

MÔ HÌNH DỰ ĐOÁN TÁC ĐỘNG CỦA DẠY HỌC DỰA TRÊN DỰ ÁN ĐẾN KẾT QUẢ HỌC TẬP MÔN TOÁN CỦA HỌC SINH TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

Nguyễn Tiên Đà, Phùng Phương Dung, Đặng Bùi Khánh Linh
Trường Đại học Thủ đô Hà Nội

Tóm tắt: Nghiên cứu này khảo sát tác động của các yếu tố cốt lõi trong Dạy học dựa trên dự án (PjBL), gồm (1) tính xác thực, thách thức của dự án; (2) sự tự chủ, khám phá Toán học; (3) hợp tác và lập luận logic đến năng lực, thái độ và kết quả học tập của học sinh trung học phổ thông. Dữ liệu từ 1301 học sinh tại Việt Nam được thu thập qua bảng hỏi trực tuyến và phân tích bằng SmartPLS 4. Kết quả cho thấy, mô hình đo lường đạt độ tin cậy và giá trị tốt. Đồng thời dựa trên khả năng dự báo của 3 biến độc lập, nghiên cứu đã cho thấy các yếu tố kể trên đều góp phần tích cực đến hiệu quả học tập của người học. Phát hiện này cung cấp bằng chứng cho thấy việc tăng cường yếu tố thực tiễn trong các dự án toán, bồi dưỡng năng lực hợp tác là chiến lược quan trọng để nâng cao thành tích và tạo ra giá trị bền vững trong giáo dục toán học.

Từ khóa: Dạy học dựa trên dự án; học sinh trung học phổ thông Việt Nam; kết quả học tập; năng lực học tập; thái độ học tập.

Nhận bài ngày 10.11.2025; gửi phản biện, chỉnh sửa, duyệt đăng ngày 30.12.2025

Liên hệ tác giả: Nguyễn Tiên Đà; email: ntda@daihocthudo.edu.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh đổi mới giáo dục hiện nay, việc nâng cao chất lượng dạy học môn Toán ở bậc Trung học phổ thông (THPT) đóng vai trò quan trọng nhằm phát triển năng lực tư duy, giải quyết vấn đề và thích ứng với yêu cầu của xã hội thế kỷ 21. Chương trình Giáo dục phổ thông mới nhấn mạnh định hướng phát triển năng lực, trong đó học sinh trở thành chủ thể tích cực trong quá trình chiếm lĩnh tri thức thông qua các hoạt động học tập mang tính trải nghiệm, khám phá và thực hành (Bộ GD&ĐT, 2018). Trên cơ sở đó, Dạy học Dựa trên Dự án (Project-Based Learning – PjBL) được xem là phương pháp phù hợp giúp nâng cao kết quả học tập môn Toán nhờ tạo môi trường học tập tích cực, kết nối kiến thức toán học với tình huống thực tiễn, thúc đẩy tự học và phát triển năng lực toàn diện (Thomas, 2000; Phạm & Nguyễn, 2021). Mặc dù các nghiên cứu quốc tế đã chỉ ra mối quan hệ giữa thái độ, năng lực và kết quả học tập trong các mô hình học tập tích cực (Deci & Ryan, 2000; Han & Ryu, 2019), nhưng tại Việt Nam, các nghiên cứu định lượng theo hướng xây dựng mô hình dự báo tác động của PjBL đến kết quả học tập môn Toán của học sinh THPT còn hạn chế. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm phát triển mô hình dự báo về tác động của PjBL lên kết quả học tập Toán của học sinh THPT thông qua việc phân tích ảnh hưởng của thái độ học tập đối với năng lực và thành tích toán học, đồng thời xem xét vai trò trung gian của năng lực học tập trong mối quan hệ này.

Kết quả nghiên cứu kỳ vọng sẽ đóng góp bằng chứng thực nghiệm cho mô hình dự báo các yếu tố quyết định hiệu quả của PjBL trong dạy học môn Toán ở THPT; từ đó hỗ trợ giáo viên và nhà quản lý giáo dục trong việc thiết kế giải pháp sư phạm nâng cao hiệu quả triển khai PjBL và cải thiện thành tích Toán của học sinh trong bối cảnh giáo dục Việt Nam.

2. NỘI DUNG

2.1. Tổng quan về Dạy học dựa trên dự án (PjBL)

Dạy học dựa trên dự án (PjBL) là một phương pháp học tập do người học chủ động điều khiển và dưới sự hỗ trợ của giáo viên. Người học chủ động tìm kiếm tri thức bằng cách đặt ra các câu hỏi khơi gợi trí tò mò tự nhiên của cá nhân. Trong khi đó, Galvan & Coronado (2014) cho rằng PjBL là một phương pháp dạy học lấy người học làm trung tâm, có tính hợp tác, khuyến khích học sinh giải quyết vấn đề thông qua việc tạo ra một sản phẩm cuối cùng. PjBL được mô tả như một chiến lược giảng dạy, trong đó

học sinh hợp tác với nhau trong một khoảng thời gian dài để tạo ra một sản phẩm cụ thể và có giá trị. Nó nhấn mạnh vào việc học tập tự định hướng trong khuôn khổ của một dự án trải nghiệm (Tseng et al., 2013), nghĩa là học sinh tích cực và chịu trách nhiệm về việc học của mình. Markham (2012) đã định nghĩa rằng PjBL là một quá trình học tập mở rộng, sử dụng điều tra và thách thức để thúc đẩy phát triển kỹ năng và năng lực, đồng thời phân biệt với phương pháp dạy học truyền thống vốn thường gắn với việc giảng giải thụ động của giáo viên, bởi PjBL lôi cuốn học sinh tham gia một cách chủ động (Harris et al., 2015).

