

TÁC ĐỘNG CỦA MÔ PHỎNG SỐ ĐẾN ĐỘNG LỰC HỌC TẬP CỦA SINH VIÊN NGÀNH KỸ THUẬT TRONG DẠY HỌC NỘI DUNG “ỨNG DỤNG TÍCH PHÂN XÁC ĐỊNH VÀO BÀI TOÁN TÍNH CÔNG” (HỌC PHẦN GIẢI TÍCH)

IMPACT OF NUMERICAL SIMULATION ON LEARNING MOTIVATION OF ENGINEERING STUDENTS IN TEACHING THE CONTENT “APPLICATION OF DEFINITE INTEGRALS TO WORK CALCULATION PROBLEMS” (CALCULUS COURSE)

Lê Lương Vương¹,
Hoa Anh Tường^{2,+},
Nguyễn Hữu Hậu³

¹Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh;

²Trường Đại học Sài Gòn;

³Trường Đại học Hồng Đức

+ Tác giả liên hệ • Email: hatuong@sgu.edu.vn

Article history

Received: 23/01/2026

Accepted: 05/3/2026

Published: 05/8/2026

Keywords

Numerical simulation,
definite integral, work
calculation problems,
learning motivation, Calculus
course

ABSTRACT

In engineering education, Calculus is a foundational subject, which is often considered difficult and abstract, especially in practical applications such as definite integrals. Integrating numerical simulations into teaching is claimed as a potential approach to enhance visual learning and improve student motivation. This study analyzes the impact of numerical simulations in teaching the topic “Applications of definite integrals to work calculation problems” (Calculus course) on learning motivation of engineering students. The pedagogical experiment was conducted using a pre-test and post-test design on 80 first-year engineering students. Data were analyzed using t-tests for paired samples and Cohen's effect size (d). The results showed that the average scores of all learning motivation components increased significantly after the intervention, with the effect ranging from moderate to large. Dynamic simulations help students visualize the process of accumulating work, thereby clarifying the practical significance of definite integrals in mechanics.

1. Mở đầu

Trong bối cảnh chuyển đổi số hiện nay, việc tích hợp công nghệ vào giảng dạy được coi là định hướng quan trọng nhằm nâng cao chất lượng đào tạo (OECD, 2021, 2023). Đối với sinh viên (SV) ngành Kỹ thuật, học phần Giải tích thường gây khó khăn do tính trừu tượng và khoảng cách giữa biểu thức toán học với ứng dụng chuyên ngành (Tall, 2013). Ở nội dung này, SV cần hiểu tích phân như một hàm tích lũy, được xác định bởi cận trên biến thiên, gắn liền với ý nghĩa cơ học của đại lượng công.

Các nghiên cứu về công nghệ số trong giáo dục toán học có thể khái quát theo ba hướng chính: (1) Nhấn mạnh vai trò của mô phỏng và biểu diễn động trong việc hỗ trợ hình thành hiểu biết khái niệm, giúp người học quan sát sự biến đổi của các đại lượng và kết nối giữa biểu diễn đại số với hình học (Jong, 2006; Rutten và cộng sự, 2012); (2) Tập trung vào việc tích hợp công cụ số trong dạy học học phần Giải tích nhằm tăng cường trực quan hóa và cải thiện kết quả học tập, đặc biệt ở các nội dung có tính ứng dụng (Hillmayr và cộng sự, 2020; Engelbrecht và Borba, 2024); (3) Mở rộng sang khía cạnh động lực học tập, cho thấy việc trực quan hóa nội dung và gắn với bối cảnh ứng dụng có liên hệ với sự gia tăng hứng thú, nhận thức về vai trò của môn học đối với SV (Hammoudi và Grira, 2023; Podolefsky và cộng sự, 2014). Bên cạnh đó, việc ứng dụng công nghệ số trong giáo dục toán học đã được quan tâm ở nhiều cấp học và bối cảnh đào tạo khác nhau. Nghiên cứu của Nguyễn Quang Linh và cộng sự (2024) cho thấy, việc sử dụng mô phỏng PhET trong dạy học Khoa học tự nhiên ở THCS góp phần thúc đẩy sự tham gia tích cực và phát triển năng lực cho HS. Ở góc độ tổng quan hệ thống, Do và Tang (2025) đã phân tích các nghiên cứu về mobile learning trong giáo dục toán học giai đoạn 2008-2024, qua đó chỉ ra xu hướng gia tăng nghiên cứu thực nghiệm và sự đa dạng của các công cụ số được sử dụng. Tran và cộng sự (2024) đã phân tích việc tích hợp nền tảng công nghệ trong dạy học môn Toán trực tuyến, nhấn mạnh vai trò của phản hồi thời gian thực và môi trường học tập tương tác để nâng cao mức độ tham gia của người học. Tuy nhiên, các nghiên cứu ở Việt Nam mới chủ yếu tập trung vào bậc phổ thông và dạy học trực tuyến, thường đánh giá ở mức độ chung về năng lực và sự tham gia học tập. Việc phân tích định lượng tác động của mô phỏng số đến từng thành tố của động lực học tập trong dạy học một nội dung Giải

