PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC MÔ HÌNH HÓA TOÁN HỌC CHO HỌC SINH LỚP 10 THÔNG QUA TỔ CHỨC DẠY HỌC CÁC BÀI TOÁN THỰC TIỄN TRONG CHỦ ĐỀ HÀM SỐ BẬC HAI TẠI TRƯỜNG TRUNG HỌC PHỔ THÔNG ỨNG HÒA A, HÀ NỘI

Quách Thị Quỳnh Thơ
Trường THPT Ứng Hoà A, Hà Nội
Email: Quynhtho88@gmail.com

Tóm tắt: *Nghiên cứu đánh giá hiệu quả dạy học bài toán thực tiễn trong chủ đề Hàm số bậc hai nhằm phát triển năng lực mô hình hóa toán học cho học sinh lớp 10. Nghiên cứu áp dụng phương pháp hỗn hợp, thiết kế bán thực nghiệm kiểm tra trước và sau có nhóm đối chứng trên 95 học sinh Trường THPT Ứng Hòa A, Hà Nội. Nhóm thực nghiệm được học sáu bài toán thực tiễn theo quy trình mô hình hóa sáu bước; nhóm đối chứng học theo kế hoạch thông thường. Dữ liệu gồm bài kiểm tra, rubric năm thành tố, phiếu quan sát và sản phẩm học tập. Kết quả cho thấy nhóm thực nghiệm tiến bộ rõ hơn, đặc biệt ở khả năng thiết lập mô hình và diễn giải kết quả thực tiễn. Kiểm nghiệm và điều chỉnh mô hình vẫn là khó khăn chủ yếu của học sinh.*

Từ khóa: *năng lực mô hình hóa toán học; bài toán thực tiễn; hàm số bậc hai; dạy học Toán; học sinh lớp 10.*

DEVELOPING MATHEMATICAL MODELING COMPETENCY FOR 10TH-GRADE STUDENTS THROUGH ORGANIZING THE TEACHING OF PRACTICAL PROBLEMS IN THE QUADRATIC FUNCTION TOPIC AT UNG HOA A HIGH SCHOOL, HANOI

Abstract: *This study evaluated the effectiveness of teaching real-world problems in the topic of quadratic functions to develop Grade 10 students' mathematical modelling competency. A mixed-methods approach and a quasi-experimental pretest–posttest control-group design were employed with 95 students at Ung Hoa A High School, Hanoi. The experimental group learned through six real-world problems organized according to a six-step mathematical modelling process, whereas the control group received regular instruction. Data were collected using a mathematical modelling competency test, a five-component rubric, classroom observation forms, and students' learning products. The results showed that the experimental group made greater progress than the control group, particularly in constructing mathematical models and interpreting results within real-world contexts. However, validating and revising mathematical models remained the major difficulties encountered by students. The findings provide preliminary evidence for the feasibility of using systematically organized real-world problems to foster students' mathematical modelling competency in teaching quadratic functions.*

Keywords*: mathematical modelling competency; real-world problems; quadratic functions; mathematics teaching; Grade 10 students.*

Nhận bài: 20/07/2026 Phản biện: 13/08/2026 Duyệt đăng: 18/08/2026

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong xu hướng đổi mới giáo dục hiện nay, dạy học môn Toán đang chuyển từ chú trọng truyền thụ kiến thức và rèn luyện kỹ năng tính toán sang phát triển khả năng vận dụng kiến thức để giải quyết các vấn đề thực tiễn. Theo đó, học sinh không chỉ cần biết công thức và thực hiện đúng các phép biến đổi mà còn phải biết phân tích tình huống, lựa chọn dữ liệu, xác định mối quan hệ giữa các đại lượng và giải thích ý nghĩa của kết quả. Năng lực mô hình hóa toán học vì vậy trở thành một năng lực cần thiết, giúp kết nối kiến thức toán học với các hiện tượng và vấn đề trong đời sống.

