PHÁT TRIỂN KHẢ NĂNG NHẬN DIỆN VẤN ĐỀ TOÁN HỌC TỪ CÁC TÌNH HUỐNG THỰC TIỄN TRONG DẠY HỌC TÍCH PHÂN CHO SINH VIÊN TRƯỜNG ĐẠI HỌC NHA TRANG

TRẦN QUỐC VƯỢNG
MAI THỊ PHƯƠNG
Trường Đại học Nha Trang

Ngày nhận bài 18/9/2026. Sửa chữa xong 03/10/2026. Duyệt đăng 25/10/2026.

Abstract

This study develops and pilots a teaching process using real-world situations to enhance students' ability to identify mathematical problems when learning line and surface integrals. A one-group pretest–posttest design was implemented with 33 students at Nha Trang University. The mean score increased from 5.63 to 8.82 out of 12, with improvements observed across all six assessment criteria. These preliminary findings suggest that the proposed teaching process may help students translate real-world situations into mathematical problems. However, further studies involving control groups are required to verify its effectiveness.

Keywords: *Line and surface integrals, mathematical problem identification, real-world situations.*

1. Đặt vấn đề

Hoạt động giáo dục ở Việt Nam được thực hiện theo nguyên lý "học đi đôi với hành, lý luận gắn liền với thực tiễn" (Quốc hội, 2019). Đối với dạy học Toán, định hướng này đặt ra yêu cầu không chỉ giúp người học nắm vững kiến thức và kỹ năng toán học mà còn biết nhận ra và sử dụng chúng để giải quyết các vấn đề trong những tình huống thực tiễn. (OECD, 2023, p. 32) Xem *formulating situations mathematically* là quá trình người học nhận ra và xác định cơ hội sử dụng toán học, từ đó thiết lập cấu trúc toán học phù hợp cho một vấn đề được đặt trong bối cảnh cụ thể. Quá trình này bao gồm việc xác định các yếu tố toán học, các đại lượng quan trọng và mối quan hệ giữa chúng, nhận diện cấu trúc toán học của tình huống và chuyển tình huống thực tiễn sang ngôn ngữ hoặc biểu diễn toán học phù hợp.

Đối với nội dung tích phân, học sinh (HS) lớp 12 đã được tiếp cận tích phân xác định và một số ứng dụng của tích phân trong giải quyết các bài toán thực tiễn theo Chương trình giáo dục phổ thông môn Toán 2018 (Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2018). Trong dạy học chủ đề này, các bài toán thực tiễn tạo cơ hội để HS vận dụng kiến thức tích phân trong quá trình mô hình hóa toán học. Nguyễn Ái Quốc và Trần Liễu Đại Phúc (2026) đã tổ chức dạy học giải các bài toán thực tiễn về tích phân xác định theo quy trình mô hình hóa toán học, trong đó HS phân tích tình huống, xây dựng mô hình, giải quyết vấn đề trong mô hình và diễn giải kết quả trong bối cảnh thực tiễn. Kết quả cho thấy cách tổ chức này tạo điều kiện để HS thể hiện các biểu hiện của năng lực mô hình hóa toán học. Những kết quả trên cho thấy, sinh viên (SV) khi bước vào đại học đã có nền tảng ban đầu về tích phân và bước đầu biết vận dụng tích phân để giải quyết các vấn đề thực tiễn. Tuy nhiên, khi tiếp cận tích phân đường và tích phân mặt, đối tượng tích lũy được mở rộng từ các đại lượng phân bố trên một khoảng sang các đại lượng phân bố dọc theo đường cong hoặc trên mặt trong không gian. Sự mở rộng này đặt ra yêu cầu SV không chỉ thực hiện các phép tính tích phân mà còn nhận diện được các đại lượng, mối quan hệ và đối tượng tích lũy phù hợp để hình thành vấn đề toán học. Đây là cơ sở để nghiên cứu khả năng nhận diện vấn đề toán học của SV thông qua các tình huống thực tiễn trong dạy học tích phân.

