

## QUAN ĐIỂM CỦA GIÁO VIÊN VỀ VIỆC ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THỰC TẾ ẢO TĂNG CƯỜNG (AR) TRONG DẠY HỌC VẬT LÝ TẠI CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC VIỆT NAM

Nguyễn Quang Linh,  
Trần Quang Hiệu<sup>+</sup>

Trường Đại học Sư phạm - Đại học Thái Nguyên  
+ Tác giả liên hệ • Email: tranquanghieu@moet.edu.vn

### Article history

Received: 31/7/2023

Accepted: 11/9/2023

Published: 05/11/2023

### Keywords

AR technology, physics,  
magnetic schools, northern  
mountainous areas, teachers

### ABSTRACT

In the backdrop of modern education, augmented reality (AR) technology is increasingly emerging as a novel and potential approach to enhance the quality of teaching. The study aimed to answer two questions: (1) How effective is the use of AR technology in teaching Physics? and (2) How prepared are teachers to use AR technology in their instruction? The findings reveal that the implementation of AR has brought about positive effects in Physics teaching, enhancing understanding and increasing student engagement. However, while teachers seem confident and willing to adopt this new technology, they also express concerns about having adequate resources and technical support. Through this research, we emphasize the importance of focusing on providing support and training for teachers, and concurrently encourage ongoing research and development of AR-based solutions in education.

### 1. Mở đầu

Trong thập kỉ gần đây, công nghệ thực tế ảo tăng cường (Augmented Reality - AR) (gọi tắt là công nghệ AR) đã trở thành một công cụ mạnh mẽ trong nhiều lĩnh vực, trong đó có giáo dục (Tăng Minh Dũng, 2020). Việc ứng dụng công nghệ này trong giảng dạy đã mở ra những khả năng mới về việc tạo ra trải nghiệm học tập tương tác và trực quan, giúp nâng cao hiệu quả học tập (Võ Văn Nghĩa và cộng sự, 2020). Công nghệ AR là một công nghệ tiên tiến giúp tăng cường hiệu quả của thế giới thực bằng cách chèn các yếu tố kĩ thuật số, chẳng hạn như hình ảnh, âm thanh, và video vào môi trường thực tế (Azuma, 1997). Công nghệ AR hoạt động bằng cách sử dụng thiết bị cảm biến và camera để xác định vị trí và góc nhìn của người dùng trong thế giới thực, sau đó đồng thời tạo ra các yếu tố kĩ thuật số phù hợp và chèn chúng vào khung nhìn của người dùng (Carmigniani & Furht, 2011); có thể được sử dụng trên nhiều thiết bị, bao gồm máy tính, điện thoại di động, máy tính bảng, và kính thông minh (Nguyễn Thị Thanh Tú và cộng sự, 2022).

Công nghệ AR đã được áp dụng trong nhiều lĩnh vực giáo dục nhằm nâng cao trải nghiệm học tập của HS và tạo ra một môi trường học tập phong phú, tương tác và hấp dẫn (Santos et al., 2014). Thông qua việc chèn các yếu tố kĩ thuật số vào môi trường thực, công nghệ AR giúp HS hiểu rõ hơn về các khái niệm phức tạp và tạo ra một liên kết giữa kiến thức lí thuyết và ứng dụng thực tế (Billinghurst & Duenser, 2012; Tăng Minh Dũng, 2020); có thể hỗ trợ GV trong cả giảng dạy trực tuyến và trực tiếp (Nguyễn Thị Thanh Tú và cộng sự, 2022); khai khác cách thức hỗ trợ trên hầu hết các phương tiện số như máy tính, máy tính bảng, điện thoại (Võ Văn Nghĩa và cộng sự, 2020).