tích cụ thể trong đào tạo SV ngành kĩ thuật vẫn chưa được làm rõ. Vì vậy, khoảng trống nghiên cứu không chỉ là trong sử dụng công nghệ số nói chung, mà còn ở việc lượng hóa tác động của mô phỏng số trong dạy học một nội dung Giải tích cụ thể đối với cấu trúc đa chiều của động lực học tập trong đào tạo SV ngành Kỹ thuật.

Trên cơ sở đó, bài báo tập trung trả lời hai câu hỏi sau: (1) Việc tích hợp mô phỏng số trong dạy học có tạo ra sự thay đổi có ý nghĩa thống kê đối với các thành tố của động lực học tập hay không?; (2) Mô phỏng số tác động đến các thành tố của động lực học tập thông qua những cơ chế sự phạm nào trong quá trình dạy học? Bài báo đã triển khai thực nghiệm theo thiết kế Pre-test và Post-test nhằm cung cấp bằng chứng định lượng về tác động của mô phỏng số trong dạy học nội dung “Ứng dụng tích phân xác định vào bài toán tính công” (học phần Giải tích) cho SV ngành Kỹ thuật.

2. Phương pháp nghiên cứu

(1) *Thiết kế nghiên cứu*: Nghiên cứu được thực hiện theo thiết kế định lượng, với thực nghiệm sự phạm nhằm đánh giá tác động của mô phỏng số đến động lực học tập của SV ngành Kỹ thuật trong dạy học nội dung “Ứng dụng tích phân xác định vào bài toán tính công” (học phần Giải tích). Thiết kế Pre-test và Post-test trên cùng một nhóm SV được sử dụng để xác định sự thay đổi của biến phụ thuộc dưới tác động của can thiệp (Creswell và Creswell, 2018; Shadish và cộng sự, 2002). Đây là thiết kế bán thực nghiệm không có nhóm đối chứng. Do toàn bộ SV học chung một học phần, cùng giảng viên (GgV) và điều kiện dạy học như nhau, việc tổ chức nhóm đối chứng song song không khả thi về mặt tổ chức đào tạo.

(2) *Mẫu nghiên cứu*: Mẫu nghiên cứu gồm 80 SV năm thứ nhất, ngành Kỹ thuật ở Trường Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh. Nhóm SV được lựa chọn theo phương pháp chọn mẫu thuận tiện, phù hợp với điều kiện triển khai thực nghiệm trong thực tế (Cohen và cộng sự, 2018). Nghiên cứu được triển khai như một trường hợp điển hình ở một cơ sở đào tạo cụ thể. Các nghiên cứu tiếp theo cần được thực hiện ở nhiều cơ sở đào tạo khác nhau để nâng cao tính đại diện.

(3) *Công cụ thu thập dữ liệu*: Công cụ thu thập dữ liệu là bảng hỏi đánh giá động lực học tập của SV trong dạy học học phần Giải tích, với nội dung “Ứng dụng tích phân xác định vào bài toán tính công”, được xây dựng trên cơ sở các lí thuyết động lực học tập trong giáo dục đại học (Schunk và cộng sự, 2014; Ryan và Deci, 2020). Động lực học tập được coi là một cấu trúc đa chiều gồm: hứng thú học tập, nhận thức về giá trị môn học, mức độ tham gia và sự tự tin trong học tập. Mỗi thành tố gồm 05 mục hỏi, sử dụng thang đo Likert 5 mức độ (Likert, 1932) (Link nội dung bảng hỏi đánh giá động lực học tập: <https://byvn.net/c5A2>).