Email: vuongtq@ntu.edu.vn

Đối với SV các ngành kỹ thuật và công nghệ, các đại lượng biến thiên hoặc phân bố theo đường, theo mặt xuất hiện trong nhiều bài toán chuyên ngành liên quan đến khối lượng, công, lưu lượng và thông lượng. Tuy nhiên, trong dạy học tích phân, cách tiếp cận truyền thống thường tập trung vào việc giới thiệu khái niệm, công thức và quy trình tính toán, sau đó mới đến bài toán ứng dụng. Cách tiếp cận này có thể khiến người học chủ yếu thực hiện phép tính sau khi cấu trúc toán học đã được xác định, trong khi ít có cơ hội tự xác định đại lượng cần xét, miền tích lũy và dạng tích phân phù hợp từ một tình huống ban đầu.

Mặc dù việc gắn dạy học toán với thực tiễn ngày càng được quan tâm, các nghiên cứu tập trung vào việc phát triển khả năng nhận diện vấn đề toán học từ tình huống thực tiễn, đặc biệt trong bối cảnh dạy học tích phân đường và tích phân mặt cho SV kỹ thuật và công nghệ vẫn còn hạn chế. Xuất phát từ khoảng trống đó, nghiên cứu này nhằm xây dựng và thử nghiệm một quy trình dạy học sử dụng các tình huống thực tiễn để phát triển khả năng nhận diện vấn đề toán học trong dạy học tích phân đường và tích phân mặt cho SV Trường Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Nha Trang.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Khung biểu hiện của khả năng nhận diện vấn đề toán học

Khả năng nhận diện vấn đề toán học là khả năng của người học nhận ra vấn đề có thể giải quyết bằng toán học trong một tình huống thực tiễn, xác định các đại lượng và mối quan hệ giữa chúng, từ đó xác định vấn đề cần giải quyết.

Các tiêu chí đánh giá được xây dựng dựa trên ba căn cứ chính. Thứ nhất, căn cứ vào quan niệm về *formulating situations mathematically* của (OECD, 2023), nhấn mạnh quá trình chuyển đổi tình huống thực tiễn thành vấn đề toán học thông qua việc người học phát hiện các yếu tố toán học, xác định các đại lượng và mối quan hệ có liên quan, làm rõ vấn đề cần giải quyết và bước đầu hình thành cấu trúc toán học phù hợp cho tình huống. Thứ hai, căn cứ vào mục tiêu nghiên cứu là đánh giá khả năng nhận diện vấn đề toán học của SV từ các tình huống thực tiễn. Thứ ba, căn cứ vào đặc điểm của nội dung tích phân đường và tích phân mặt, trong đó việc hình thành vấn đề toán học đòi hỏi người học xác định đối tượng tích lũy trên đường hoặc trên mặt và nhận diện cấu trúc tích phân tương ứng.

Từ các căn cứ trên, nhóm tác giả cụ thể hóa khả năng nhận diện vấn đề toán học thành 6 biểu hiện, tương ứng với sáu tiêu chí đánh giá (C1–C6) như sau: (C1) *Nhận diện yếu tố toán học trong tình huống thực tiễn*: phát hiện các đại lượng, hiện tượng hoặc quá trình có thể được mô tả và phân tích bằng toán học; (C2) *Xác định các đại lượng liên quan và mối quan hệ giữa chúng*: xác định các đại lượng liên quan đến vấn đề và làm rõ mối quan hệ giữa các đại lượng đó; (C3) *Xác định vấn đề cần giải quyết*: chuyển yêu cầu của tình huống thực tiễn thành một câu hỏi hoặc vấn đề toán học cụ thể; (C4) *Nhận diện đối tượng tích lũy*: xác định đại lượng cần được tích lũy trên một đường hoặc một mặt; (C5) *Nhận diện cấu trúc tích phân phù hợp*: nhận ra cấu trúc toán học tương ứng với tích phân đường hoặc tích phân mặt; (C6) *Diễn đạt tình huống thực tiễn thành vấn đề toán học*: biểu diễn các đại lượng, mối quan hệ và đối tượng tích lũy đã xác định bằng một mô hình hoặc biểu thức toán học phù hợp có thể giải quyết.

