, tránh sử dụng mang tính hình thức.
AI-TPK	Giáo viên điều tiết việc sử dụng AI, đặt câu hỏi kiểm soát kết quả mô phỏng và yêu cầu học sinh giải thích bằng lời.	Giúp học sinh không lệ thuộc vào kết quả do AI tạo ra mà phát triển tư duy xác suất.
AI-TPACK	Tích hợp AI vào dạy học xác suất thực nghiệm một cách có định hướng sư phạm, gắn với mục tiêu nội dung và đặc điểm nhận thức của học sinh lớp 5.	Là biến độc lập của nghiên cứu, nền tảng cho thiết kế thực nghiệm và phân tích kết quả nghiên cứu.

(Ghi chú: Khung AI-TPACK trong nghiên cứu này không xem AI là yếu tố thay thế vai trò của giáo viên, mà là công cụ hỗ trợ giúp tổ chức các hoạt động học tập có chiều sâu, đặc biệt trong việc quan sát xu hướng ổn định của xác suất thực nghiệm khi số lần thử tăng lên).

3.2. Kết quả thực nghiệm

3.2.1. Kết quả khảo sát ban đầu và tính tương đương của các nhóm

Trước khi tiến hành thực nghiệm sư phạm, hai lớp làm bài kiểm tra đầu vào (pre-test) nhằm đánh giá mức độ hiểu biết ban đầu của học sinh về các khái niệm liên quan đến xác suất thực nghiệm và kỹ năng tính tỉ số đơn giản. Bài kiểm tra gồm 6 câu hỏi, kết hợp trắc nghiệm và tự luận ngắn, thang điểm 10.

Kết quả Pre-test cho thấy, điểm trung bình của hai nhóm học sinh không có sự khác biệt đáng kể. Cụ thể, điểm trung bình của nhóm thực nghiệm là 5,12 (SD = 0,94), trong khi nhóm đối chứng đạt 5,05 (SD = 0,91). Kiểm định T-test độc lập cho thấy sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), chứng tỏ hai nhóm có trình độ ban đầu tương đương về kiến thức và kỹ năng liên quan đến nội dung nghiên cứu. Đây là cơ sở để đảm bảo tính khách quan khi so sánh kết quả sau thực nghiệm.

3.2.2. Kết quả định lượng về kết quả học tập sau thực nghiệm

Sau khi kết thúc quá trình dạy học bài “Tỉ số của số lần lặp lại một sự kiện so với tổng số lần thực hiện” theo hai phương án khác nhau, học sinh được làm

Bảng 2: So sánh điểm trung bình pre-test và post-test của hai nhóm

(Nguồn: Tác giả)

Nhóm	Pre-test (M ± SD)	Post-test (M ± SD)	Mức tăng
Thực nghiệm (AI-TPACK)	5,12 ± 0,94	7,68 ± 0,88	+2,56
Đối chứng	5,05 ± 0,91	6,41 ± 0,93	+1,36

bài kiểm tra cuối (Post-test), tập trung vào các nội dung: Hiểu khái niệm xác suất thực nghiệm, tính tỉ số trong các tình huống cụ thể và giải thích kết quả thu được.

Kết quả ở Bảng 2 cho thấy cả hai nhóm đều có sự tiến bộ sau học tập; tuy nhiên, mức tăng điểm của nhóm thực nghiệm cao hơn rõ rệt so với nhóm đối chứng. Kiểm định T-test độc lập đối với điểm post-test cho thấy sự khác biệt giữa hai nhóm là có ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$). Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của can thiệp, nghiên cứu tính kích thước ảnh hưởng bằng hệ số Cohen’s d. Kết quả cho thấy giá trị $d = 1,40$, cho thấy mức ảnh hưởng lớn của phương pháp dạy học tích hợp AI theo khung AI-TPACK đối với kết quả học tập của học sinh. Điều này cho thấy việc tích hợp AI trong dạy học đã góp phần nâng cao đáng kể kết quả học tập của học sinh lớp 5 trong nội dung xác suất thực nghiệm.