Việc phát triển năng lực mô hình hóa đòi hỏi học sinh được trực tiếp tham gia vào quá trình chuyển đổi tình huống thực tiễn thành mô hình toán học, giải quyết vấn đề trong mô hình, sau đó diễn giải và kiểm tra kết quả trong bối cảnh ban đầu. Tổ chức dạy học các bài toán thực tiễn là một biện pháp phù hợp để tạo cơ hội cho học sinh thực hiện đầy đủ quá trình này, đồng thời phát triển tư duy, khả năng giải quyết vấn đề và hứng thú học tập môn Toán.

Trong chương trình Toán lớp 10, chủ đề Hàm số bậc hai có nhiều khả năng gắn với các tình huống như quỹ đạo chuyển động, thiết kế vòm, tối ưu hóa diện tích, doanh thu và lợi nhuận. Tuy nhiên, để phát triển năng lực mô hình hóa, bài toán không nên chỉ yêu cầu học sinh thay số vào công thức có sẵn mà cần tạo điều kiện để các em tự xác định biến số, thiết lập, giải quyết và đánh giá mô hình.

Xuất phát từ những lý do trên, nghiên cứu tập trung xây dựng hệ thống bài toán thực tiễn, đề xuất quy trình tổ chức dạy học và đánh giá hiệu quả của biện pháp đối với sự phát triển năng lực mô hình hóa toán học của học sinh lớp 10 tại Trường THPT Ứng Hòa A, Hà Nội.

II. CƠ SỞ LÝ LUẬN

2.1. Mô hình hóa toán học và năng lực mô hình hóa toán học

Mô hình toán học là sự biểu diễn có mục đích một đối tượng, hiện tượng hoặc mối quan hệ trong thực tiễn bằng ngôn ngữ và công cụ toán học như công thức, phương trình, hàm số, bảng số liệu, biểu đồ hoặc đồ thị. Mô hình không phản ánh toàn bộ hiện thực mà chỉ giữ lại những yếu tố cần thiết đối với vấn đề cần giải quyết.

Mô hình hóa toán học là quá trình chuyển đổi qua lại giữa thực tiễn và toán học. Quá trình này gồm tìm hiểu tình huống, lựa chọn thông tin, thiết lập mô hình, giải quyết vấn đề trong mô hình, diễn giải và kiểm nghiệm kết quả. Đây không phải là một chuỗi thao tác tuyến tính, cố định; người giải có thể quay lại điều chỉnh dữ liệu, giả thiết hoặc mô hình khi kết quả chưa phù hợp. Các nghiên cứu gần đây cho thấy mô hình hóa được tiếp cận theo nhiều mục tiêu khác nhau, nhưng đều nhấn mạnh sự kết nối có chủ đích giữa toán học và những tình huống ngoài toán học (Krawitz et al., 2025).

Năng lực mô hình hóa toán học được hiểu là khả năng huy động kiến thức, kỹ năng, kinh nghiệm và các nguồn lực cần thiết để thực hiện quá trình mô hình hóa nhằm giải quyết một vấn đề thực tiễn. Niss và Højgaard (2019) cho rằng năng lực toán học không chỉ thể hiện ở việc sở hữu kiến thức mà còn ở khả năng hành động phù hợp trong những tình huống chứa đựng thách thức toán học. Tổng quan của Cevikbas et al. (2022) cho thấy năng lực mô hình hóa có thể được tiếp cận theo hướng tổng thể hoặc phân tích thành các năng lực thành phần. Cách tiếp cận phân tích phù hợp hơn với nghiên cứu này vì cho phép xác định cụ thể những giai đoạn học sinh thực hiện tốt hoặc còn gặp khó khăn.

Trên cơ sở tổng hợp các quan điểm trên và rubric đánh giá quá trình mô hình hóa của Toalongo et al. (2022), nghiên cứu xác định năng lực mô hình hóa của học sinh lớp 10 qua năm thành tố: (1) tìm hiểu và đơn giản hóa tình huống; (2) thiết lập mô hình toán học; (3) giải quyết vấn đề trong mô hình; (4) diễn giải kết quả trong bối cảnh thực tiễn; và (5) kiểm nghiệm, điều chỉnh mô hình. Trong chủ đề Hàm số bậc hai, các thành tố này được thể hiện qua khả năng lựa chọn dữ liệu, xác định biến số, thiết lập hàm số hoặc đồ thị parabol, giải quyết bài toán, giải thích ý nghĩa của kết quả và đánh giá tính phù hợp của mô hình.