Sáu tiêu chí phản ánh tiến trình từ nhận diện các yếu tố toán học đến hình thành biểu diễn toán học, làm cơ sở để thiết kế các hoạt động học tập, công cụ đánh giá và quy trình phát triển khả năng nhận diện vấn đề toán học trong dạy học tích phân đường và tích phân mặt.

Sau khi xây dựng rubric gồm sáu tiêu chí tương ứng với sáu biểu hiện của khả năng nhận diện vấn đề toán học, mỗi tiêu chí được đánh giá theo ba mức điểm 0–1–2. Hai giảng viên (GV) tiến hành chấm thử độc lập 08 bài làm được lựa chọn ngẫu nhiên nhằm rà soát cách hiểu và vận dụng các tiêu chí. Trên cơ sở đối chiếu kết quả, hai GV trao đổi, điều chỉnh và thống nhất mô tả các mức điểm cũng như cách thức áp dụng rubric. Sau đó, hai GV chấm độc lập bài làm Pre-test và Post-test của 33 SV theo rubric đã thống nhất. Mức độ thống nhất giữa hai người chấm được xác định bằng tỷ lệ thống nhất trực tiếp, tính bằng số cặp điểm trùng khớp chia cho tổng số cặp điểm được đối chiếu. Kết quả được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1: Mức độ thống nhất trực tiếp giữa hai người chấm theo từng tiêu chí

Tiêu chí	Số cặp điểm	Số cặp trùng	Tỷ lệ thống nhất trực tiếp
C1	66	63	95.45%
C2	66	64	96.97%
C3	66	64	96.97%
C4	66	63	95.45%
C5	66	57	86.36%
C6	66	59	89.39%
Toàn bộ 6 tiêu chí	396	370	93.43%

Kết quả cho thấy tỷ lệ thống nhất trực tiếp trên toàn bộ dữ liệu chấm đạt 93,43%. Theo từng tiêu chí, tỷ lệ này dao động từ 86,36% đến 96,97%; trong đó, C2 và C3 có tỷ lệ thống nhất cao nhất (96,97%), còn C5 có tỷ lệ thấp nhất (86,36%). Điều này cho thấy hai GV nhìn chung có mức độ thống nhất cao khi vận dụng rubric, đồng thời cần chú ý hơn đến cách diễn giải và áp dụng tiêu chí C5 để đảm bảo tính nhất quán trong quá trình chấm điểm.

2.2. Đề xuất quy trình phát triển khả năng nhận diện vấn đề toán học trong dạy học tích phân đường và tích phân mặt

Dựa trên các biểu hiện của khả năng nhận diện vấn đề toán học được xác định ở Mục 2.1, nghiên cứu xây dựng quy trình tổ chức hoạt động học tập nhằm giúp SV nhận diện vấn đề toán học tiềm ẩn trong tình huống thực tiễn và từng bước xác định cấu trúc tích phân phù hợp để mô tả vấn đề đó. Quy trình gồm bốn bước:

Bước 1: Tiếp cận và phân tích tình huống thực tiễn: Giảng viên đưa ra tình huống gắn với một vấn đề thực tiễn, trong đó các đại lượng có thể biến thiên hoặc phân bố không đồng đều theo đường hoặc mặt. SV quan sát, đọc hiểu tình huống và xác định những yếu tố có ý nghĩa đối với vấn đề cần giải quyết.

Bước 2: Nhận diện các đại lượng và mối quan hệ toán học: Từ tình huống, SV xác định các đại lượng liên quan, đại lượng biến thiên và mối quan hệ giữa chúng dưới sự định hướng của GV thông qua các câu hỏi gợi mở. Giảng viên không cung cấp trực tiếp tên gọi hoặc công thức tích phân.

Bước 3: Xác định đối tượng tích lũy và hình thành vấn đề tích phân: Từ đối tượng tích lũy và mối quan hệ giữa các đại lượng, SV nhận ra cấu trúc toán học phù hợp với sự tích lũy trên đường hoặc trên mặt; trên cơ sở đó, SV chuyển yêu cầu thực tiễn thành vấn đề toán học cụ thể.