Bảng hỏi được tham vấn bởi 04 chuyên gia để đảm bảo giá trị nội dung và sự phù hợp với bối cảnh SV ngành Kỹ thuật. Độ tin cậy được đánh giá bằng hệ số Cronbach's Alpha, với các giá trị từ 0,80-0,90, cho thấy thang đo đạt độ tin cậy tốt (Tavakol và Dennick, 2011).

(4) *Quy trình thực hiện nghiên cứu*: Nghiên cứu được triển khai qua ba bước: (1) Khảo sát trước can thiệp; (2) Tổ chức dạy học nội dung “Ứng dụng tích phân xác định vào bài toán tính công” với sự tích hợp mô phỏng động; (3) Khảo sát sau can thiệp và mã hóa dữ liệu để phân tích. Mô phỏng được xây dựng trên nền tảng MATLAB (phiên bản R2027a trở về sau), cho phép trực quan hóa động quá trình tính công thông qua đồ thị lực, diện tích tích lũy và điều chỉnh cận trên theo thời gian thực. MATLAB được lựa chọn do tính phổ biến trong đào tạo kĩ thuật và khả năng tái sử dụng mã nguồn trong các học phần chuyên ngành.

(5) *Phương pháp phân tích dữ liệu*. Dữ liệu được phân tích bằng thống kê mô tả và kiểm định t cho mẫu ghép nhằm xác định sự khác biệt giữa hai thời điểm đo (Field, 2018). Chỉ số ảnh hưởng Cohen's d được tính cho thiết kế mẫu ghép nhằm đánh giá mức độ thay đổi thực tiễn của từng thành tố của động lực học tập. Trong bối cảnh không có nhóm đối chứng, việc kết hợp kiểm định ý nghĩa thống kê với phân tích kích thước ảnh hưởng giúp tăng độ tin cậy của suy luận và làm rõ mức độ tác động của can thiệp.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Mô phỏng số trong dạy học

Mô phỏng số được hiểu là việc sử dụng các công cụ và môi trường số để tái hiện, mô hình hóa các đối tượng, hiện tượng và quá trình học tập, cho phép người học quan sát và tương tác với các đại lượng trong môi trường động. Trong giáo dục khoa học và kĩ thuật, mô phỏng số được coi là phương tiện quan trọng, giúp người học tiếp cận các nội dung trừu tượng thông qua biểu diễn trực quan và cơ hội thao tác trực tiếp (Jong, 2006; Rutten và cộng sự, 2012). Các phân tích tổng hợp gần đây cho thấy, mô phỏng số có tiềm năng cải thiện hiểu biết khái niệm và kết nối giữa các dạng biểu diễn toán học nếu được tích hợp có chủ đích vào thiết kế dạy học (Hillmayr và cộng sự, 2020; Engelbrecht và Borba, 2024).

Các nghiên cứu về thiết kế mô phỏng số cho thấy, khi mô phỏng được xây dựng với các cơ chế định hướng nhận thức phù hợp, người học có xu hướng tham gia tích cực hơn và phát triển cảm nhận làm chủ quá trình học tập

(Podolefsky và cộng sự, 2014). Như vậy, trong dạy học, mô phỏng số không chỉ đóng vai trò minh họa mà còn là một tác nhân sư phạm hỗ trợ hình thành hiểu biết khái niệm và tạo điều kiện cho sự tham gia tích cực của SV.

3.2. Động lực học tập của sinh viên ngành Kỹ thuật trong dạy học các học phần Toán

Động lực học tập được coi là yếu tố trung tâm chi phối mức độ tham gia, nỗ lực và sự bền bỉ của người học trong quá trình học tập. Các lý thuyết về động lực học tập hiện đại cho rằng, động lực chịu ảnh hưởng bởi ba thành tố chính, gồm: hứng thú đối với nhiệm vụ, nhận thức về giá trị nhiệm vụ và cảm nhận về năng lực bản thân (Schunk và cộng sự, 2014; Ryan và Deci, 2020). Khi người học nhận thấy nội dung học tập có ý nghĩa và phù hợp với mục tiêu nghề nghiệp, đồng thời cảm thấy có khả năng làm chủ nhiệm vụ, động lực nội tại có xu hướng được tăng cường.