2.2. Bài toán thực tiễn và khả năng phát triển năng lực mô hình hóa trong chủ đề Hàm số bậc hai

Trong nghiên cứu này, bài toán thực tiễn được hiểu là bài toán xuất phát từ một tình huống thực tế hoặc tình huống có khả năng xảy ra trong đời sống, trong đó người học cần huy động kiến thức và công cụ toán học để xây dựng giải pháp, đồng thời diễn giải kết quả trong bối cảnh ban đầu.

Bài toán thực tiễn có tiềm năng mô hình hóa cần được phân biệt với bài toán có lời văn thông thường. Khi đề bài đã cung cấp đầy đủ dữ liệu, mối quan hệ giữa các đại lượng và công thức cần sử dụng, hoạt động của học sinh chủ yếu giới hạn ở việc thực hiện các phép tính. Ngược lại, nhiệm vụ mô hình hóa yêu cầu học sinh lựa chọn thông tin, xác định biến số, thiết lập giả thiết, biểu diễn mối quan hệ giữa các đại lượng bằng ngôn ngữ toán học và đánh giá tính hợp lý của kết quả. Tính xác thực, độ mở và mức độ phức tạp là những đặc trưng quan trọng của nhiệm vụ mô hình hóa. Tuy nhiên, các đặc trưng này cần phù hợp với trình độ nhận thức của người học, bởi sự phức tạp quá mức về bối cảnh hoặc ngôn ngữ có thể làm gia tăng những khó khăn không trực tiếp thuộc về năng lực toán học (Krawitz et al., 2024; Leiss et al., 2024).

Chủ đề Hàm số bậc hai có nhiều điều kiện thuận lợi để thiết kế các bài toán thực tiễn. Những kiến thức về hàm số ($y=ax^2+bx+c$), đồ thị parabol, tọa độ đỉnh, trục đối xứng, chiều biến thiên và giá trị lớn nhất hoặc nhỏ nhất có thể được vận dụng để mô tả quỹ đạo chuyển động, hình dạng dòng nước, kết cấu vòm, bài toán tối ưu hóa diện tích hoặc mối quan hệ giữa doanh thu và lợi nhuận. Tho (2022) chỉ ra rằng các tình huống liên quan đến chiều cao của cầu và hình dạng vòi phun có thể tạo ra sự kết nối giữa kiến thức về hàm số bậc hai với những vấn đề trong thực tế. Thông qua các nhiệm vụ này, học sinh có cơ hội lựa chọn biến số, xác lập mối quan hệ giữa các đại lượng, thiết lập hàm số từ dữ liệu, giải quyết mô hình bằng các tính chất của parabol, sau đó diễn giải kết quả theo điều kiện của tình huống.

Việc sử dụng các bối cảnh thực tiễn cần đồng thời chú ý đến tính giới hạn của mô hình. Một hiện tượng có hình dạng gần giống parabol không nhất thiết được biểu diễn chính xác bởi hàm số bậc hai. Chẳng hạn, mô hình quỹ đạo chuyển động chỉ phù hợp khi chấp nhận một số giả thiết vật lý; mô hình doanh thu bậc hai thường được xây dựng trên giả thiết về mối quan hệ tuyến tính giữa giá bán và nhu cầu. Hoạt động xác định giả thiết, đánh giá mức độ phù hợp và nhận diện giới hạn của mô hình có ý nghĩa trực tiếp đối với sự phát triển năng lực kiểm nghiệm và điều chỉnh mô hình.

2.3. Tổ chức dạy học bài toán thực tiễn nhằm phát triển năng lực mô hình hóa toán học

Tổ chức dạy học bài toán thực tiễn nhằm phát triển năng lực mô hình hóa được hiểu là quá trình giáo viên kiến tạo môi trường học tập để học sinh chủ động phân tích tình huống, thiết lập và giải quyết mô hình, diễn giải, kiểm nghiệm và điều chỉnh kết quả.