Một số nghiên cứu khác cũng coi PjBL là một phương pháp sư phạm tích cực, đổi mới, hiệu quả, trong đó người học tiếp thu tri thức thông qua việc giải quyết các vấn đề mang tính thực tiễn. Phương pháp này được ứng dụng rộng rãi trong giáo dục (Zhang & Ma, 2023) và được đánh giá cao trong việc khuyến khích học sinh tham gia vào các hoạt động học tập (Krajcik et al., 2023), nhằm nâng cao sự tham gia và hiểu biết của người học (Bolick et al., 2024). Đồng thời, PjBL cũng được xem là một lý thuyết dạy học đặc thù trong lĩnh vực Toán học (Haatainen et al., 2021). Tác giả Widakdo (2017) cho rằng đặc điểm nổi bật của PjBL là tính xác thực và tính thực tiễn, nhấn mạnh vào việc vận dụng các kiến thức toán học vào các vấn đề liên môn và tích hợp với các hoạt động thực tiễn. Các dự án thường là những nhiệm vụ phức tạp, đòi hỏi học sinh tham gia vào thiết kế, giải quyết vấn đề, đưa ra quyết định hoặc điều tra. Đồng thời, học sinh phải làm việc tương đối độc lập trong một thời gian dài và kết thúc bằng sản phẩm hoặc bài thuyết trình thực tiễn (Serin, 2023). Tuy nhiên, phương pháp này vẫn mang tính linh hoạt trong quá trình học tập.

PjBL có tiềm năng cải thiện đáng kể kết quả học tập của người học, đồng thời phát triển thành tích học tập, thái độ cảm xúc tích cực và kỹ năng tư duy của họ (De Oliveira Biazus & Mahtari, 2022; Zhang & Ma, 2023). Phương pháp này khuyến khích sự phát triển tư duy phản biện, nâng cao kỹ năng giải quyết vấn đề, và thúc đẩy khả năng vận dụng kiến thức lý thuyết vào các tình huống thực tiễn (Lee et al., 2023; Moust et al., 2021). Rehman et al. (2024) khẳng định rằng sự tham gia tích cực trong quá trình học tập giúp học sinh hình thành hiểu biết toàn diện hơn về các khái niệm toán học khi họ nhận thấy tính thực tiễn và ý nghĩa của chúng trong đời sống. Đồng thời, PjBL khơi gợi động lực học tập bằng cách đưa ra các thách thức thực tiễn đòi hỏi tư duy toán học (Rehman et al., 2024).

Nhờ những lợi ích nổi bật trong việc nâng cao động lực học tập, khả năng tiếp thu kiến thức trừu tượng, cũng như phát triển các kỹ năng mềm như giải quyết vấn đề, giao tiếp và tự điều chỉnh, PjBL ngày càng được khuyến khích áp dụng rộng rãi trong thực tiễn giáo dục (Chen & Yang, 2019; Guo et al., 2020). Như vậy, với những lợi ích nổi bật đã được chỉ ra, việc nghiên cứu một cách hệ thống tác động của phương pháp Dạy học dự án đến kết quả học tập, năng lực giải quyết vấn đề và thái độ học tập Toán của học sinh THPT là hết sức cần thiết, góp phần cung cấp cơ sở thực tiễn cho việc ứng dụng hiệu quả phương pháp này trong giáo dục Việt Nam.

2.2. Xây dựng giả thuyết

2.2.1. Tính xác thực & Thách thức (Authenticity & Challenge - PBLA)

PBLA nhấn mạnh mức độ nhiệm vụ dự án gắn với bối cảnh thực tiễn, giúp học sinh nhận thấy giá trị kiến thức (Thomas, 2000; Markham, 2011). Trong môn Toán, tính xác thực hỗ trợ hình thành thái độ học tập tích cực (Boaler, 1998). Đồng thời, yếu tố thách thức với mức độ phức tạp phù hợp kích thích tư duy bậc cao (Blumenfeld et al., 1991). Các nghiên cứu, đặc biệt Markula & Aksela (2022), cho thấy dự án vừa thực tiễn vừa thách thức giúp cải thiện thái độ, năng lực và kết quả học tập.

Giả thuyết H1: PBLA tác động tích cực đến kết quả học tập.