Trong bối cảnh giáo dục toán học cho SV ngành Kỹ thuật, động lực học tập thường bị ảnh hưởng bởi tính trừu tượng của nội dung và khoảng cách giữa biểu thức toán học với ứng dụng chuyên ngành (Tall, 2013). Việc sử dụng công cụ trực quan và biểu diễn động có thể cải thiện hứng thú học tập và nhận thức về giá trị môn học, từ đó tác động tích cực đến động lực học tập (Hammoudi và Grira, 2023). Đồng thời, môi trường học tập tích hợp công nghệ với mức độ tương tác cao được ghi nhận là có khả năng tăng cường sự tham gia và gắn kết của SV trong dạy học Toán ở bậc đại học (Attard và Holmes, 2020; Hillmayr và cộng sự, 2020). Một số nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, việc sử dụng mô phỏng số góp phần thúc đẩy thái độ học tập tích cực, sự chủ động của người học (Nguyễn Quang Linh và cộng sự, 2024). Trên cơ sở đó, nghiên cứu cũng coi động lực học tập của SV là một cấu trúc đa chiều, gồm hứng thú học tập, nhận thức về giá trị môn học, mức độ tham gia và sự tự tin trong học tập. Việc tích hợp mô phỏng số trong dạy học Toán ở bậc đại học được giả định là có khả năng tác động tích cực đến các thành tố này thông qua cơ chế trực quan hóa, tăng cường tương tác và làm rõ ý nghĩa ứng dụng của kiến thức.

3.3. Phân tích tác động của mô phỏng số trong dạy học nội dung “Ứng dụng tích phân xác định vào bài toán tính công” (học phần Giải tích) đến động lực học tập của sinh viên ngành Kỹ thuật

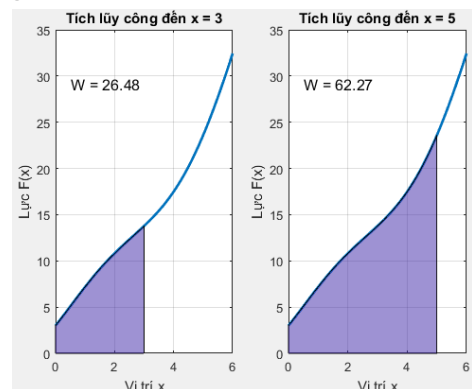
3.3.1. Thiết kế can thiệp và vai trò của mô phỏng số

Nội dung được chọn trong thực nghiệm là ứng dụng tích phân xác định vào bài toán tính công của lực biến thiên theo vị trí: $W = \int_a^b F(x)dx$, với $F(x)$ là lực tác dụng tại vị trí x , $[a, b]$ là quãng đường chuyển động của vật. Trong dạy học học phần Giải tích cho SV ngành Kỹ thuật, nội dung này thường được giảng dạy sau khi SV đã học khái niệm tích phân và các kỹ thuật tính cơ bản. Tuy nhiên, khó khăn của SV không nằm ở thao tác tính toán mà ở việc hiểu tích phân như một quá trình tích lũy có ý nghĩa vật lý (Tall, 2013). Khoảng cách giữa biểu thức đại số và ý nghĩa cơ học dễ làm giảm hứng thú và sự tự tin khi học. Để khắc phục điều đó, mô phỏng số được thiết kế theo ba cấp độ trực quan hóa:

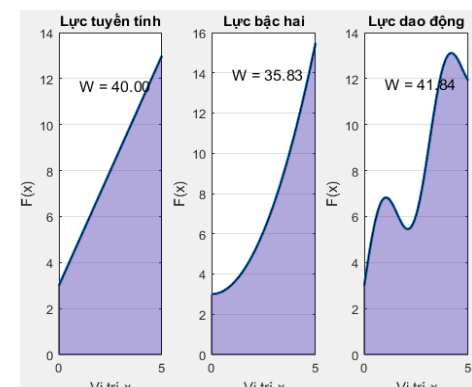
(1) Trực quan hóa diện tích tích lũy tại các vị trí khác nhau (xem hình 1). Hình 1 minh họa đồ thị lực $F(x)$ và phần diện tích giới hạn bởi đồ thị $y = F(x)$, trục hoành và hai đường thẳng $x = a, x = b$.

Giá trị công được xác định bởi tích phân xác định $W = \int_a^b F(x)dx$. Khi thay đổi cận trên b , giá trị tích phân thay đổi tương ứng, thể hiện bản chất của tích phân như một hàm tích lũy theo biến số. Việc thay đổi cận trên và dạng đồ thị của hàm $F(x)$ giúp SV nhận thấy, tích phân như một đại lượng tích lũy phụ thuộc vào biến số, qua đó giảm tính trừu tượng của khái niệm (Jong, 2006; Rutten và cộng sự, 2012).