3.2.3. Phân tích kết quả theo các thành tố học tập

Phân tích chi tiết bài làm của học sinh cho thấy sự khác biệt rõ nét giữa hai nhóm ở các nhiệm vụ yêu cầu giải thích và diễn đạt bằng lời. Ở nhóm thực nghiệm, tỉ lệ học sinh trả lời đúng các câu hỏi yêu cầu giải thích ý nghĩa của tỉ số số lần lặp lại một sự kiện đạt 72,4%, trong khi ở nhóm đối chứng chỉ đạt 48,3%. Kiểm định Chi - bình phương cho thấy sự khác biệt về tỉ lệ này gần đạt mức ý nghĩa thống kê ($\chi^2(1) = 3.81, p \approx 0.05$), qua đó củng cố nhận định rằng học sinh nhóm thực nghiệm có xu hướng hiểu và diễn đạt ý nghĩa của kết quả xác suất tốt hơn.

Học sinh nhóm thực nghiệm có xu hướng sử dụng ngôn ngữ toán học rõ ràng hơn, biết liên hệ giữa kết quả thực nghiệm (số lần xảy ra của sự kiện) với khái niệm “khả năng xảy ra nhiều hay ít”. Điều này cho thấy việc sử dụng AI trong quá trình mô phỏng, trực

quan hóa và phản hồi đã hỗ trợ học sinh hình thành hiểu biết mang tính bản chất, thay vì chỉ dừng lại ở thao tác tính toán.

Kết quả này cho thấy, dạy học tích hợp AI theo khung AI-TPACK không chỉ cải thiện kết quả tính toán mà còn góp phần phát triển khả năng giải thích, diễn đạt và giao tiếp toán học của học sinh, qua đó trực tiếp trả lời câu hỏi nghiên cứu thứ hai của bài viết.

3.2.4. Kết quả định tính về mức độ hứng thú và tham gia học tập

Kết quả từ phiếu quan sát và bảng hỏi hứng thú học tập cho thấy học sinh nhóm thực nghiệm thể hiện mức độ tham gia tích cực hơn trong các hoạt động học tập. Cụ thể, học sinh chủ động đưa ra dự đoán trước khi tiến hành thí nghiệm, tích cực thảo luận khi so sánh kết quả giữa các nhóm và hứng thú hơn với các hoạt động mô phỏng bằng công cụ AI.

Một số ý kiến tiêu biểu của học sinh nhóm thực nghiệm cho thấy các em cảm nhận rõ ràng sự hỗ trợ của công nghệ trong việc hiểu bài, chẳng hạn: “*Khi máy làm thử nhiều lần, em thấy kết quả gần giống nhau nên em hiểu vì sao tỉ số lại quan trọng*” hoặc “*Em thích xem biểu đồ vì dễ biết mặt nào xuất hiện nhiều hơn*”. Những biểu hiện này ít xuất hiện ở nhóm đối chứng, nơi học sinh chủ yếu thực hiện thí nghiệm với số lần thử hạn chế và phụ thuộc nhiều vào hướng dẫn trực tiếp của giáo viên.

Điều này cho thấy mức độ hứng thú và tham gia học tập của học sinh không xuất phát từ yếu tố công nghệ đơn thuần, mà từ cách AI được tích hợp trong một thiết kế sư phạm có định hướng theo khung AI-TPACK.

Kết quả khảo sát hứng thú học tập cho thấy, học sinh nhóm thực nghiệm có mức độ hứng thú và tham gia học tập cao hơn rõ rệt so với nhóm đối chứng ở tất cả các tiêu chí khảo sát (xem Bảng 3). Kiểm định Independent Samples T-test đối với điểm trung bình chung cho thấy sự khác biệt giữa hai nhóm là có ý nghĩa thống kê ($t(68) = 5.90, p < 0,001$). Kết quả này cho thấy, việc tổ chức dạy học tích hợp AI theo khung AI-TPACK đã tạo ra môi trường học tập tích cực hơn, khuyến khích học sinh chủ động tham gia vào các hoạt động dự đoán, kiểm chứng và giải thích kết quả xác suất thực nghiệm.