2.2.2. Sự tự chủ & Thăm dò Toán học (Autonomy & Mathematical Inquiry - PBLV)

PBLV phản ánh mức độ học sinh được chủ động ra quyết định trong dự án. Theo Thuyết Tự quyết định (Deci & Ryan, 2000), tự chủ làm tăng động lực nội tại. Trong PjBL, học sinh được lựa chọn hướng giải quyết, từ đó phát triển tính trách nhiệm và sự chủ động (Thomas, 2000). Thăm dò toán học giúp hình thành kỹ năng đặt câu hỏi, phân tích và rút ra kết luận – cốt lõi của tư duy toán học (Hmelo-Silver et al., 2007). Boaler (1998) và Markula & Aksela (2022) đều chứng minh PBLV giúp nâng cao tư duy và kết quả học.

Giả thuyết H2: PBLV tác động tích cực đến kết quả học tập.

2.2.3. Hợp tác & Lập luận Logic (Collaboration & Logical Reasoning - PBLC)

PBLC thể hiện khía cạnh xã hội – trí tuệ của PjBL. Hợp tác giúp học sinh chia sẻ chiến lược, phát triển giao tiếp toán học và tự tin học tập (Gillies, 2016). Lập luận logic hỗ trợ phân tích và bảo vệ quan điểm toán học (Stein et al., 2008), từ đó nâng cao tư duy phản biện. Các nghiên cứu (Rehman et al.,

2023; Zhang et al., 2023) cho thấy việc kết hợp hợp tác và lập luận cải thiện rõ rệt kết quả học.

Giả thuyết H3: PBLC tác động tích cực đến kết quả học tập.

2.2.4. Kết quả học tập theo Dạy học dựa trên dự án

Kết quả học tập phản ánh mức độ đạt mục tiêu về kiến thức, kỹ năng và thái độ (Biggs & Tang, 2011). Trong PjBL, kết quả không chỉ là điểm số mà còn là khả năng vận dụng thực tiễn, hợp tác và tư duy phân biện (Thomas, 2000; Han et al., 2015). PjBL thúc đẩy học tập bền vững và tư duy hệ thống. Nghiên cứu tại Việt Nam (Phạm & Lê, 2022) chỉ ra PjBL nâng cao kỹ năng giao tiếp, tự đánh giá và sáng tạo.

Giả thuyết H4: Thái độ tích cực và năng lực học tập cao làm tăng kết quả học tập trong PjBL.

2.3. Mục tiêu nghiên cứu.

Bài viết này thực hiện 3 mục tiêu chính sau:

- 1) Phân tích tác động của Tính xác thực và Thách thức của dự án (PBLA) đến kết quả học tập (LOC)
- 2) Kiểm định ảnh hưởng của Sự tự chủ và Thăm dò toán học (PBLV) đến LOC
- 3) Xác định vai trò của Hợp tác và Lập luận (PBLC) trong việc nâng cao LOC.

2.4. Kết quả phân tích PLS – SEM

2.4.1. Đánh giá mô hình đo lường

a) Đánh giá độ tin cậy và giá trị phân biệt của các cấu trúc

Hệ số	Cronbach's alpha	Độ tin cậy tổng hợp (rho_a)	Độ tin cậy tổng hợp (rho_c)	Giá trị phương sai trích trung bình
LOC	0.953	0.953	0.961	0.753
PBLC	0.920	0.920	0.943	0.806

Bảng 1. Giá trị hội tụ (Convergent Validity)

Từ Bảng 1 cho thấy các chỉ số Cronbach's alpha của các cấu trúc dao động từ 0.920 đến 0.953, đều vượt ngưỡng chấp nhận 0.70, cho thấy mức độ tin cậy nội tại rất cao của các thang đo. Các giá trị độ tin cậy tổng hợp (Composite Reliability, rho_c) nằm trong khoảng 0.943–0.961, tiếp tục khẳng định tính nhất quán của các biến quan sát trong từng khái niệm đo lường. Ngoài ra, các giá trị phương sai trích trung bình (Average Variance Extracted – AVE) đều lớn hơn 0.50, với LOC đạt 0.753 và PBLC đạt 0.806. Điều này cho thấy các biến tiềm ẩn giải thích được hơn 50% phương sai của các chỉ báo tương ứng, đáp ứng tiêu chuẩn AVE > 0.50 (Henseler et al., 2009). Như vậy, các thang đo trong mô hình đều đạt yêu cầu về độ tin cậy và giá trị hội tụ, chứng tỏ các chỉ báo phản ánh tốt các khái niệm tiềm ẩn mà chúng đại diện.

b) Giá trị phân biệt

	LOC	PBLC
LOC	0.868	
PBLC	0.807	0.898

Bảng 2. Giá trị phân biệt- Tiêu chí Fornell - Larcker

Ma trận Fornell–Larcker cho thấy căn bậc hai của AVE đặt trên đường chéo là 0.868 cho LOC và 0.898 cho PBLC; cả hai giá trị này đều lớn hơn hệ số tương quan chéo giữa hai biến (LOC ↔ PBLC = 0.807). Theo tiêu chuẩn Fornell & Larcker (1981), điều kiện này chứng tỏ mỗi biến tiềm ẩn chia sẻ nhiều phương sai hơn với các chỉ báo của chính nó so với phương sai chia sẻ với biến khác, và vì vậy discriminant validity của LOC và PBLC được bảo đảm. Về luận chứng, khi trình bày kết quả cần nêu cụ thể giá trị căn bậc hai AVE so với tương quan chéo để minh chứng rằng điều kiện Fornell–Larcker được đáp ứng, từ đó khẳng định các khái niệm là phân biệt về mặt thống kê.