(2) So sánh các dạng lực khác nhau và sự thay đổi của công (xem hình 2). Hình 2 trình bày ba dạng đồ thị của hàm lực khác nhau trên cùng một đoạn $[a, b]$, đồng thời hiển thị phần diện tích giới hạn bởi mỗi đồ thị lực và trục hoành trên khoảng khảo sát, tương ứng với giá trị công $W = \int_a^b F(x)dx$. Việc so sánh các trường hợp này cho thấy, khi hàm lực thay đổi, giá trị tích phân xác định trên cùng một khoảng cũng thay đổi tương ứng, qua đó làm rõ mối liên hệ giữa dạng hàm số và giá trị công được xác định bởi tích phân.



Hình 1. So sánh diện tích tích lũy tại hai vị trí khác nhau



Hình 2. So sánh các dạng lực và giá trị công trên cùng một khoảng khảo sát

Hoạt động so sánh này kích thích SV dự đoán, phân tích và kiểm chứng. Môi trường học tập có tính tương tác và so sánh trực quan được ghi nhận là có khả năng nâng cao mức độ tham gia và sự gắn kết của người học trong giáo dục toán học (Borba và cộng sự, 2016; Engelbrecht và Borba, 2024).

(3) Mô phỏng động quá trình tích lũy công: Hình 3 thể hiện quá trình phản diện tích xác định bởi tích phân $W = \int_a^b F(x)dx$ được mở rộng dần khi cận trên b tăng. So với hình minh họa tĩnh, mô phỏng động giúp SV hiểu tích phân như một quá trình tích lũy liên tục theo biến số.

Khả năng tạm dừng và quan sát giá trị công tại một thời điểm bất kì giúp SV kiểm soát tiến trình học tập. Theo Ryan và Deci (2020), khi người học cảm thấy có khả năng làm chủ các nhiệm vụ học tập và nhận thức rõ ý nghĩa của hoạt động, động lực nội tại có xu hướng được củng cố. Như vậy, mô phỏng số trong nghiên cứu này không chỉ đóng vai trò minh họa mà là một tác nhân sư phạm, giúp giảm tải nhận thức, tăng cường tương tác và làm rõ ý nghĩa ứng dụng của tích phân xác định trong cơ học.

3.3.2. Kết quả thực nghiệm

Thực nghiệm được tiến hành trên 80 SV theo thiết kế Pre-test và Post-test, được phân tích bằng kiểm định t cho mẫu ghép. Bên cạnh ý nghĩa thống kê, chỉ số ảnh hưởng Cohen's d được tính nhằm đánh giá mức độ tác động của biện pháp sư phạm.

Bảng 1. Kết quả so sánh động lực học tập của SV trước và sau can thiệp ($n = 80$)

Các thành tố của động lực học tập	Trước can thiệp (Mean $\pm$ SD)	Sau can thiệp (Mean $\pm$ SD)	MeanDiff	SDdiff	Cohen's d
Hứng thú học tập	2,93 $\pm$ 0,75	3,37 $\pm$ 0,81	0,43438	0,46515	0,93
Nhận thức về giá trị môn học	3,17 $\pm$ 0,66	3,68 $\pm$ 0,94	0,50313	0,76358	0,66
Mức độ tham gia học tập	3,03 $\pm$ 0,67	3,47 $\pm$ 0,94	0,44063	0,73373	0,60
Sự tự tin trong học tập	3,10 $\pm$ 0,71	3,60 $\pm$ 0,89	0,50313	0,61430	0,82
Động lực học tập chung	3,08 $\pm$ 0,32	3,57 $\pm$ 0,43	0,49063	0,35454	1,38

Ghi chú: Cohen's d được tính theo công thức dành cho thiết kế mẫu ghép: $d = \text{MeanDiff} / \text{SDdiff}$

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, điểm trung bình của tất cả các yếu tố động lực học tập đều tăng sau can thiệp; sự khác biệt giữa hai thời điểm đo đều đạt mức ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$). Cụ thể:

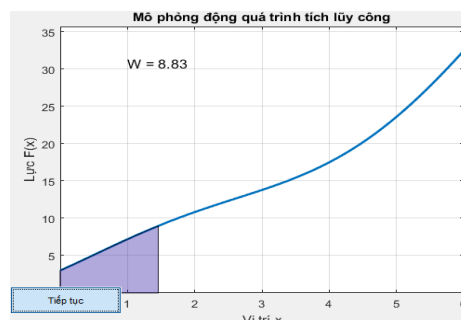
- *Hứng thú học tập:* Điểm trung bình tăng từ 2,93 lên 3,37, với chỉ số ảnh hưởng Cohen's d đạt 0,93 ở mức lớn. Sự gia tăng này phản ánh việc mô phỏng động đã làm cho nội dung tính công trở nên trực quan và sinh động hơn. Hứng thú học tập đóng vai trò kích hoạt các hành vi học tập tích cực (Schunk và cộng sự, 2014).