Mặc dù tiềm năng của công nghệ AR đã được công nhận rộng rãi, việc nghiên cứu sự hiệu quả thực tế của nó trong giáo dục vẫn còn nhiều hạn chế, đặc biệt trong lĩnh vực giáo dục Vật lí - một môn học đòi hỏi sự hiểu biết sâu sắc về các khái niệm phức tạp và thường khó hình dung, việc ứng dụng công nghệ AR có thể mang lại nhiều lợi ích. Chính vì vậy, bài báo này nhằm khám phá vai trò của công nghệ AR trong việc dạy học vật lí ở trường phổ thông. Trong lĩnh vực giáo dục Vật lí, AR đã được sử dụng để giải thích các khái niệm và hiện tượng phức tạp, chẳng hạn như các quy luật vật lí, các hiện tượng quang học, và các chủ đề liên quan đến từ trường. Trong một nghiên cứu của Ibáñez et al. (2014), công nghệ AR đã được sử dụng để tạo ra mô phỏng của các hiện tượng vật lí, giúp HS dễ dàng hình dung và hiểu rõ hơn về các khái niệm khó khăn. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc sử dụng AR đã cải thiện hiểu biết của HS về các khái niệm vật lí và tăng cường sự tương tác trong lớp học (Võ Văn Nghĩa và cộng sự, 2020). Ngoài ra, công nghệ AR giúp nâng cao hứng thú học tập của HS (Thái Hoà Minh và Nguyễn Minh Tuấn, 2020), hỗ trợ tốt việc nhận thức tri thức khoa học, các sự vật, hiện tượng trong thực tiễn (Tăng Minh Dũng, 2020).

Tuy nhiên, sử dụng công nghệ AR trong giáo dục cũng đặt ra một số thách thức. Một trong những thách thức lớn nhất là việc phát triển và áp dụng các nội dung sử dụng công nghệ AR hiệu quả vào môi trường học tập. Điều này đòi hỏi sự hợp tác giữa GV, chuyên gia giáo dục và nhà phát triển công nghệ để tạo ra các ứng dụng của công nghệ AR phù hợp với nhu cầu học tập cụ thể (Wu et al., 2013; Nguyễn Thị Thanh Tú và cộng sự, 2022). Ngoài ra, việc đảm bảo rằng HS có quyền truy cập đến thiết bị và nội dung sử dụng công nghệ AR cũng là một thách thức không nhỏ (Thái Hoà Minh và Nguyễn Minh Tuấn, 2020). Nhìn chung, công nghệ AR mang lại nhiều cơ hội cho việc cải tiến, hỗ trợ giảng dạy và học tập. Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ này vào giáo dục đòi hỏi một hiểu biết sâu sắc về công nghệ và các phương pháp giảng dạy hiệu quả.

Công nghệ AR đã mở ra một chương mới trong lĩnh vực giáo dục, tạo ra một cách tiếp cận độc đáo cho việc giảng dạy và học tập. Những ứng dụng AR đã được chứng minh có thể tăng cường sự hiểu biết, tạo sự hứng thú và nâng cao sự tương tác giữa học viên và nội dung học. Tuy nhiên, sự sẵn lòng và khả năng của GV khi áp dụng công nghệ này trong phòng học còn là một chủ đề đáng được quan tâm.

Mục tiêu chính của bài báo này là đánh giá hiệu quả của việc sử dụng công nghệ AR trong dạy học Vật lí và xác định sự sẵn lòng của GV khi tiếp cận công nghệ này; đề xuất các giải pháp hỗ trợ GV hiệu quả hơn trong việc áp dụng công nghệ AR vào giảng dạy.

## 2. Kết quả nghiên cứu

### 2.1. Phương pháp khảo sát

Nghiên cứu của chúng tôi sử dụng phối hợp ba phương pháp bao gồm: phân tích nội dung tài liệu, phân tích nội dung chuyên gia và phân tích thống kê toán học.

Phân tích nội dung tài liệu được thực hiện nhằm tìm hiểu về lí thuyết và thực hành hiện hành liên quan đến việc sử dụng công nghệ AR trong giáo dục, đặc biệt là trong giảng dạy Vật lí. Chúng tôi đã xem xét một loạt các nguồn tài liệu, bao gồm các nghiên cứu khoa học đã xuất bản, các báo cáo từ các tổ chức giáo dục, và các tài liệu giáo trình liên quan. Phân tích này giúp chúng tôi hiểu rõ hơn về tiềm năng của công nghệ AR trong giáo dục và các phương pháp hiện tại được sử dụng để áp dụng công nghệ này trong giảng dạy Vật lí.

Nghiên cứu này được thiết kế để trả lời hai câu hỏi chính: (1) Hiệu quả của việc sử dụng công nghệ AR trong dạy học Vật lí như thế nào? (2) Sự sẵn sàng của GV khi sử dụng công nghệ AR trong dạy học như thế nào? Để trả lời những câu hỏi này, chúng tôi đã gửi tới các chuyên gia, GV hình ảnh, video để họ hiểu được cách chúng tôi sử dụng công nghệ AR với các ví dụ minh họa trong chương Từ trường (Vật lí 12). Một phiếu khảo sát (xem bảng 1) được gửi đến GV nhằm thu thập ý kiến của họ về hai câu hỏi nghiên cứu đã đưa ra ở mục 1 của bài báo này. Câu trả lời từ các chuyên gia giúp chúng tôi hiểu rõ hơn về thái độ và quan điểm của GV về việc sử dụng công nghệ AR trong giảng dạy Vật lí.