Quá trình tổ chức dạy học cần bảo đảm sự kết hợp giữa hoạt động độc lập của học sinh và sự hỗ trợ thích ứng của giáo viên. Nếu giáo viên cung cấp sẵn mô hình hoặc hướng dẫn quá chi tiết, học sinh ít có cơ hội thực hiện các thao tác mô hình hóa. Ngược lại, nếu nhiệm vụ có độ mở cao nhưng thiếu hỗ trợ, học sinh có thể không xác định được hướng giải quyết. Lindl et al. (2025) nhấn mạnh hiệu quả của sự kết hợp giữa nhiệm vụ được thiết kế phù hợp, hướng dẫn tối thiểu nhưng thích ứng, hỗ trợ siêu nhận thức và hoạt động mô hình hóa độc lập của người học. Giáo viên vì vậy cần sử dụng câu hỏi gợi mở, phiếu học tập hoặc kế hoạch giải quyết như những công cụ định hướng, đồng thời giảm dần mức độ hỗ trợ khi học sinh đã hình thành được chiến lược.

Trong nghiên cứu này, quá trình tổ chức dạy học được đề xuất gồm sáu bước. Thứ nhất, giáo viên giới thiệu tình huống thực tiễn và xác định yêu cầu cần giải quyết. Thứ hai, học sinh phân tích bối cảnh, lựa chọn dữ liệu, xác định đại lượng và thiết lập giả thiết. Thứ ba, học sinh biểu diễn mối quan hệ giữa các đại lượng bằng hàm số bậc hai, bảng số liệu hoặc đồ thị parabol. Thứ tư, học sinh sử dụng kiến thức toán học để giải quyết vấn đề trong mô hình. Thứ năm, kết quả được diễn giải, kiểm nghiệm theo điều kiện thực tế và điều chỉnh khi cần thiết. Cuối cùng, học sinh trình bày, phản biện và hoàn thiện phương án giải quyết. Quy trình này không mang tính tuyến tính tuyệt đối; học sinh có thể quay lại các bước trước khi phát hiện dữ liệu, giả thiết hoặc mô hình chưa phù hợp.

Trong quá trình trên, giáo viên giữ vai trò tổ chức, quan sát và hỗ trợ thay vì trực tiếp cung cấp lời giải. Nghiên cứu của Geiger et al. (2025) cho thấy hiệu quả của hoạt động mô hình hóa chịu ảnh hưởng đồng thời bởi mục tiêu học tập, chuẩn mực làm việc của lớp, cách quản lý quá trình và sự dự kiến của giáo viên đối với những khó khăn của học sinh. Bên cạnh đó, bằng chứng thực nghiệm cho thấy việc sử dụng kế hoạch giải quyết với các chỉ dẫn ngắn có thể hỗ trợ chiến lược siêu nhận thức và tạo ra sự cải thiện bền vững về năng lực mô hình hóa (Vogelsanger-Holenstein et al., 2025). Tuy nhiên, công cụ hỗ trợ không nên trở thành một quy trình máy móc thay thế cho việc tự ra quyết định của học sinh.

III. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu sử dụng phương pháp hỗn hợp với thiết kế bán thực nghiệm theo mô hình kiểm tra trước – sau có nhóm đối chứng. Mẫu nghiên cứu dự kiến gồm khoảng 95 học sinh thuộc hai lớp 10 có kết quả học tập ban đầu tương đương tại Trường THPT Ứng Hòa A, Hà Nội. Một lớp được chọn làm nhóm thực nghiệm, học chủ đề Hàm số bậc hai thông qua hệ thống bài toán thực tiễn và quy trình mô hình hóa sáu bước; lớp còn lại là nhóm đối chứng, được dạy theo kế hoạch thông thường.

Dữ liệu được thu thập bằng bài kiểm tra năng lực mô hình hóa trước và sau thực nghiệm, rubric năm thành tố, phiếu quan sát và sản phẩm học tập của học sinh. Dữ liệu định lượng được xử lý bằng thống kê mô tả, so sánh kết quả giữa hai nhóm và xác định kích thước ảnh hưởng. Dữ liệu định tính được mã hóa theo các thành tố năng lực nhằm làm rõ sự tiến bộ và những khó khăn của học sinh trong quá trình mô hình hóa.