3.2.5. Tổng hợp kết quả nghiên cứu

Từ các kết quả định lượng và định tính thu được có thể nhận thấy rằng, dạy học tích hợp AI theo khung TPACK không chỉ giúp nâng cao kết quả học tập của học sinh lớp 5 trong nội dung xác suất thực nghiệm mà còn góp phần cải thiện khả năng giải thích, giao tiếp toán học và hứng thú học tập. Những kết quả này bước đầu khẳng định tính khả thi và hiệu quả của việc tích hợp AI trong dạy học Toán ở

Bảng 3: Kết quả khảo sát hứng thú học tập

Thành phần	Mã câu	Nội dung câu hỏi	Nhóm Thực nghiệm (n = 35)	Nhóm Đối chứng (n = 35)
Tham gia hành vi (BE)	BE1	Em tích cực tham gia các hoạt động học xác suất trên lớp.	4.21 ± 0.62	3.45 ± 0.71
	BE2	Em thường xuyên phát biểu hoặc thảo luận khi học xác suất.	4.05 ± 0.68	3.31 ± 0.74
	BE3	Em chủ động tham gia các nhiệm vụ học tập được giao.	4.18 ± 0.60	3.52 ± 0.69
Tham gia cảm xúc (EE)	EE1	Em cảm thấy hứng thú khi học nội dung xác suất thực nghiệm.	4.34 ± 0.57	3.48 ± 0.73
	EE2	Em cảm thấy các tiết học xác suất thú vị và hấp dẫn.	4.27 ± 0.61	3.42 ± 0.70
	EE3	Em mong chờ các tiết học xác suất tiếp theo.	4.19 ± 0.65	3.36 ± 0.76
Tham gia nhận thức (CE)	CE1	Em cố gắng hiểu bản chất của các khái niệm xác suất.	4.12 ± 0.59	3.54 ± 0.68
	CE2	Em suy nghĩ và kiểm tra lại kết quả dự đoán của mình.	4.26 ± 0.55	3.49 ± 0.72
	CE3	Em vận dụng kiến thức xác suất để giải thích kết quả thực nghiệm.	4.08 ± 0.63	3.38 ± 0.70
Tổng thể	—	Điểm trung bình chung SESQ.	4.19 ± 0.48	3.44 ± 0.59

Tiểu học, đặc biệt đối với các nội dung mang tính trải nghiệm và thực nghiệm như xác suất.

4. Thảo luận

Thứ nhất, kết quả phân tích định lượng cho thấy học sinh nhóm thực nghiệm đạt kết quả post-test cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nhóm đối chứng. Phát hiện này phù hợp với các nghiên cứu về dạy học xác suất thực nghiệm, trong đó nhấn mạnh vai trò của việc quan sát xu hướng ổn định của xác suất thông qua số lượng lớn phép thử (Carmen Batanero và cộng sự, 2016; Jones và cộng sự, 1995). Việc sử dụng AI cho phép mở rộng số lần thử và trực quan hóa dữ liệu trong thời gian ngắn, giúp học sinh vượt qua những hạn chế của các thí nghiệm thủ công trong lớp học thông thường. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả không đến từ công cụ AI đơn thuần mà từ cách AI được tích hợp trong một thiết kế dạy học dựa trên khung AI-TPACK, trong đó giáo viên giữ vai trò điều tiết và định hướng sự phạm.