Bảng 3. Giá trị phân biệt - Tải chéo

	LOC	PBLA	PBLC	PBLV		LOC	PBLA	PBLC	PBLV
KQ1	0.862	0.684	0.692	0.633	PBLC2	0.723	0.763	0.896	0.746
KQ3	0.854	0.704	0.718	0.667	PBLC3	0.732	0.762	0.905	0.780
KQ4	0.876	0.690	0.702	0.648	PBLC4	0.716	0.741	0.892	0.773

NL1	0.857	0.698	0.688	0.619	PBLV1	0.668	0.730	0.761	0.898
NL4	0.867	0.700	0.701	0.649	PBLV2	0.689	0.755	0.788	0.927
PBLA1	0.708	0.891	0.759	0.735	PBLV3	0.690	0.744	0.790	0.928
PBLA2	0.714	0.899	0.778	0.755	TĐ1	0.885	0.681	0.705	0.657
PBLA3	0.721	0.907	0.748	0.705	TĐ3	0.867	0.668	0.677	0.629
PBLA4	0.716	0.901	0.769	0.728	TĐ4	0.873	0.689	0.713	0.657
PBLC1	0.725	0.776	0.898	0.753					

Bảng tải chéo cho thấy mọi chỉ báo đều có hệ số tải lớn nhất trên biến tiềm ẩn mục tiêu của chúng: nhóm chỉ báo liên quan LOC (KQ1, KQ3, KQ4, NL1, NL4, TĐ1, TĐ3, TĐ4) có loadings cao nhất trên LOC (tham chiếu: 0.854–0.885); nhóm PBLA (PBLA1–PBLA4) có loadings lớn nhất trên PBLA (khoảng 0.891–0.907); PBLC1–PBLC4 có loadings lớn nhất trên PBLC (0.892–0.905); PBLV1–PBLV3 có loadings lớn nhất trên PBLV (0.898–0.928). Đồng thời, các tải chéo lên các biến khác đều thấp hơn tải nội bộ, và không có chỉ báo nào biểu hiện tình trạng “cross-loading” vượt quá loading trên biến mục tiêu. Về phương pháp luận, đây là bằng chứng bổ sung rằng cả chỉ báo hội tụ mạnh với biến mục tiêu và chỉ báo không tải mạnh lên biến khác đều được thỏa mãn; do đó không có cơ sở thống kê để loại trừ bất kỳ chỉ báo nào dựa trên tải chéo.

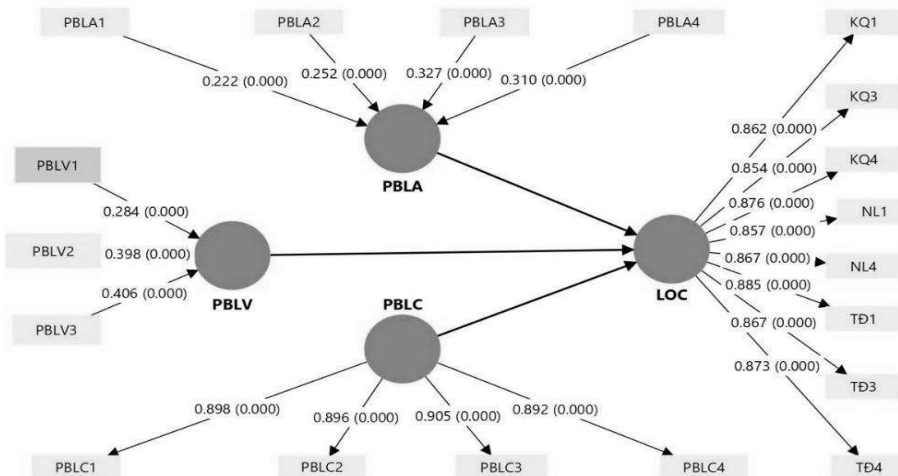
Bảng 4. Giá trị phân biệt – Tỷ số Heterotrait–Monotrait (HTMT)

PBLC <-> LOC	0.861
--------------	-------

Giá trị HTMT giữa PBLC và LOC là 0.861, nhỏ hơn ngưỡng tham chiếu phổ biến 0.90; theo Henseler và cộng sự, HTMT là phép kiểm nhạy hơn và giá trị < 0.90 cho thấy không có chồng lấn khái niệm (conceptual overlap) nghiêm trọng giữa hai biến. Vì cả Fornell–Larcker và HTMT đều được thỏa mãn trong dữ liệu hiện tại, có thể kết luận chắc chắn rằng các biến tiềm ẩn được đo lường là phân biệt về mặt tâm lý-thống kê.