- *Nhận thức về giá trị môn học:* Điểm trung bình tăng từ 3,17 lên 3,68, với $d \approx 0,66$. SV quan sát được mối liên hệ trực tiếp giữa tích phân và bài toán cơ khí thông qua mô phỏng và nhận thức rõ hơn về ý nghĩa ứng dụng của kiến thức. Điều này phù hợp với lý thuyết động lực, nhấn mạnh vai trò của nhiệm vụ trong việc duy trì động lực học tập (Ryan và Deci, 2020).

- *Mức độ tham gia học tập:* Điểm trung bình tăng từ 3,03 lên 3,47, với $d \approx 0,60$. Hoạt động thao tác và quan sát trên mô phỏng khuyến khích SV tham gia tích cực hơn vào quá trình học tập, phù hợp với quan điểm dạy học lấy người học làm trung tâm (Engelbrecht và Borba, 2024).

- *Sự tự tin trong học tập:* Điểm trung bình tăng từ 3,10 lên 3,60, với $d \approx 0,82$ ở mức lớn. Việc hiểu rõ quá trình tích lũy công thông qua mô phỏng giúp SV giảm lo lắng và tăng cảm nhận trực quan khi học nội dung trừu tượng.

- *Động lực học tập chung:* Điểm trung bình chung tăng từ 3,08 lên 3,57, với $d \approx 1,38$ ở mức lớn. Mức ảnh hưởng này cho thấy, tác động tích lũy của mô phỏng số lên các yếu tố của động lực, phản ánh sự thay đổi đồng bộ về hứng thú, nhận thức giá trị, mức độ tham gia và sự tự tin của SV sau can thiệp. Tuy nhiên, kết quả cần được diễn giải kĩ lưỡng vì dữ liệu dựa trên bảng hỏi tự đánh giá, dù khảo sát được thực hiện ẩn danh để hạn chế thiên lệch phản hồi. Đáng chú ý, độ lệch chuẩn của một số yếu tố sau can thiệp (ví dụ: nhận thức giá trị và mức độ tham gia, SD = 0,94) cho thấy, sự phân hóa trong phản hồi của SV. Điều này gợi ý rằng mô phỏng số có thể tạo tác động mạnh ở một nhóm SV, trong khi nhóm khác thay đổi ở mức độ thấp hơn. Sự khác biệt này có thể liên quan đến nền tảng toán học ban đầu, năng lực sử dụng công nghệ hoặc phong cách học tập khác nhau.



Hình 3. Mô phỏng động quá trình tích lũy công khi vật chuyển động trên đoạn khảo sát (Nguồn: link: <https://byvn.net/AkGT>)

3.3.3. Tổng hợp cơ chế tác động

Kết quả định lượng và phân tích thiết kế can thiệp cho thấy, mô phỏng số tác động đến động lực học tập thông qua một chuỗi liên kết sư phạm. Việc trực quan hóa quá trình tích lũy công giúp SV hiểu tích phân như một quá trình có ý nghĩa cơ học, thay vì chỉ là thao tác đại số. Khác với hình vẽ trên bảng, hình tĩnh trong slide hoặc video minh họa chỉ cho phép quan sát một quá trình được trình bày sẵn, mô phỏng số trong nghiên cứu này cho phép: (1) Hiện thị sự thay đổi của diện tích tích lũy theo thời gian thực; (2) Thay đổi trực tiếp giá trị cận trên và tham số của hàm lực; (3) Nhận phản hồi tức thời về giá trị công tương ứng. Ba đặc điểm này tạo nên tính động và tính tương tác cao hơn so với các hình thức trực quan hóa truyền thống. Khi mỗi liên hệ này được làm rõ, nhận thức về giá trị môn học và hiểu biết khái niệm của SV được củng cố, từ đó góp phần nâng cao sự tự tin và mức độ tham gia học tập.