Bước 4: Biểu diễn và diễn đạt vấn đề toán học: SV sử dụng đại lượng, ký hiệu, hình vẽ hoặc mô hình phù hợp để biểu diễn tình huống, từ đó diễn đạt yêu cầu thực tiễn thành một vấn đề toán học cụ thể và đề xuất cấu trúc tích phân tương ứng.

Như vậy, quy trình giúp SV chủ động nhận diện cấu trúc tích phân đường và tích phân mặt từ tình huống thực tiễn, qua đó, SV có cơ hội phát triển khả năng chuyển hóa tình huống thực tiễn thành mô hình toán học, đồng thời nâng cao khả năng vận dụng kiến thức tích phân vào giải quyết các bài toán chuyên ngành.

2.3. Thiết kế tình huống thực tiễn về tích phân đường và tích phân mặt

Các tình huống thực tiễn được thiết kế nhằm tạo cơ hội cho SV vận dụng các biểu hiện của khả năng nhận diện vấn đề toán học ở Mục 2.1 và thực hiện quy trình ở Mục 2.2. Dựa trên hai ví dụ ứng dụng trong giáo trình của Strang và Herman (Strang, G., & Herman, E, 2016, Ví dụ 6.22 và 6.68), nhóm tác giả xây dựng và điều chỉnh bối cảnh các tình huống cho phù hợp với mục tiêu khảo sát. Các tình huống 1 và 2 được sử dụng trong giai đoạn can thiệp sư phạm, sau Pre-test, theo quy trình bốn bước tại Mục 2.2. Hình 1 và Hình 2 được tác giả vẽ bằng Python sử dụng thư viện Matplotlib trên nền tảng Google Colab.

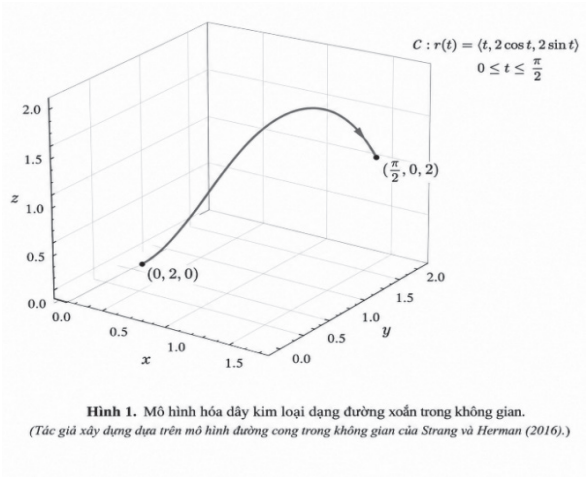
Tình huống 1: Một kỹ sư cần xác định tổng khối lượng của một dây kim loại mảnh được uốn theo một đường cong C trong không gian (hình 1),

$$C : r(t) = \langle t, 2\cos t, 2\sin t \rangle,\ 0 \le t \le \frac{\pi}{2},$$

trong đó các tọa độ được tính bằng mét (m) và t là tham số. Biết rằng, mật độ khối lượng của dây thay đổi theo vị trí trên đường cong C và được xác định bởi hàm

$\rho(x, y, z) = e^x + yz$ (kg/m). Hãy phân tích tình huống và đề xuất phương án giải quyết vấn đề của người kỹ sư.

Hình 1: Dây kim loại trong tình huống 1



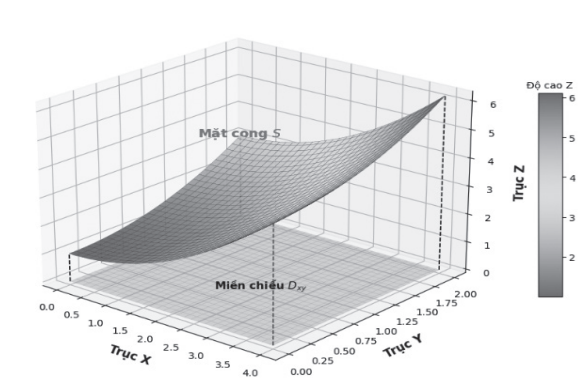
Hình 1. Mô hình hóa dây kim loại dạng đường xoắn trong không gian.
(Tác giả xây dựng dựa trên mô hình đường cong trong không gian của Strang và Herman (2016).)