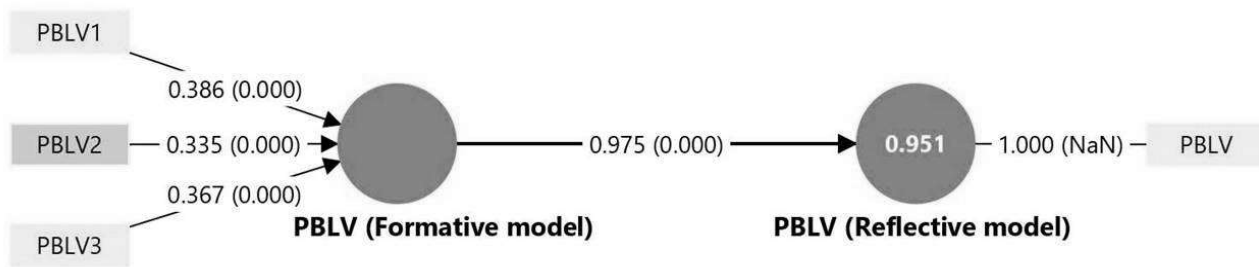
2.4.2. Đánh giá mô hình cấu trúc

a) Hệ số đường dẫn và hệ số tải nhân tố



Hình 1. Mô hình SEM

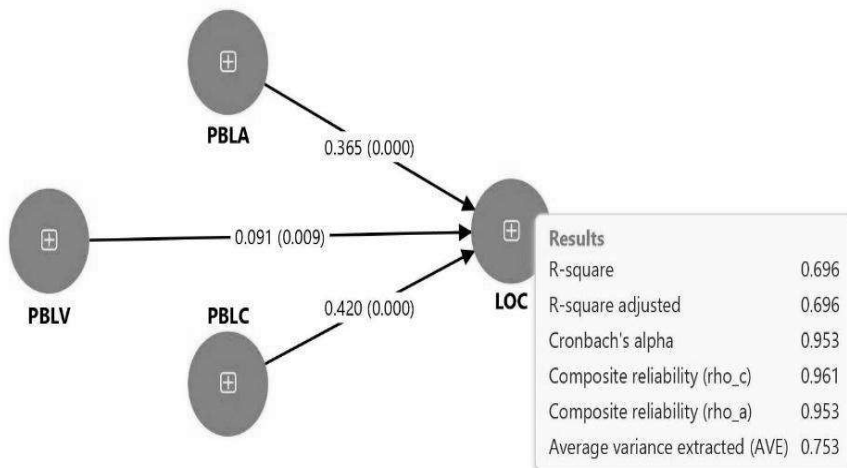
Hình 1 mô tả mô hình SEM đánh giá ảnh hưởng của ba yếu tố PBL—PBLA, PBLV và PBLC—đến kết quả học tập (LOC). Các biến tiềm ẩn được đo lường bằng các chỉ báo quan sát tương ứng. PBLA và PBLV có hệ số tải thấp đến trung bình (0.222–0.406), cho thấy độ hội tụ còn hạn chế. Ngược lại, PBLC đạt hệ số tải rất cao (0.892–0.905), phản ánh thang đo ổn định và nhất quán. Biến LOC cũng được đo lường tốt với hệ số tải 0.854–0.885 trên cả ba khía cạnh: kiến thức, năng lực và thái độ. Các đường dẫn từ PBLA, PBLV và PBLC đến LOC đều có ý nghĩa thống kê, khẳng định ảnh hưởng tích cực của các thành phần PjBL lên kết quả học tập. Trong đó, PBLC là yếu tố mạnh nhất và được đo lường tốt nhất, trong khi PBLA và PBLV cần được cải thiện thang đo trong nghiên cứu tương lai. Mô hình nhìn chung thể hiện độ tin cậy và giá trị hội tụ tốt, đặc biệt ở PBLC và LOC.