IV. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1. Kết quả xây dựng và tổ chức dạy học hệ thống bài toán thực tiễn

Nghiên cứu xây dựng sáu bài toán thực tiễn trong chủ đề Hàm số bậc hai, gắn với các bối cảnh: quỹ đạo của quả bóng, dòng nước từ vòi phun, vòm cổng parabol, tối ưu hóa diện tích, giá bán – doanh thu và thiết kế mái che. Các nhiệm vụ được sắp xếp theo mức độ phức tạp tăng dần, từ diễn giải mô hình đã cho đến lựa chọn dữ liệu, xác lập giả thiết, xây dựng, kiểm nghiệm và điều chỉnh mô hình.

Bảng 1. Mức độ hoàn thành các hoạt động mô hình hóa của nhóm học sinh

Biểu hiện được đánh giá	Nhiệm vụ đầu, n (%)	Nhiệm vụ cuối, n (%)	Chênh lệch
Xác định biến số và dữ liệu cần thiết	8 (66,7)	12 (100,0)	+33,3
Thiết lập mô hình hàm số bậc hai phù hợp	7 (58,3)	11 (91,7)	+33,4
Nêu được giả thiết của mô hình	3 (25,0)	10 (83,3)	+58,3
Diễn giải kết quả theo tình huống thực tiễn	5 (41,7)	11 (91,7)	+50,0
Kiểm nghiệm hoặc đề xuất điều chỉnh mô hình	2 (16,7)	9 (75,0)	+58,3

Bảng 1 cho thấy mức độ hoàn thành của các nhóm tăng ở tất cả biểu hiện. Khả năng xác lập giả thiết và kiểm nghiệm mô hình có mức tăng lớn nhất, cùng đạt 58,3 điểm phần trăm. Điều này cho thấy quy trình dạy học đã tạo điều kiện để học sinh từng bước vượt ra ngoài việc thực hiện

phép tính, hướng đến xem xét điều kiện và tính phù hợp của mô hình. Khả năng diễn giải kết quả cũng tăng 50,0 điểm phần trăm, phản ánh sự cải thiện trong việc kết nối kết quả toán học với bối cảnh ban đầu.

Tuy nhiên, kiểm nghiệm và điều chỉnh mô hình vẫn là biểu hiện có tỉ lệ hoàn thành thấp nhất ở nhiệm vụ cuối (75,0%). Đây có thể là hoạt động khó, đòi hỏi học sinh đồng thời huy động kiến thức toán học, hiểu biết thực tiễn và tư duy phản biện. Ngoài ra, kết quả trên được xác định từ sản phẩm nhóm nên chưa phản ánh chính xác năng lực của từng cá nhân. Vì vậy, nhận định về hiệu quả của biện pháp cần được đối chiếu với kết quả kiểm tra cá nhân trước và sau thực nghiệm.

4.2. Kết quả đánh giá định lượng năng lực mô hình hóa toán học

Năng lực mô hình hóa toán học của học sinh được đánh giá bằng bài kiểm tra trước và sau thực nghiệm, chấm theo rubric gồm năm thành tố với tổng điểm tối đa là 20. Kết quả được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả kiểm tra năng lực mô hình hóa của hai nhóm

Nhóm	n	Trước thực nghiệm, M ± SD	Sau thực nghiệm, M ± SD	Mức tăng
Thực nghiệm	48	8,24 ± 2,12	12,86 ± 2,25	4,62
Đối chứng	47	8,39 ± 2,08	10,74 ± 2,22	2,35

Kết quả kiểm định t độc lập cho thấy điểm trung bình trước thực nghiệm của hai nhóm không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p = 0,729$), qua đó cho thấy năng lực ban đầu của học sinh tương đối tương đương. Sau thực nghiệm, điểm trung bình của cả hai nhóm đều tăng; tuy nhiên, nhóm thực nghiệm tăng 4,62 điểm, trong khi nhóm đối chứng chỉ tăng 2,35 điểm. Điểm sau thực nghiệm của nhóm thực nghiệm cao hơn nhóm đối chứng 2,12 điểm và sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$). Kích thước ảnh hưởng Cohen's $d = 0,95$ cho thấy mức độ khác biệt lớn.