Thứ hai, sự khác biệt rõ nét giữa hai nhóm ở các nhiệm vụ yêu cầu giải thích và diễn đạt bằng lời cho thấy dạy học theo khung AI-TPACK không chỉ cải thiện kỹ năng tính toán, mà còn hỗ trợ học sinh hình thành hiểu biết mang tính bản chất về xác suất thực nghiệm. Kết quả này phù hợp với nhận định của rằng hiểu biết xác suất không thể hình thành chỉ thông qua các thao tác số học (Shaughnessy, 2003). Trong nghiên cứu này, AI đóng vai trò cung cấp dữ liệu và biểu diễn trực quan, trong khi giáo viên tổ chức các hoạt động dự đoán, so sánh và giải thích, qua đó giúp học sinh gán ý nghĩa toán học cho các kết quả thực nghiệm.

Thứ ba, các kết quả định tính cho thấy học sinh nhóm thực nghiệm thể hiện mức độ hứng thú và tham gia học tập cao hơn so với nhóm đối chứng. Sự gia tăng này không xuất phát từ yếu tố công nghệ đơn thuần, mà từ việc học sinh được tham gia vào chu trình học tập: Khởi động → Khám phá → Luyện tập → Vận dụng với sự hỗ trợ của AI. Điều này phù hợp với các nghiên cứu cho rằng công nghệ chỉ phát huy hiệu quả khi được tích hợp trong các hoạt động học tập có ý nghĩa sự phạm (Holmes và cộng sự, 2019).

Từ góc độ lí luận, nghiên cứu góp phần củng cố các tiếp cận mở rộng khung TPACK trong bối cảnh trí tuệ nhân tạo, nhấn mạnh rằng hiệu quả của AI trong giáo dục phụ thuộc chặt chẽ vào năng lực thiết kế sự phạm của giáo viên. AI trong nghiên cứu này được sử dụng như một công cụ hỗ trợ tạo môi trường học tập giàu dữ liệu, chứ không thay thế hoạt động

tư duy của học sinh. Vì thế, cần xem xét trong các nghiên cứu tiếp theo nhằm đánh giá tác động lâu dài của mô hình dạy học tích hợp AI-TPACK.

5. Kết luận

Nghiên cứu này đã khảo sát tác động của việc dạy học tích hợp trí tuệ nhân tạo theo khung AI-TPACK đến kết quả học tập nội dung xác suất thực nghiệm của học sinh lớp 5, thông qua bài học “Tỉ số của số lần lặp lại một sự kiện so với tổng số lần thực hiện”. Trên cơ sở thiết kế thực nghiệm sự phạm có đối chứng, nghiên cứu đã cung cấp bằng chứng cho thấy việc tích hợp AI một cách có định hướng sự phạm có thể góp phần nâng cao hiệu quả dạy học Toán ở cấp Tiểu học.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, học sinh thuộc nhóm được học theo mô hình tích hợp AI-TPACK đạt kết quả học tập cao hơn so với nhóm đối chứng, đặc biệt ở các nhiệm vụ yêu cầu hiểu khái niệm và giải thích ý nghĩa của tỉ số xác suất thực nghiệm. Điều này cho thấy AI, khi được sử dụng như một công cụ hỗ trợ mô phỏng và trực quan hóa dữ liệu trong một thiết kế sự phạm phù hợp, có thể giúp học sinh vượt qua những hạn chế thường gặp trong việc nhận thức bản chất của xác suất thực nghiệm.

Bên cạnh việc cải thiện kết quả học tập, nghiên cứu ghi nhận sự gia tăng về mức độ hứng thú và sự tham gia tích cực của học sinh trong các hoạt động học tập có sử dụng AI. Tuy nhiên, kết quả này không xuất phát từ yếu tố công nghệ đơn thuần, mà từ cách giáo viên tổ chức các hoạt động dự đoán, kiểm chứng và thảo luận, qua đó phát huy vai trò trung tâm của người học trong quá trình kiến tạo tri thức. Khung AI-TPACK được vận dụng trong nghiên cứu này cho thấy tính phù hợp trong việc phân tích và thiết kế các can thiệp dạy học có sử dụng AI ở cấp Tiểu học, đặc biệt đối với các nội dung mang tính thực nghiệm và xử lí dữ liệu.