Hình 2. Mô hình hình thành: LOC

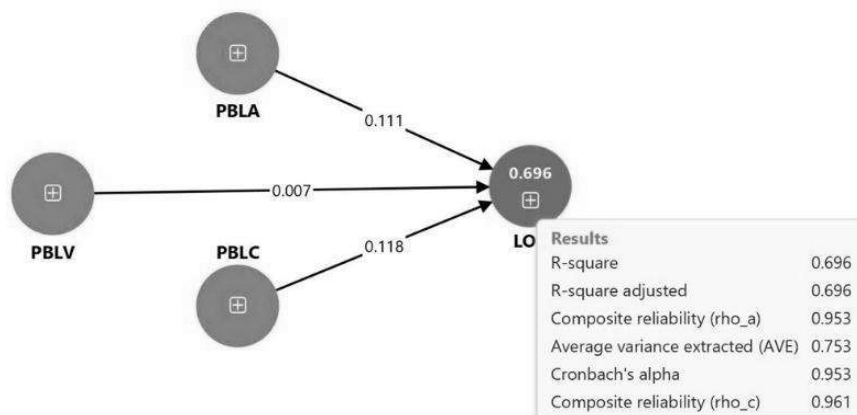
Hình 2 mô tả mô hình đo lường hai tầng của biến PBLV (Sự tự chủ & Thăm dò Toán học). Ở mô hình hình thành, ba chỉ báo PBLV1–PBLV3 có hệ số đường dẫn từ 0.335 đến 0.386 ($p = 0.000$), cho thấy tất cả đều đóng góp đáng kể vào việc hình thành khái niệm PBLV. Đường dẫn từ PBLV (Formative) sang PBLV (Reflective) đạt 0.975 ($p = 0.000$), phản ánh sự tương thích rất mạnh giữa hai lớp mô hình. Trong mô hình phản xạ, PBLV được đo bằng một chỉ báo duy nhất với hệ số tải 1.000 và độ tin cậy cao (0.951), khẳng định tính nhất quán và độ hợp lệ của cấu trúc. Nhìn chung, mô hình thể hiện quá trình hình thành – phản xạ rõ ràng, với thang đo PBLV đạt độ tin cậy và khả năng giải thích tốt trong SEM.

b) Kết quả phân tích SEM: Hệ số R^2 và quy mô tác động (f^2)



Hình 3. Các tác động trong mô hình

Hình 3 trình bày mô hình SEM đánh giá tác động của PBLA, PBLV và PBLC đến kết quả học tập (LOC). Các đường dẫn đều có ý nghĩa thống kê: $PBLA \rightarrow LOC = 0.365$ ($p = 0.000$), $PBLV \rightarrow LOC = 0.091$ ($p = 0.009$) và $PBLC \rightarrow LOC = 0.420$ ($p = 0.000$). PBLC là yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất, tiếp đến PBLA, trong khi PBLV có tác động yếu nhưng vẫn có ý nghĩa. Giá trị $R^2 = 0.696$ cho thấy mô hình giải thích gần 70% biến thiên của LOC. Các chỉ số độ tin cậy ($\alpha = 0.953$; $CR = 0.961$; $AVE = 0.753$) đều rất cao, khẳng định mô hình đo lường ổn định và đáng tin cậy.



Hình 4. Quy mô tác động

Hình 4 thể hiện cùng mô hình nhưng không hiển thị p-value, chỉ còn hệ số đường dẫn. PBLA, PBLV và PBLC lần lượt có hệ số 0.111, 0.007 và 0.118, cho thấy mức ảnh hưởng trực tiếp nhỏ dù cùng chiều dương. Tuy vậy, $R^2 = 0.696$ khẳng định mô hình vẫn giải thích tốt kết quả học tập. Các chỉ số độ tin cậy ($\alpha = 0.953$; $\rho_a = 0.953$; $\rho_c = 0.961$; $AVE = 0.753$) tiếp tục cho thấy thang đo có độ hội tụ và tính nhất quán cao. Nhìn chung, dù các tác động riêng lẻ thấp, mô hình tổng thể vẫn mạnh và có cơ sở lý thuyết vững chắc.

2.4.3. Đánh giá khả năng dự báo

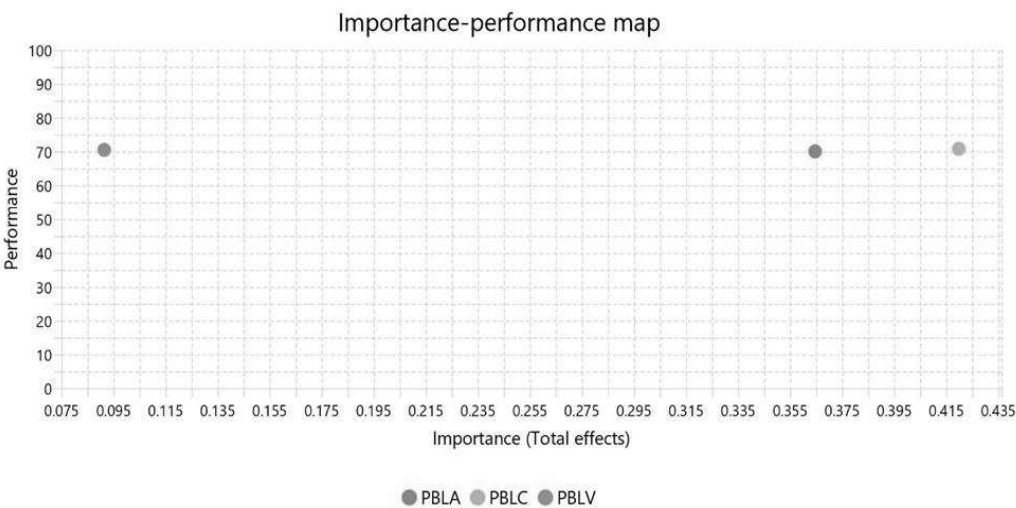
a) Đánh giá năng lực dự báo ở cấp độ biến tiềm ẩn