Tình huống 2: Trong quá trình chế tạo một tấm vật liệu mỏng có bề mặt cong (hình 2), người ta cần xác định tổng khối lượng của tấm vật liệu để phục vụ thiết kế và tính toán kỹ thuật. Bề mặt của tấm vật liệu được mô tả bởi $z = 1 + x + 2y, 0 \le x \le 4, 0 \le y \le 2.$

trong đó x, y, z được đo bằng mét (m). Do vật liệu không đồng nhất, mật độ khối lượng trên một đơn vị diện tích thay đổi theo vị trí trên bề mặt và được cho bởi $\rho(x, y, z) = x^2yz$ (kg/m^2).

Hãy phân tích tình huống trên và đề xuất phương án phù hợp để xác định tổng khối lượng của tấm vật liệu.

Hình 2: Tấm vật liệu mỏng trong tình huống 2



2.4. Tổ chức thực nghiệm sư phạm

Nghiên cứu được thực hiện ngày 07/10/2026 tại Trường Đại học Nha Trang, với 33 SV đăng ký học học phần tự chọn Toán ứng dụng 3, gồm 17 SV lớp 66.CDT_1,2 và 16 SV lớp 67.CDT. Do đặc thù của học phần tự chọn, SV thuộc hai lớp được bố trí học chung. Đối tượng nghiên cứu được lựa chọn theo phương pháp chọn mẫu thuận tiện, dựa trên điều kiện tổ chức giảng dạy và khả năng triển khai thực nghiệm. ThS. Trần Quốc Vương là người trực tiếp giảng dạy và tổ chức các hoạt động thực nghiệm. Nghiên cứu áp dụng thiết kế thực nghiệm một nhóm kiểm tra trước – sau (One-Group Pretest-Posttest Design). Tiến trình thực nghiệm được tổ chức theo các bước: kiểm tra trước tác động (Pre-test) → tác động sư phạm thông qua các hoạt động học tập →kiểm tra sau tác động (Post-test).

2.4.1. Đánh giá ban đầu (Pre-test)

SV thực hiện bài kiểm tra trước tác động trong khoảng thời gian 20 phút nhằm đánh giá kiến thức nền tảng và khả năng nhận diện vấn đề toán học từ các tình huống thực tiễn. Các nhiệm vụ tập trung vào việc phát hiện các yếu tố toán học, xác định các đại lượng biến thiên và thiết lập mối quan hệ giữa chúng trong các bối cảnh thực tế, làm cơ sở đối chiếu với kết quả sau can thiệp sư phạm.

2.4.2. Can thiệp sư phạm

Sau Pre-test, GV tổ chức dạy học nội dung tích phân đường và tích phân mặt theo Quy trình 4 bước (Mục 2.2), kết hợp các tình huống thực tiễn và hệ thống câu hỏi gợi mở qua hai giai đoạn:

Giai đoạn 1 (30 phút): GV nhắc lại kiến thức tích phân xác định trên đoạn thẳng đã học ở phổ thông, làm cầu nối để SV nhận ra bản chất tích lũy. Dưới sự hướng dẫn trực tiếp qua hệ thống câu hỏi gợi mở,

SV phân tích Tình huống 1, xác định các đại lượng, mối quan hệ, đối tượng tích lũy và đề xuất cấu trúc tích phân phù hợp mà chưa cần áp đặt công thức hay tên gọi chính thức ngay từ đầu. GV nhận xét, giải thích và tổng hợp sau mỗi bước.

Giai đoạn 2 (20 phút): SV tiếp tục giải quyết Tình huống 2 với mức độ hỗ trợ giảm dần của GV, SV chủ động xác định các đại lượng, mối quan hệ, đối tượng tích lũy và cấu trúc tích phân. GV gợi mở khi cần thiết, nhận xét và điều chỉnh câu trả lời.