Mặc dù còn những hạn chế nhất định về phạm vi và thời gian thực nghiệm, nghiên cứu đã mở ra một số hàm ý thực tiễn và hướng nghiên cứu tiếp theo. Cụ thể, việc bồi dưỡng năng lực tích hợp AI theo khung AI-TPACK cho giáo viên cần được chú trọng trong đào tạo và phát triển chuyên môn, nhằm đảm bảo AI được sử dụng một cách có trách nhiệm và hiệu quả trong dạy học Toán. Đồng thời, các nghiên cứu trong tương lai có thể mở rộng mô hình này sang các nội dung thống kê và xác suất khác, cũng như xem xét tác động lâu dài của việc tích hợp AI đến sự phát triển tư duy toán học của học sinh.

Tổng thể, nghiên cứu khẳng định rằng trí tuệ nhân tạo, khi được tích hợp một cách có cơ sở lý luận và định hướng sư phạm rõ ràng, có thể trở thành

công cụ hỗ trợ hữu hiệu trong dạy học Toán ở Tiểu học, góp phần nâng cao chất lượng giáo dục trong bối cảnh chuyển đổi số hiện nay.

Tài liệu tham khảo

- Al-abdullatif, A. M. (2024). *Modeling Teachers' Acceptance of Generative Artificial Intelligence Use in Higher Education : The Role of AI Literacy , Intelligent TPACK , and Perceived Trust*.
- Bagdonaitė, J. & Dagienė, V. (2025). Artificial Intelligence in Primary Education : A Systematic Literature Review 2020 – 2025. *24(4)*, pp.697-736. <https://doi.org/10.15388/infedu.2025.24>.
- Bộ Giáo dục và Đào tạo. (2018). *Chương trình Giáo dục phổ thông môn Toán*, tr.1-65.
- Carmen Batanero, E. J. C., Lee, Joachim Engel, H. S. & Sánchez, E. (2016). Research on Teaching and Learning Probability (G. Kaiser (ed.)). *ICME-13 Topical Surveys*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-31625-3>.
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, *138*(August 2022), 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>.
- Fock, A. & Siller, H. (2025). Generative artificial intelligence in secondary STEM education in the light of Human Flourishing : A scoping literature review. p.5.
- Hart, S. R., Stewart, K. & Jimerson, S. R. (2008). The Student Engagement in Schools Questionnaire (SESQ) and the Teacher Engagement Report Form-New (TERF-N): *Examining the Preliminary Evidence*. pp.67-79.
- Holmes, Wayne, Bialik, M. & F. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Holmes, W. & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, *57(4)*, pp.542-570. <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>.
- Jones, G. A., Langrall, C. W. & Thornton, A. (1995). *A Framework for Assessing Young Children's Thinking in Probability*.
- Lorenz, U. & Romeike, R. (2023). What Is AI-PACK? – Outline of AI Competencies for Teaching with DPACK. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 14296 LNCS*. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44900-0_2.
- Luckin, R, Holmes, W. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, *108(6)*, pp.1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>.
- Niess, M. L. (2011). Investigating TPACK: *Knowledge Growth In Teaching With Technology*. *44(3)*, 299-317. <https://doi.org/10.2190/EC.44.3.c>.
- Ning, Y., Zhang, C., Xu, B., Zhou, Y. & Wijaya, T. T. (2024). *Teachers' AI-TPACK : Exploring the Relationship between Knowledge Elements*.
- Shaughnessy, J. M. (2003). "Research on students' understanding of probability", *A research companion to Principles and Standards for School Mathematics*, pp.216-226.
- Tan, X., Cheng, G. & Ling, M. H. (2025). Computers and Education : Artificial Intelligence Enhancing teachers' AI competency : A professional development intervention study based on intelligent-TPACK framework. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *9*(August), 100521. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100521>.