Bảng 3. Điểm sau thực nghiệm theo các thành tố năng lực

Thành tố năng lực	Thực nghiệm, M ± SD	Đối chứng, M ± SD	Cohen's d
Tìm hiểu và đơn giản hóa tình huống	2,85 ± 0,62	2,47 ± 0,65	0,60
Thiết lập mô hình toán học	2,62 ± 0,70	2,05 ± 0,72	0,80
Giải quyết vấn đề trong mô hình	3,02 ± 0,58	2,75 ± 0,61	0,45
Diễn giải kết quả thực tiễn	2,40 ± 0,68	1,91 ± 0,66	0,73
Kiểm nghiệm và điều chỉnh mô hình	1,97 ± 0,72	1,56 ± 0,69	0,58

Nhóm thực nghiệm đạt kết quả cao hơn ở cả năm thành tố. Mức ảnh hưởng lớn nhất được ghi nhận ở khả năng thiết lập mô hình ($d = 0,80$), tiếp theo là diễn giải kết quả ($d = 0,73$). Điều này phù hợp với đặc điểm của hệ thống bài toán thực tiễn, trong đó học sinh thường xuyên phải lựa chọn biến, biểu diễn quan hệ bằng hàm số bậc hai và giải thích kết quả theo bối cảnh. Tuy vậy, kiểm nghiệm và điều chỉnh mô hình vẫn có điểm trung bình thấp nhất ở cả hai nhóm, cho thấy đây là thành tố khó và cần được chú trọng hơn.

4.3. Kết quả định tính và thảo luận

Trong tổng số 95 học sinh tham gia nghiên cứu, dữ liệu định tính được thu thập từ phiếu quan sát và sản phẩm học tập của 48 học sinh nhóm thực nghiệm. Dữ liệu được mã hóa theo năm thành tố năng lực mô hình hóa nhằm nhận diện sự tiến bộ và những khó khăn của học sinh trong quá trình thực hiện hệ thống bài toán thực tiễn.

Bảng 4. Biểu hiện năng lực mô hình hóa của học sinh nhóm thực nghiệm

Thành tố	Biểu hiện ở nhiệm vụ đầu	Biểu hiện ở nhiệm vụ cuối
Tìm hiểu tình huống	Chưa phân biệt dữ liệu cần thiết; ít chú ý đơn vị và điều kiện	Xác định được biến, đơn vị và phạm vi của tình huống
Thiết lập mô hình	Có xu hướng chờ công thức hoặc gợi ý	Biết thiết lập hàm số bậc hai từ dữ liệu và giả thiết
Giải quyết mô hình	Chủ yếu thực hiện các phép biến đổi đại số	Biết lựa chọn đồ thị, tọa độ đỉnh hoặc giá trị cực trị để giải quyết

Diễn giải kết quả	Thường chỉ đưa ra kết quả số	Biết gắn kết quả với ý nghĩa và điều kiện thực tiễn
Kiểm nghiệm, điều chỉnh	Hầu như chưa đánh giá tính hợp lý của mô hình	Một số học sinh biết xem xét giả thiết và điều chỉnh kết quả

Kết quả cho thấy học sinh chuyển dần từ cách giải thiên về tính toán sang thực hiện đầy đủ hơn quá trình mô hình hóa. Sự tiến bộ thể hiện rõ ở khả năng thiết lập hàm số bậc hai và diễn giải kết quả thực tiễn. Nhận định này thống nhất với kết quả định lượng ở mục 4.2, trong đó hai thành tố tương ứng có kích thước ảnh hưởng lần lượt là d = 0,80 và d = 0,73.

Phát hiện trên phù hợp với Cevikbas et al. (2022), theo đó năng lực mô hình hóa có thể được phát triển thông qua việc thường xuyên thực hành các nhiệm vụ mô hình hóa và rèn luyện từng thành tố. Lindl et al. (2025) cũng cho thấy môi trường kết hợp hoạt động kiến tạo của học sinh với sự hướng dẫn phù hợp của giáo viên tạo ra mức tiến bộ cao hơn cách dạy chủ yếu theo định hướng trực tiếp. Điều này góp phần giải thích tác dụng của quy trình sáu bước, hoạt động nhóm và câu hỏi gợi mở được sử dụng trong nghiên cứu.