3.4. Một số bàn luận

Kết quả thực nghiệm thu được cho thấy, việc tích hợp mô phỏng số trong dạy học nội dung “Ứng dụng tích phân xác định vào bài toán tính công” (học phần Giải tích) cho SV ngành Kỹ thuật có liên hệ với sự thay đổi có ý nghĩa thống kê về động lực học tập của SV, với các chỉ số ảnh hưởng ở mức medium đến large. Sự thay đổi này có thể được lý giải bởi việc mô phỏng số hỗ trợ trực quan hóa quá trình tích lũy thông qua biểu diễn diện tích và mô phỏng động, làm rõ mối liên hệ giữa đồ thị lực và giá trị công trong bối cảnh kỹ thuật. Nhận định này phù hợp với các nghiên cứu nhấn mạnh vai trò của biểu diễn động trong việc hỗ trợ động lực học tập và hiểu biết khái niệm trong dạy học Giải tích (Podolefsky và cộng sự, 2014; Hammoudi và Grira, 2023). Nhận định này phù hợp với các tổng quan về công nghệ số trong giáo dục, cho rằng môi trường học tập có tính tương tác cao có thể gia tăng sự gắn kết và tham gia của người học (Hillmayr và cộng sự, 2020; Engelbrecht và Borba, 2024). Đối với sự tự tin trong học tập, việc cho phép SV kiểm soát tiến trình mô phỏng và quan sát trực tiếp giá trị tích lũy đã hỗ trợ quá trình hình thành khái niệm, góp phần làm giảm mức độ lo lắng khi tiếp cận nội dung trừu tượng. Kết quả này tương thích với các nghiên cứu về thiết kế mô phỏng tương tác và cơ chế “giàn giáo ngầm” trong hỗ trợ cả nhận thức và cảm xúc học tập (Podolefsky và cộng sự, 2014). Các nghiên cứu tiếp theo cần kết hợp thêm dữ liệu hành vi học tập thực tế (như thời gian thao tác, tần suất tương tác với mô phỏng) để kiểm chứng mức độ tác động được ghi nhận qua bảng hỏi.

Kết quả của nghiên cứu nhất quán với xu hướng chung trong giáo dục toán học về mối liên hệ giữa việc sử dụng mô phỏng số và sự thay đổi về động lực học tập của người học (Hillmayr và cộng sự, 2020; Nguyễn Quang Linh và cộng sự, 2024). Từ góc độ sư phạm, kết quả gợi ý rằng mô phỏng số nên được tích hợp có chủ đích trong thiết kế dạy học Giải tích ứng dụng, không chỉ là công cụ minh họa mà còn là thành tố hỗ trợ quá trình hình thành khái niệm và sự tham gia học tập của SV ngành Kỹ thuật. Quá trình triển khai trong thực tế đòi hỏi điều kiện hạ tầng phù hợp (như: máy tính cá nhân, phòng máy, kết nối Internet ổn định, cài đặt sẵn MATLAB) và năng lực sử dụng mô phỏng của GV. Thời gian chuẩn bị một mô phỏng khoảng 3-5 giờ; trong giờ học nên dành tối thiểu 20-25 phút cho SV thao tác trực tiếp. Quy trình có thể gồm 4 bước: Nêu vấn đề và dự đoán; Thao tác mô phỏng; Thảo luận nhóm; Chuẩn hóa và khái quát hóa kiến thức.

4. Kết luận và bình luận

Bài báo đã phân tích tác động của việc tích hợp mô phỏng số trong dạy học nội dung “Ứng dụng tích phân xác định vào bài toán tính công” (học phần Giải tích) đối với động lực học tập của SV ngành Kỹ thuật trong bối cảnh giáo dục đại học. Kết quả thực nghiệm theo thiết kế Pre-test và Post-test cho thấy, điểm trung bình của các yếu tố của động lực học tập đều tăng sau can thiệp, với các khác biệt đạt mức ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$) và chỉ số ảnh hưởng ở mức trung bình đến lớn, phản ánh ý nghĩa thực tiễn về mặt giáo dục. Bài báo góp phần làm rõ cơ chế tác động của mô phỏng số thông qua trực quan hóa quá trình tích lũy và sự thay đổi của các yếu tố động lực học tập, qua đó bổ sung bằng chứng thực nghiệm về việc sử dụng mô phỏng số trong đào tạo SV ngành Kỹ thuật ở một trường đại học tại Việt Nam. Từ góc độ sư phạm, kết quả cho thấy mô phỏng số cần được tích hợp có chủ đích trong dạy học, gắn với hoạt động thao tác và phân tích ý nghĩa thực tiễn của kiến thức. Tuy nhiên, bài báo còn một số hạn chế như quy mô mẫu còn giới hạn, thời gian can thiệp ngắn và thực nghiệm không có nhóm đối chứng. Do đó, các nghiên cứu tiếp theo có thể mở rộng phạm vi đối tượng, kéo dài thời gian triển khai và kết hợp dữ liệu hành vi học tập để phân tích sâu hơn cơ chế tác động của mô phỏng số.