Bảng 5. Xác định khả năng dự báo của mô hình hồi quy

	Q ² predict	RMSE	MAE
LOC	0.693	0.555	0.379

Giá trị $Q^2_{\text{predict}} = 0.693$ cho biến LOC (Learning Outcome Construct) cho thấy mô hình có khả năng dự báo rất tốt (theo tiêu chuẩn của Stone–Geisser, $Q^2 > 0$ chứng tỏ mô hình có khả năng dự đoán; $Q^2 > 0.35$ là mức mạnh). Các chỉ số lỗi dự báo ở mức thấp, với $RMSE = 0.555$ và $MAE = 0.379$, phản ánh sự phù hợp cao giữa giá trị dự báo và giá trị quan sát thực tế. Điều này chứng tỏ rằng mô hình PLS-SEM có thể dự đoán hiệu quả giá trị của LOC dựa trên các biến độc lập trong mô hình (PBLA, PBLC, PBLV). Kết quả này khẳng định mô hình có năng lực dự báo cao, cung cấp cơ sở thực nghiệm vững chắc để diễn giải các mối quan hệ cấu trúc trong nghiên cứu.

b) So sánh tầm quan trọng – hiệu quả giữa các biến dự báo



Hình 5. Bản đồ IPMA (Importance-Performance Map Analysis) ở cấp độ biến tiềm ẩn cho các yếu tố PjBL dự đoán kết quả học tập (LOC)

Bản đồ IPMA cho thấy mức độ ảnh hưởng của các cấu trúc PBL đến kết quả học tập (LOC). PBLC có tầm quan trọng cao nhất (≈ 0.42) và hiệu suất khoảng 70, chứng tỏ năng lực hợp tác và lập luận của học sinh là yếu tố quyết định kết quả học tập. PBLA đứng thứ hai (≈ 0.36), cho thấy tính xác thực và mức độ thách thức của dự án cũng góp phần đáng kể. Ngược lại, PBLV có tầm quan trọng thấp nhất (≈ 0.09), phản ánh ảnh hưởng hạn chế của yếu tố tự chủ và thăm dò toán học đối với LOC. Nhìn chung, kết quả nhấn mạnh rằng để nâng cao hiệu quả PjBL, giáo viên nên ưu tiên phát triển kỹ năng, thái độ và năng lực thực hành của học sinh trong quá trình làm dự án.

Bảng 6. Tầm quan trọng của các cấu trúc đối với Kết quả học tập (LOC)

	LOC
PBLA	0.365
PBLC	0.420
PBLV	0.091

Bảng 6 cho thấy mức ảnh hưởng của các cấu trúc PBL đến LOC. PBLC có tác động mạnh nhất (0.420), khẳng định vai trò trung tâm của hợp tác và lập luận trong việc nâng cao kết quả học tập. PBLA

đứng thứ hai (0.365), cho thấy tính xác thực và thách thức của nhiệm vụ dự án cũng đóng góp đáng kể. PBLV có ảnh hưởng thấp nhất (0.091), phản ánh tác động hỗ trợ hơn là quyết định. Nhìn chung, kết quả gợi ý rằng trong thực tiễn, cần ưu tiên phát triển năng lực hợp tác và lập luận (PBLV), tiếp đến là các yếu tố liên quan đến tính xác thực và thách thức (PBLA), trong khi PBLV chỉ cần được tăng cường ở mức hỗ trợ.

3. KẾT LUẬN

Mô hình dự đoán đã cung cấp bằng chứng thực nghiệm mạnh mẽ, khẳng định các khía cạnh cốt lõi của Dạy học Dựa trên Dự án (PBL) là chìa khóa để tối ưu hóa kết quả học tập môn Toán (LOC) ở cấp THPT. Cụ thể, nghiên cứu đã xác nhận rằng Tính xác thực và Thách thức của dự án (PBLA) có tác động tích cực và đáng kể đến LOC của học sinh. Đồng thời, kết quả kiểm định cho thấy Sự tự chủ và Thăm dò toán học (PBLV) đóng vai trò quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp và hiệu quả đến việc cải thiện LOC. Hơn nữa, nghiên cứu cũng đã khẳng định Hợp tác và Lập luận (PBLV) là một yếu tố thiết yếu, giúp nâng cao rõ rệt chất lượng LOC thông qua môi trường học tập tương tác và trao đổi. Tóm lại, việc tích hợp các yếu tố PBLA, PBLV và PBLV là chìa khóa để tối đa hóa hiệu quả học tập, từ đó cung cấp cơ sở quan trọng cho việc thiết kế và thực hiện các chương trình giảng dạy Toán học dựa trên dự án.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ajzen, I. (1991). *The theory of planned behavior. Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
2. Astin, A. W. (1997). *What matters in college? Four critical years revisited*. San Francisco: Jossey-Bass.
3. Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
4. Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman.
5. Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
6. Bhattacharjee, A., & Premkumar, G. (2004). Understanding changes in belief and attitude toward information technology usage: A theoretical model and longitudinal test. *MIS quarterly*, pp.229-254.
7. Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4th ed.). Open University Press.
8. Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), pp.369-398.
9. Bộ Giáo dục và Đào tạo. (2018). *Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể*. Nxb Giáo dục Việt Nam. Hà Nội.
10. Boaler, J. (1998). Open and closed mathematics: Student experiences and understandings. *Journal for research in mathematics education*, 29(1), pp.41-62.
11. Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
12. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological inquiry*, 11(4), pp.227-268.
13. Gillies, R. M. (2016). Cooperative learning: Review of research and practice. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 41(3), pp.39-54.
14. Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International journal of educational research*, 102, 101586.
15. Haatainen, O., Aksela, M., & Räisänen, M. (2021). Project-based learning in mathematics and science education: A review of recent research. *Education Sciences*, 11(8), 422. <https://doi.org/10.3390/educsci11080422>
16. Hair, J. F. (2014). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. sage.