Kết thúc hai giai đoạn (30 phút), GV tổng hợp và chuẩn hóa kết quả, chính thức hóa các khái niệm, ký hiệu và cấu trúc toán học liên quan đến tích phân đường và tích phân mặt trên cơ sở các tài liệu giảng dạy học phần Toán ứng dụng 3 (Đinh Thế Lục, Phạm Huy Điển, Tạ Duy Phượng, 2002); (Stewart, J., Clegg, D., & Watson, S., 2021). Qua đó, SV được củng cố và hệ thống hóa những kiến thức đã hình thành trong quá trình học tập, làm cơ sở để vận dụng quy trình nhận diện vấn đề Toán học vào các tình huống mới trong bài kiểm tra Post-test.

2.4.3. Đánh giá sau tác động (Post-test)

Sau can thiệp, SV thực hiện bài Post-test có cấu trúc và yêu cầu tương đương Pre-test nhưng sử dụng tình huống, dữ liệu và đối tượng tích lũy khác trong thời gian 20 phút. Hai bài Pre-test và Post-test được chấm theo cùng một rubric. Dữ liệu được xử lý bằng Microsoft Excel, sử dụng thống kê mô tả để so sánh điểm theo sáu thành phần năng lực và tổng điểm trước, sau can thiệp. Kết quả được làm tròn đến hai chữ số thập phân. Nội dung bài Pre-test, Post-test, rubic đánh giá được trình bày tại Phụ lục 1 (Nguồn: https://drive.google.com/file/d/1jPz-5jzBNPZmovBZKs4T5bk3Xhr05rg1/view?usp=sharing).

2.5. Kết quả thực nghiệm và thảo luận

2.5.1. Kết quả thực nghiệm

Bảng 2: Điểm trung bình và tỷ lệ đạt điểm tối đa theo từng tiêu chí trước và sau can thiệp

Thành phần năng lực	Pre-test TB	Post-test TB	Mức tăng	Pre-test đạt 2đ (%)	Post-test đạt 2đ (%)
C1 – Nhận diện yếu tố toán học trong tình huống thực tiễn	1,30	1,64	0,34	36,4%	63,6%
C2 – Xác định các đại lượng liên quan và mối quan hệ giữa chúng	1,03	1,39	0,36	21,2%	45,5%
C3 – Xác định vấn đề cần giải quyết	1,30	1,64	0,34	51,5%	69,7%
C4 – Nhận diện đối tượng tích lũy	0,94	1,48	0,54	21,2%	57,6%
C5 – Nhận diện cấu trúc tích phân phù hợp	0,88	1,61	0,73	15,2%	63,6%
C6 – Diễn đạt tình huống thực tiễn thành vấn đề toán học	0,18	1,06	0,88	3,0%	36,4%
Điểm trung bình tổng thể	5,63	8,82	3,19	-	-

Kết quả Pre-test của 33 SV (bảng 2) cho thấy điểm trung bình đạt 5,63 điểm. C1 và C3 có điểm trung bình cao nhất 1,30 điểm, trong đó 51,5% SV đạt điểm tối đa ở C3. Ngược lại, C2, C4 và C5 đạt từ 0,88 đến 1,03 điểm; C6 thấp nhất, chỉ đạt 0,18 điểm (tương với 3,0% SV đạt điểm tối đa). Kết quả cho thấy SV bước đầu có khả năng nhận biết được các yếu tố toán học và yêu cầu của tình huống thực tiễn, nhưng còn hạn chế trong việc xác định đại lượng, mối quan hệ và biểu diễn toán học. Đây là cơ sở để thiết kế hoạt động can thiệp nhằm cải thiện khả năng phân tích và mô hình hóa tình huống thực tiễn.

Sau can thiệp dạy học, điểm trung bình tăng ở cả sáu tiêu chí, trong đó C6 tăng nhiều nhất (+0,88), tiếp đến là C5 (+0,73) và C4 (+0,54). Tỷ lệ SV đạt điểm tối đa ở C5 tăng từ 15,2% lên 63,6%, ở C6 tăng từ 3,0% lên 36,4%. Tuy nhiên, điểm trung bình C6 chỉ đạt 1,06 điểm, điều này cho thấy SV vẫn còn hạn chế trong việc diễn đạt tình huống thực tế thành biểu diễn toán học.