Tuyên bố về vai trò của các tác giả: Hoa Ánh Tường đề xuất ý tưởng nghiên cứu, xây dựng khung lý thuyết và định hướng thiết kế thực nghiệm sư phạm. Lê Lương Vương tham gia triển khai thực nghiệm, thu thập và xử lý dữ liệu nghiên cứu. Nguyễn Hữu Hậu hỗ trợ phân tích thống kê và diễn giải kết quả thực nghiệm. Hoa Ánh Tường và Lê Lương Vương cùng tham gia viết bản thảo, chỉnh sửa và hoàn thiện nội dung bài báo trước khi gửi đăng.

Tuyên bố về GenAI và Quyền tác giả: Trong quá trình chuẩn bị bản thảo, các tác giả không sử dụng công cụ AI nào.

Tuyên bố về xung đột lợi ích: Các tác giả tuyên bố không có xung đột lợi ích.

Thông tin tài trợ: Nghiên cứu này không nhận được tài trợ từ bên ngoài.

Tài liệu tham khảo

- Attard, C., & Holmes, K. (2020). *An exploration of teacher and student perceptions of blended learning in mathematics classrooms*. Mathematics Education Research Journal. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00359-2>
- Borba, M. C., Askar, P., Engelbrecht, J., Gadanidis, G., Llinares, S., & Aguilar, M. S. (2016). Blended learning, e-learning and mobile learning in mathematics education. *ZDM - Mathematics Education*, 48(5), 589-610. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0798-4>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education*. 711 Third Avenue, New York, NY 10017: Routledge. <https://lcn.loc.gov/2017015256>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE.
- Do, P. N., & Tang, M. D. (2025). A systematic review of mobile learning in mathematics education: Global and Vietnamese perspectives from 2008 to 2024. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 22(3), 487-499. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.3.4457\(2025\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.3.4457(2025))
- Engelbrecht, J., & Borba, M. C. (2024). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM - Mathematics Education*, 56, 281-292. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE.
- Hammoudi, M. M., & Grira, S. (2023). Improving students' motivation in calculus courses at higher education institutions: Evidence from graph-based visualization of two models. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(01), em2209. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12771>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Jong, T. D. (2006). Computer simulations. Technological advances in inquiry learning. *Science*, 312(5773), 532-533. <https://doi.org/10.1126/science.1127750>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 1-55.
- Nguyễn Quang Linh, Trịnh Hương Quỳnh, Nguyễn Thị Phượng (2024). Khám phá ảnh hưởng của việc sử dụng “Mô phỏng PhET” đến năng lực khoa học tự nhiên và động lực học tập. *Tạp chí Giáo dục*, 24(9), 42-47. <https://tcgd.tapchigiaoduc.edu.vn/index.php/tapchi/article/view/1763>
- OECD (2021). *OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>
- OECD (2023). *Education at a Glance 2023: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/e13bef63-en>
- Podolefsky, N. S., Moore, E. B., & Perkins, K. K. (2014). *Implicit scaffolding in interactive simulations: Design strategies to support multiple educational goals*. ArXiv: Physics Education.
- Rutten, N., Joolingen, W. R., & Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(01), 136-153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101860. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860>
- Schunk, D., Meece, J., & Pintrich, P. (2014). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Pearson.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.
- Tall, D. (2013). *How Humans Learn to Think Mathematically: Exploring the Three Worlds of Mathematics*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139565202>
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53-55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- Tran, T. B., Bui, T. T., & Dang, T. L. (2024). Applying Technology to Online Mathematics Education in the Digital Era. *Journal of Science Educational Sciences 2024*, 69(5B), 168-178. <https://doi.org/10.18173/2354-1075.2024-0145>