17. Han, S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2016). How science, technology, engineering, and mathematics project based learning affects high-need students in the US. *Learning and Individual Differences*, 51, pp.157-166.
18. Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), pp.1089-1113.
19. Harris, C. J., Phillips, R. S., & Penuel, W. R. (2012). Examining teachers' instructional moves aimed at developing students' ideas and questions in learner-centered science classrooms. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 769-788.
20. Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and. *Educational psychologist*, 42(2), pp.99-107.
21. Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving schools*, 19(3), pp.267-277.
22. Larmer, J., Mergendoller, J. R., & Boss, S. (2015). Gold standard PBL: Essential project design elements. *Buck Institute for Education*, 2, pp.1-4.
23. Markula, M., & Aksela, M. (2022). *Student engagement in project-based learning in STEAM education*. Research in Science Education. <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10063-2>
24. Mensah, I. K., Zeng, G., & Luo, C. (2021). E-learning adoption in higher education: The role of self-efficacy, motivation, and attitude. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4429–4448. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10553-5>
25. Moust, J., Bouhuijs, P., & Schmidt, H. (2021). *Introduction to problem-based learning: A guide for students and teachers* (2nd ed.). Routledge.
26. Ndiung, S., & Menggo, S. (2024). Project-based learning as a pedagogical innovation: Impacts on learners' engagement and achievement. *Journal of Educational Innovation*, 8(1), pp.14–27.
27. Nguyễn, T. M. (2023). Phát triển năng lực tự học của học sinh trung học phổ thông thông qua dạy học dựa trên dự án. *Tạp chí Khoa học Giáo dục Việt Nam*, 19(4), tr.45–54.
28. OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.
29. Rahman, M. M., Arif, M., & Al Mamun, M. A. (2020). Understanding e-learning continuance intention among university students: A test of expectation–confirmation model. *International Journal of Educational Development*, 74, 102–112. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2020.102112>
30. Rasoolimanesh, S. M., & Ali, F. (2018). Partial least squares-structural equation modeling in tourism and hospitality research: Theory and applications. *Tourism Management Perspectives*, 26, pp.41–48.
31. Rehman, A., Malik, M., & Khan, M. (2024). Project-based learning and mathematics achievement: A pathway to conceptual understanding. *International Journal of STEM Education*, 11(2), pp.77–92.
32. Rehman, R., Hameed, S., & Hussain, S. (2023). Effect of project-based learning on students' collaboration and communication skills in mathematics. *Education Research International*, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2023/5582940>
33. Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical thinking and learning*, 10(4), pp.313-340.
34. Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation.
35. Trần, H. N., & Lê, T. H. (2021). Ứng dụng dạy học dựa trên dự án trong phát triển năng lực học sinh THPT: Thực tiễn và định hướng. *Tạp chí Giáo dục*, 18(4), tr.55–62.
36. Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), pp.87-102.
37. Widakdo, W. A. (2017). The implementation of project-based learning in mathematics education: A case study. *Journal of Mathematics Education*, 8(1), 15–26.
38. Zhang, H., & Ma, Y. (2023). The impact of project-based learning on student engagement and achievement: A meta-analysis. *Educational Review*, 75(2), 173–198.

**PREDICTIVE MODEL OF THE IMPACT
OF PROJECT-BASED LEARNING ON HIGH SCHOOL
STUDENTS' MATH PERFORMANCE**

Abstract: *This study examines the mediating role of learning competence in the relationship between attitude and academic achievement among high school students in the context of Project-Based Learning. Data were collected from 1,301 students in Vietnam through an online questionnaire and analyzed using SmartPLS 4. The results indicate that the measurement model demonstrates good reliability and validity. The analysis shows that attitude has a direct, positive effect on learning competence ($p < 0.001$), and learning competence significantly influences academic achievement ($p < 0.001$). Importantly, with a VAF of 82%, learning competence serves as a substantial mediator, suggesting that attitude primarily impacts academic achievement through the development of competence. Thus, the study highlights the crucial role of learning competence in transforming positive attitudes into effective academic outcomes within the PjBL environment. These findings provide evidence that fostering positive attitudes and developing core competences are key strategies for enhancing achievement and creating sustainable value in education.*

Keywords: *Project-Based Learning; Vietnamese high school students; academic achievement; learning competence; learning attitude.*