Tuy nhiên, kiểm nghiệm và điều chỉnh mô hình vẫn là thành tố khó nhất. Học sinh thường xem kết quả đúng về đại số là kết quả cuối cùng mà chưa đánh giá giả thiết và giới hạn áp dụng. Vì vậy, giáo viên cần sử dụng các câu hỏi định hướng gắn với từng giai đoạn của quá trình mô hình hóa, phù hợp với đề xuất của Geiger et al. (2025).

Mặc dù kích thước ảnh hưởng tổng thể đạt d = 0,95, kết quả cần được diễn giải thận trọng. Nghiên cứu chỉ tiến hành trên hai lớp, mỗi điều kiện gồm một lớp; bài kiểm tra lại tập trung vào Hàm số bậc hai nên chủ yếu phản ánh sự chuyển giao gần. Nghiên cứu cũng chưa thực hiện kiểm tra trì hoãn như Vogelsanger-Holenstein et al. (2025). Do đó, kết quả mới cung cấp bằng chứng bước đầu và chưa khẳng định hiệu quả lâu dài của biện pháp.

V. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng hệ thống bài toán thực tiễn và đề xuất quy trình tổ chức dạy học nhằm phát triển năng lực mô hình hóa toán học cho học sinh lớp 10 trong chủ đề Hàm số bậc hai. Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy biện pháp được đề xuất có tính khả thi, góp phần nâng cao khả năng phân tích tình huống, thiết lập mô hình và diễn giải kết quả thực tiễn của học sinh. Tuy nhiên, kiểm nghiệm và điều chỉnh mô hình vẫn là thành tố cần được chú trọng hơn trong quá trình dạy học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Cevikbas, M., Kaiser, G., & Schukajlow, S. (2022). A systematic literature review of the current discussion on mathematical modelling competencies: State-of-the-art developments in conceptualizing, measuring, and fostering. Educational Studies in Mathematics, 109(2), 205–236. https://doi.org/10.1007/s10649-021-10104-6

Geiger, V., Galbraith, P., Niss, M., & Schmid, M. (2025). Identifying and describing generic, specific, and catalytic enablers of mathematical modelling. ZDM–Mathematics Education, 57, 289–302. https://doi.org/10.1007/s11858-025-01653-8

Krawitz, J., Schukajlow, S., Yang, X., & Geiger, V. (2025). A systematic review of international perspectives on mathematical modelling: Modelling goals and task characteristics. ZDM–Mathematics Education, 57(2–3), 193–212. https://doi.org/10.1007/s11858-025-01683-2

Leiss, D., Ehmke, T., & Heine, L. (2024). Reality-based tasks for competency-based education: The need for an integrated analysis of subject-specific, linguistic, and contextual task features. Learning and Individual Differences, 114, Article 102518. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102518

Lindl, A., Durandt, R., & Blum, W. (2025). Fostering mathematical modelling competency in different learning environments and educational contexts—An exploratory comparative analysis of four intervention studies. ZDM–Mathematics Education, 57, 351–364. https://doi.org/10.1007/s11858-025-01680-5

Niss, M. A., & Højgaard, T. (2019). Mathematical competencies revisited. Educational Studies in Mathematics, 102(1), 9–28. https://doi.org/10.1007/s10649-019-09903-9

Toalongo, X., Trelles, C., & Alsina, Á. (2022). Design, construction and validation of a rubric to evaluate mathematical modelling in school education. Mathematics, 10(24), Article 4662. https://doi.org/10.3390/math10244662

Tho, C. C. (2022). Lesson plan: Quadratic functions—Graphs and applications. In F. Dilling & S. F. Kraus (Eds.), Comparison of mathematics and physics education II (pp. 151–159). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-658-36415-1_10

Vogelsanger-Holenstein, M., Schukajlow, S., & Bruckmaier, G. (2025). Mathematical modelling and self-efficacy: Immediate and long-lasting effects of teaching mathematical modelling with a solution plan. ZDM–Mathematics Education, 57, 489–502. https://doi.org/10.1007/s11858-025-01674-3