Đối với nghiên cứu này, chúng tôi chọn kích cỡ mẫu theo công thức  $n = 5 \cdot m$  (với  $m$  là số biến độc lập) (Tabachnick & Fidell, 2019). Như vậy, mẫu tối thiểu trong nghiên cứu này được xác định là  $n = 5 \cdot 15 = 75$  mẫu.

Mẫu nghiên cứu là các GV đang giảng dạy môn Vật lí tại các trường THPT tại khu vực miền núi phía Bắc, Việt Nam (Thái Nguyên, Lạng Sơn, Cao Bằng, Bắc Kạn, Hà Giang, Lào Cai, Tuyên Quang). Các câu hỏi được gửi tới các GV theo hình thức online. Một phiếu hỏi được thiết kế trên nền tảng Google Forms (link: <https://goeco.link/pSMfy>) được gửi đến các nhóm Zalo mà người nghiên cứu tham gia hoặc qua các email cá nhân của GV (nhóm Zalo gồm 1000 thành viên). Việc trả lời các câu hỏi trên Google Forms hoàn toàn không gây khó khăn với các GV tham gia khảo sát, nhất là sau đại dịch Covid-19 vừa xảy ra tại Việt Nam. Thời gian thu thập dữ liệu từ 10/7/2023 đến 25/7/2023. Nhóm nghiên cứu đã nhận được 95 phản hồi từ người khảo sát. Tất cả các phiếu trả lời này đều đầy đủ thông tin để có thể đưa vào phân tích (bảng 1).

Bảng 1. Đối tượng khảo sát

Mẫu nghiên cứu	Giới tính		Thâm niên giảng dạy			Trình độ	
	Nam	Nữ	Dưới 5 năm	Từ 5-10 năm	Trên 10 năm	Cử nhân	Thạc sĩ
Số lượng (GV)	29	53	3	11	68	59	23
Tỉ lệ (%)	35,4	64,6	3,7	13,4	82,9	72,0	28,0

Theo bảng 1, ngoài tỉ lệ về giới tính của người tham gia khảo sát có sự chênh lệch, tuy nhiên điều này là phù hợp với thực tế vì tỉ lệ GV nữ ở Việt Nam chiếm tới 76% (Bộ GD-ĐT, 2021), ngoài ra đối tượng GV mà chúng tôi khảo sát là GV dạy môn Vật lí nên tỉ lệ Nam/Nữ có sự chênh lệch ít hơn so với tỉ lệ chung của toàn ngành Giáo dục. Đa số GV tham gia khảo sát có số năm công tác trên 10 năm (chiếm 82,9%), tỉ lệ GV có trình độ thạc sĩ khá cao (chiếm 28%) điều này càng làm nâng cao chất lượng của đối tượng khảo sát, dẫn tới độ tin cậy cao hơn trong dữ liệu thu được.