Xét tổng thể, điểm trung bình tăng từ 5,63 lên 8,82 điểm; 32/33 SV tăng điểm, một SV giữ nguyên. Những kết quả này cho thấy xu hướng cải thiện bước đầu về khả năng nhận diện vấn đề toán học sau can thiệp. Tuy nhiên, do nghiên cứu sử dụng thiết kế một nhóm Pre-test–Post-test và kết quả hiện mới

dừng ở thống kê mô tả, chưa thể khẳng định sự thay đổi có ý nghĩa thống kê hoặc hoàn toàn do biện pháp dạy học tạo ra.

2.5.2. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy, trước can thiệp, SV bước đầu có khả năng nhận diện các yếu tố toán học và xác định vấn đề từ tình huống thực tiễn, nhưng còn hạn chế trong việc xác định các đại lượng, mối quan hệ và biểu diễn toán học. Sau can thiệp, điểm trung bình tăng ở cả sáu tiêu chí, nổi bật ở khả năng diễn đạt vấn đề toán học và nhận diện cấu trúc tích phân. Kết quả này gợi ý rằng việc phân tích tình huống thực tế theo quy trình, kết hợp câu hỏi gợi mở và giảm dần sự hỗ trợ của GV, có thể góp phần giúp SV tiếp cận vấn đề có hệ thống hơn.

Quy trình có thể được nghiên cứu vận dụng trong dạy học các nội dung khác như đạo hàm, phương trình vi phân và các bài toán gắn với chuyên ngành kỹ thuật và công nghệ. Tuy nhiên, nghiên cứu mới được thực hiện trên 33 SV theo thiết kế một nhóm Pre-test–Post-test, chưa có nhóm đối chứng. Vì vậy, kết quả chỉ mới cho thấy xu hướng cải thiện bước đầu, chưa đủ cơ sở khẳng định sự thay đổi là do quy trình dạy học tạo ra. Các nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng quy mô mẫu, bổ sung nhóm đối chứng và thử nghiệm ở nhiều nội dung toán học, ngành đào tạo khác nhau để đánh giá độ tin cậy và khả năng vận dụng của quy trình.

3. Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng và bước đầu triển khai quy trình dạy học nhằm phát triển khả năng nhận diện vấn đề toán học từ tình huống thực tiễn trong dạy học tích phân đường và tích phân mặt cho SV. Kết quả thực nghiệm trên 33 SV cho thấy điểm trung bình tăng từ 5,63 lên 8,82 điểm, với mức tăng ở cả sáu tiêu chí đánh giá. Kết quả bước đầu ghi nhận sự cải thiện về khả năng chuyển từ phân tích tình huống thực tiễn đến xác định và biểu diễn vấn đề toán học của SV, đồng thời cho thấy tiềm năng vận dụng quy trình trong dạy học các nội dung tích phân đường và tích phân mặt.

Do phạm vi thực nghiệm còn hạn chế và chưa có nhóm đối chứng, các nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng quy mô mẫu, bổ sung nhóm đối chứng và thử nghiệm ở các nội dung toán học, ngành đào tạo khác nhau để đánh giá đầy đủ hơn hiệu quả và khả năng vận dụng của quy trình.

Tài liệu tham khảo

Bộ Giáo dục và Đào tạo (2018). *Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 ban hành Chương trình giáo dục phổ thông môn Toán.*

Đinh Thế Lục, Phạm Huy Điển, Tạ Duy Phượng (2002). *Giải tích các hàm nhiều biến.* NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.

Nguyễn Ái Quốc, Trần Liễu Đại Phúc (2026). Bồi dưỡng năng lực mô hình hóa toán học cho học sinh thông qua dạy học giải bài toán thực tiễn chủ đề "tích phân" (Toán 12). *Tạp chí Giáo dục, 26*(10), 60-66.

OECD. (2023). *PISA 2022 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science and financial literacy.* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en .

Quốc hội (2019). *Luật Giáo dục.* Luật số 43/2019/QH14, ngày 14/6/2019.

Stewart, J., Clegg, D., & Watson, S. (2021). *Calculus: Early transcendentals (9th ed.).* Cengage.

Strang, G., & Herman, E. (2016). *Calculus Volume 3.* OpenStax.