Bảng 2. Các câu hỏi phỏng vấn chính

A. Hiệu quả của việc sử dụng công nghệ AR trong dạy học Vật lí	
Câu 1	Thầy cô có cảm thấy rằng công nghệ AR giúp làm cho bài giảng trở nên sinh động hơn không? (1 = không đồng ý, 5 = hoàn toàn đồng ý)
Câu 2	Thầy cô có cảm thấy rằng công nghệ AR giúp tăng sự tương tác trong lớp học không? (1 = không đồng ý, 5 = hoàn toàn đồng ý)
Câu 3	Theo Thầy cô, công nghệ AR có cải thiện khả năng hiểu biết của HS về các khái niệm vật lí phức tạp không? (1 = không đồng ý, 5 = hoàn toàn đồng ý)
Câu 4	Thầy cô có nghĩ rằng việc sử dụng AR có thể giúp tăng hứng thú của HS trong việc học Vật lí không? (1 = không đồng ý, 5 = hoàn toàn đồng ý)
Câu 5	Thầy cô có cho rằng công nghệ AR giúp HS hình dung và ghi nhớ lâu hơn về các khái niệm Vật lí không? (1 = không đồng ý, 5 = hoàn toàn đồng ý)
B. Sự sẵn lòng và khả năng của GV khi sử dụng công nghệ AR trong dạy học	
Câu 6	Thầy cô có cảm thấy tự tin khi sử dụng công nghệ AR trong giảng dạy không? (1 = không tự tin, 5 = rất tự tin)
Câu 7	Thầy cô có cảm thấy rằng việc sử dụng công nghệ AR là dễ dàng không? (1 = không dễ dàng, 5 = rất dễ dàng)
Câu 8	Thầy cô có sẵn lòng học hỏi và áp dụng công nghệ AR vào việc dạy học không? (1 = không sẵn lòng, 5 = rất sẵn lòng)
Câu 9	Thầy cô có cảm thấy có đủ hỗ trợ (đào tạo, tài nguyên, hỗ trợ kỹ thuật) để sử dụng công nghệ AR trong giảng dạy không? (1 = không đủ, 5 = rất đủ)
Câu 10	Thầy cô có nghĩ rằng việc sử dụng công nghệ AR trong giảng dạy là phù hợp với thời gian và nguồn lực của Thầy cô không? (1 = không phù hợp, 5 = rất phù hợp)
C. Đánh giá tổng quan	
Câu 11	Thầy cô có nghĩ rằng công nghệ AR sẽ trở thành một công cụ giảng dạy thông dụng trong tương lai không? (1 = không đồng ý, 5 = hoàn toàn đồng ý)
Câu 12	Thầy cô có thấy rằng việc sử dụng công nghệ AR đã giúp cải thiện kết quả học tập của HS không? (1 = không đồng ý, 5 = hoàn toàn đồng ý)
Câu 13	Thầy cô có muốn tiếp tục sử dụng công nghệ AR trong giảng dạy sau khi thử nghiệm không? (1 = không muốn, 5 = rất muốn)
Câu 14	Thầy cô có thể đề xuất cách cải thiện việc sử dụng công nghệ AR trong giảng dạy không? (1 = không thể, 5 = rất có thể)
Câu 15	Theo Thầy cô, nếu có đủ tài nguyên và hỗ trợ, việc sử dụng công nghệ AR sẽ mang lại lợi ích lớn cho việc dạy học không? (1 = không đồng ý, 5 = hoàn toàn đồng ý)

Sau khi thu thập dữ liệu, chúng tôi đã tiến hành phân tích thống kê toán học để tìm kiếm các mẫu và xu hướng. Chúng tôi đã sử dụng các phương pháp thống kê như đánh giá hệ số tin cậy Cronbach's Alpha, trị trung bình, độ lệch chuẩn để kiểm định các giả thuyết của nghiên cứu.

Qua cách tiếp cận này, nghiên cứu của chúng tôi cung cấp một cái nhìn tổng quan về việc sử dụng công nghệ AR trong giáo dục Vật lí, từ việc hiểu lí thuyết cho đến việc khám phá thực tiễn và ý kiến của GV và chuyên gia giáo dục.

## 2.2. Kết quả khảo sát

### 2.2.1. Đánh giá chung

Kết quả phân tích trên phần mềm SPSS 20.0 cho thấy, hệ số Cronbach's Alpha bằng 0,884 > 0,8 tức là dữ liệu thu được có độ tin cậy ở mức "tốt". Kết quả khảo sát được thể hiện ở bảng 3.

Kết quả nghiên cứu cho thấy trị trung bình của các câu hỏi đều đạt ở mức cao (từ 3,6 đến 4,3 trên thang Likert 5 điểm) cho thấy GV cho rằng việc sử dụng công nghệ AR trong dạy học có hiệu quả tốt và họ hoàn toàn có thể chủ động trong việc sử dụng công nghệ AR trong dạy học mà không gặp khó khăn nhiều. Độ lệch chuẩn ở khoảng chấp nhận được và khá gần nhau giữa các câu cho thấy ít có sự chênh lệch giữa ý kiến của mỗi GV trong các câu trả lời của họ. Hệ số tương quan biến - tổng (Corrected Item - Total Correlation) đều đạt giá trị cao hơn mức 0,3 cho thấy mức độ liên kết giữa các câu hỏi với vấn đề chung được đặt ra là rất tốt và có ý nghĩa thống kê.

### 2.2.2. Đánh giá về hiệu quả của việc sử dụng công nghệ AR trong dạy học Vật lí

Kết quả nghiên cứu cho thấy một xu hướng tích cực rõ ràng về việc áp dụng công nghệ AR trong giảng dạy. Đặc biệt, việc sử dụng công nghệ AR đã được phản ánh là giúp bài giảng trở nên sinh động hơn, với trị trung bình đạt 4.0366. Điều

Bảng 3. Kết quả khảo sát

Thông số thống kê (N = 82)			
	Trị trung bình	Độ lệch chuẩn	Hệ số tương quan biến - tổng
Câu 1	4.0366	1.0823	0.848
Câu 2	3.8537	1.0076	0.815
Câu 3	3.8415	1.0360	0.805
Câu 4	4.0122	1.0481	0.818
Câu 5	4.0244	0.9935	0.848
Câu 6	3.6707	1.1337	0.671
Câu 7	3.5976	0.1848	0.779
Câu 8	4.3049	0.7964	0.641
Câu 9	3.5854	1.2267	0.703
Câu 10	3.9756	1.0180	0.705
Câu 11	4.1463	0.8031	0.756
Câu 12	4.1951	0.8669	0.720
Câu 13	4.2927	0.7933	0.833
Câu 14	3.7805	1.1224	0.792
Câu 15	4.2317	0.7903	0.837

này khẳng định sự cần thiết của việc tích hợp công nghệ vào giảng dạy, khi mà môi trường học tập truyền thống đôi khi có thể trở nên monotone và không kích thích sự tò mò của HS. Tương tác trong lớp học - một yếu tố quan trọng trong việc tạo điều kiện cho HS tham gia tích cực cũng được cải thiện khi sử dụng công nghệ AR. Sự tăng tương tác này, với trị trung bình 3.8537, cho thấy công nghệ AR không chỉ là một công cụ truyền đạt thông tin mà còn là một phương tiện giúp tạo ra một môi trường học tập tương tác và đa chiều. Liên quan đến khả năng hiểu biết của HS về các khái niệm vật lý phức tạp, công nghệ AR đã thể hiện sự hữu ích rõ ràng. Dù trị trung bình chỉ đạt 3.8415, nhưng điều này vẫn cho thấy rằng công nghệ AR có thể giúp HS tiếp cận dễ dàng hơn với những nội dung khó khăn, và thậm chí làm cho HS trở nên yêu thích môn học hơn. Một lợi ích khác của công nghệ AR là khả năng tăng cường hứng thú và giúp HS ghi nhớ lâu hơn. Với trị trung bình lần lượt là 4.0122 và 4.0244, các chuyên gia khẳng định rằng công nghệ này đóng vai trò quan trọng trong việc kích thích sự quan tâm và giữ cho HS tập trung vào nội dung giảng dạy. Độ lệch chuẩn không thấp của các câu hỏi trong nhóm này chỉ ra sự biến động trong ý kiến, nhưng phần lớn đều hướng tới sự đồng tình.

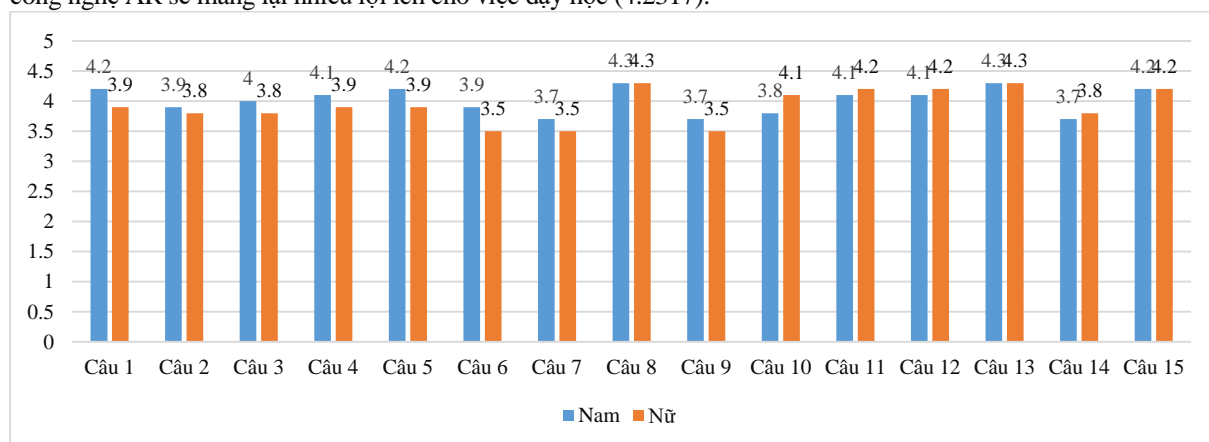
Như vậy, nghiên cứu này cung cấp những bằng chứng rõ ràng về lợi ích của việc áp dụng công nghệ AR trong giảng dạy Vật lý ở trường phổ thông. Việc tích hợp công nghệ này không chỉ giúp nâng cao chất lượng giảng dạy, mà còn thúc đẩy sự tham gia và hiểu biết của HS.

### 2.2.3. Đánh giá về sự sẵn sàng sử dụng công nghệ AR trong dạy học của giáo viên

Dữ liệu đánh giá sự sẵn lòng và khả năng của GV khi tích hợp công nghệ AR vào giảng dạy cho thấy một hình ảnh tương đối tích cực về việc tiếp nhận và sử dụng công nghệ này trong giảng dạy. Điểm nổi bật là GV rất sẵn lòng học hỏi và áp dụng công nghệ AR vào việc dạy học, với mức trị trung bình cao là 4.3049. Điều này cho thấy rằng, mặc dù có thể còn gặp nhiều khó khăn và thách thức khi sử dụng công nghệ mới, tinh thần đổi mới và ham học hỏi của GV vẫn rất mạnh mẽ. Tuy nhiên, vấn đề về sự tự tin và dễ dàng trong việc sử dụng công nghệ AR còn có phần hạn chế. Cụ thể, GV chỉ cảm thấy tự tin ở mức trung bình (3.6707) và cho rằng việc sử dụng công nghệ này tương đối dễ dàng (3.5976). Điều này cần được chú ý bởi nếu GV không cảm thấy tự tin và dễ dàng, có thể họ sẽ không sử dụng công nghệ đó một cách hiệu quả trong lớp học. Một khía cạnh quan trọng khác là hỗ trợ đối với GV. Kết quả cho thấy GV chỉ cảm thấy có một mức độ hỗ trợ trung bình (3.5854) về đào tạo, tài nguyên và hỗ trợ kỹ thuật khi áp dụng công nghệ AR. Điều này chỉ ra rằng cần có nhiều hỗ trợ hơn từ cơ sở giáo dục và các bên liên quan để đảm bảo GV có thể tích hợp công nghệ này một cách hiệu quả. Cuối cùng, khi đánh giá về sự phù hợp của việc sử dụng công nghệ AR với thời gian và nguồn lực của GV, kết quả là 3.9756 cho thấy việc này khá phù hợp. Tuy nhiên, vẫn cần xem xét cách tối ưu hóa thời gian và nguồn lực để công nghệ có thể được áp dụng một cách hiệu quả nhất.

Như vậy, GV ở các tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam có tinh thần sẵn lòng và mở lòng đối với việc sử dụng công nghệ AR trong giảng dạy, nhưng cần thêm hỗ trợ, đào tạo để tăng cường khả năng và sự tự tin của họ.

Đánh giá tổng quan về sự nhận định của GV về công nghệ AR cho thấy một quan điểm lạc quan và tích cực. Đa số GV cho rằng công nghệ AR sẽ trở thành một công cụ giảng dạy thông dụng trong tương lai với điểm trung bình 4.1463 và họ cảm nhận rằng việc sử dụng công nghệ này đã giúp cải thiện kết quả học tập của HS (4.1951). Khả năng muốn tiếp tục sử dụng công nghệ AR sau khi thử nghiệm cũng rất cao, đạt 4.2927. Tuy nhiên, khi đề cập đến việc đề xuất cách cải thiện, GV cảm thấy mình chỉ có khả năng tương đối (3.7805). Điều này cho thấy họ cần thêm đào tạo hoặc hiểu biết sâu hơn về công nghệ này. Cuối cùng, khi có đủ tài nguyên và hỗ trợ, phần lớn GV tin rằng công nghệ AR sẽ mang lại nhiều lợi ích cho việc dạy học (4.2317).



Biểu đồ 1. Điểm đánh giá trung bình các câu hỏi chia theo đối tượng



Chúng tôi cũng tiến hành so sánh các thông số thông kê theo đối tượng để xem xét có sự khác biệt hay không trong các đánh giá về việc sử dụng công nghệ AR trong dạy học vật lý. Chúng tôi đã xem xét theo giới tính, trình độ và thâm niên công tác. Kết quả nghiên cứu cho thấy, có sự khác nhau nhất định ở mỗi câu hỏi theo đối tượng nhưng sự khác biệt ấy là rất nhỏ (biểu đồ 1). Như vậy, quan điểm về sử dụng AR trong dạy học vật lý ở các đối tượng khác nhau là như nhau.

### 3. Kết luận

Nghiên cứu đã phản ánh tính hiệu quả của công nghệ thực tế ảo tăng cường (AR) trong việc giảng dạy Vật lý. Công nghệ AR nâng cao khả năng tương tác trong lớp, cải thiện sự hiểu biết về khái niệm vật lý và tăng hứng thú học tập. Đồng thời, GV thể hiện sự tự tin và sẵn lòng áp dụng công nghệ AR nhưng cũng lo lắng về việc thiếu sự hỗ trợ kỹ thuật và tài nguyên trong dạy học. Từ kết quả này, chúng tôi khuyến nghị tiếp tục nghiên cứu về hướng dẫn và hỗ trợ cho GV trong việc sử dụng công nghệ AR và phát triển tài liệu giảng dạy dựa trên công nghệ AR để tối ưu hóa quá trình học tập. Nghiên cứu cũng còn một số hạn chế như chưa có điều kiện để giúp GV được trải nghiệm thực tế công nghệ AR hay chưa đưa ra quá trình thực nghiệm sư phạm cho từng bài học cụ thể để đánh giá chính xác hơn nữa tính hiệu quả của việc sử dụng công nghệ AR trong dạy học. Nghiên cứu không chỉ cung cấp thông tin về việc sử dụng công nghệ AR trong giáo dục Vật lý, mà còn đưa ra cái nhìn tổng quan về việc áp dụng công nghệ AR trong môi trường giáo dục hiện đại. Kết quả của nghiên cứu có thể cung cấp cho GV và nhà giáo dục một công cụ quý giá để phát triển các phương pháp giảng dạy hiệu quả hơn, giúp HS dễ dàng tiếp cận với những khái niệm khó khăn trong Vật lý, đồng thời cũng mở ra các hướng nghiên cứu mới về việc áp dụng công nghệ AR trong giáo dục.

### Tài liệu tham khảo

- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- Bộ GD-ĐT (2021). Bình đẳng giới ngành Giáo dục phải thực chất, hiệu quả, tránh hình thức. <https://moet.gov.vn/UserControls/Publishing/News/BinhLuan/pFormPrint.aspx?UrlListProcess=/content/tintuc/Lists/News&ListId=&SiteId=&ItemID=7295&SiteRootID=&isEn=False>
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented reality: an overview. In *Handbook of augmented reality* (pp. 3-46). Springer, New York, NY.
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Kloos, C. D. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71(1), 1-13.
- Nguyễn Thị Thanh Tú, Nguyễn Thị Huyền, Phạm Hồng Hạnh, Vũ Đình Minh (2022). Ứng dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường AR trong dạy học trực tuyến theo hình thức Microlearning. *Tạp chí Khoa học giáo dục*, 18(2), 35-39.
- Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2014). Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(1), 38-56.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Cleaning up your act. Using Multivariate Statistics (4th ed)*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon. Boston: Pearson.
- Tăng Minh Dũng (2020). Đào tạo sinh viên sư phạm Toán sử dụng công nghệ thực tại ảo tăng cường: trường hợp ứng dụng "3D Calculator". *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*, 17(3), 486-499.
- Thái Hoà Minh, Nguyễn Minh Tuấn (2020). Ứng dụng công nghệ thực tế tăng cường nhằm nâng cao hứng thú học tập cho học sinh trong dạy học nội dung hóa học hữu cơ lớp 11 trung học phổ thông. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*, 17(11), 1970-1983.
- Võ Văn Nghĩa, Võ Văn Hóa, Đặng Vũ Quang Thịnh, Đoàn Cao Khả, Trương Ngọc Huy, Nguyễn Thị Thùy Linh, Phan Văn Đức, Nguyễn Tổng Công Minh, Trần Mẫn Quỳnh, Nguyễn Hoài Bảo, Tăng Minh Dũng (2020). Xây dựng kho học liệu dạy học hình học không gian theo hướng khai thác công nghệ thực tại ảo tăng cường trên di động. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*, 17(11), 1934-1944.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62(1), 41-49.