

**Bài báo nghiên cứu**

**CÔNG NGHỆ THỰC TẾ ẢO TĂNG CƯỜNG TRONG DẠY HỌC  
CHỦ ĐỀ KHOA HỌC “CHẤT VÀ SỰ BIẾN ĐỔI CỦA CHẤT”,  
MÔN KHOA HỌC TỰ NHIÊN LỚP 7:  
MỘT NGHIÊN CỨU KHÁM PHÁ VỀ SỰ THAM GIA CỦA HỌC SINH**

*Thái Hoài Minh\*, Nguyễn Minh Sang,*

*Nguyễn Mai Trang, Triệu Quang Minh, Nguyễn Minh Tuấn*

*Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*

*\*Tác giả liên hệ: Thái Hoài Minh – Email: minhth@hcmue.edu.vn*

*Ngày nhận bài: 29-02-2024; ngày nhận bài sửa: 05-04-2024; ngày duyệt đăng: 10-5-2024*

**TÓM TẮT**

Công nghệ thực tế ảo tăng cường là một trong những công cụ được ứng dụng rộng rãi trong dạy học môn Khoa học tự nhiên thời gian gần đây. Nghiên cứu này nhằm mục đích khám phá hiệu quả của việc ứng dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường đối với sự tham gia của học sinh trong chủ đề khoa học “Chất và sự biến đổi của chất” thuộc chương trình môn Khoa học tự nhiên lớp 7. Nhiều phương pháp nghiên cứu khác nhau như nghiên cứu lý luận, điều tra bằng bảng hỏi, quan sát và thực nghiệm sư phạm (với 67 học sinh) đã được sử dụng phối hợp để thu thập các dữ liệu liên quan. Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy tác động tích cực của công nghệ thực tế ảo tăng cường đối với sự tham gia của học sinh trong chủ đề học tập. Kết quả nghiên cứu góp phần củng cố cơ sở lý luận và thực tiễn về vai trò, lưu ý của việc ứng dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường trong dạy học môn Khoa học tự nhiên lớp 7 nói chung và chủ đề khoa học “Chất và sự biến đổi của chất” nói riêng.

**Từ khóa:** công nghệ thực tế ảo tăng cường; Assemblr Studio; chất và sự biến đổi của chất; sự tham gia của học sinh; dạy học khoa học tự nhiên

**1. Giới thiệu**

Sự phát triển của công nghệ thông tin và truyền thông ảnh hưởng mạnh mẽ đến mọi lĩnh vực trong cuộc sống hiện nay. Nhận thấy tác động tích cực của việc áp dụng công nghệ thông tin và chuyển đổi số vào lĩnh vực giáo dục, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 131/QĐ-TTg nhằm phê duyệt đề án “Tăng cường ứng dụng công nghệ thông tin và chuyển đổi số trong giáo dục và đào tạo giai đoạn 2022-2025, định hướng đến năm 2030”. Trong đó, phát triển công nghệ thực tế ảo tăng cường (CNTTATC) được xác định là một trong những nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu (Prime Minister, 2022).

---

**Cite this article as:** Thai Hoai Minh, Nguyen Minh Sang, Nguyen Mai Trang, Trieu Quang Minh, & Nguyen Minh Tuan (2025). Augmented reality technology in teaching the science topic “Matter and Changes of Matter” in 7<sup>th</sup> grade: An exploratory research on students’ engagement. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 22(2), 271-283.

CNTTATC là một công nghệ cho phép thông tin kỹ thuật số như video, đồ họa, hoạt hình, văn bản hoặc âm thanh biểu diễn trên không gian thực thông qua thiết bị hiển thị, qua đó người dùng có thể tương tác với nội dung ảo trong thời gian thực (Azuma, 1997; Grubert & Grasset, 2013). Khi được ứng dụng trong dạy học, CNTTATC giúp tăng sự hứng thú, kích thích khả năng tư duy của người học về vấn đề trong cuộc sống (Mustaqim, 2016). Ngoài ra, CNTTATC giúp học sinh hình dung ra được các mối quan hệ không gian phức tạp như vũ trụ và khái niệm trừu tượng như nguyên tử (Arvanitis et al., 2009), trải nghiệm hiện tượng không thực (Bronack, 2011; Klopfer & Squire, 2008). Tại Việt Nam, một số nghiên cứu ứng dụng CNTTATC trong dạy học đã được triển khai bằng ứng dụng CoSpaces Edu (Thai & Nguyen, 2020), AR Chemistry Lab (Vu et al., 2023)... bước đầu cho thấy các kết quả tích cực. Chương trình giáo dục phổ thông 2018 được xây dựng với quan điểm bảo đảm tính ổn định và khả năng phát triển phù hợp với tiến bộ khoa học – công nghệ, yêu cầu của thực tế (Ministry of Education and Training, 2018). Vì vậy, CNTTATC là một trong những công nghệ hiện nay phù hợp với quan điểm xây dựng Chương trình giáo dục phổ thông 2018.

Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã chỉ ra sự tham gia của học sinh trong các hoạt động học tập ảnh hưởng đến kết quả giáo dục (Ladd & Dinella, 2009; Reeve & Tseng, 2011). Sự tham gia có thể xem như dấu hiệu nhận biết động lực học tập, sự tiến bộ trong thành tích học tập của học sinh (Reeve & Tseng, 2011). Do đó, việc tăng cường sự tham gia của học sinh trong môn Khoa học tự nhiên giúp tạo điều kiện học tập tối ưu, thông qua đó phát triển động lực học tập và thành tích của học sinh.

Hiện nay, Việt Nam vẫn chưa có nhiều nghiên cứu đánh giá cụ thể về sự tham gia của học sinh và hoạt động học có ứng dụng CNTTATC trong môn Khoa học tự nhiên lớp 7. Vì vậy, nghiên cứu được thực hiện với mục đích khám phá ảnh hưởng của việc ứng dụng CNTTATC trong dạy học chủ đề khoa học “Chất và sự biến đổi của chất” môn Khoa học tự nhiên lớp 7 đối với sự tham gia của học sinh. Nghiên cứu tập trung trả lời câu hỏi nghiên cứu chính sau đây: Việc ứng dụng CNTTATC trong dạy học chủ đề khoa học “Chất và sự biến đổi của chất” môn Khoa học tự nhiên lớp 7 tác động như thế nào đến sự tham gia của học sinh?

## **2. Phương pháp nghiên cứu**

### **2.1. Mẫu nghiên cứu**

Bằng phương pháp lấy mẫu thuận tiện, đối tượng cung cấp dữ liệu cho nghiên cứu là học sinh lớp 7 Trường THCS Nguyễn Văn Tổ (Quận 10, Thành phố Hồ Chí Minh), Trường Song ngữ Quốc tế EMASI Vạn Phúc (Thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh) và Trường Quốc tế Việt Úc (Thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh). Tổng số học sinh tham gia trong nghiên cứu là 67. Trong đó, số lượng học sinh nữ là 35 (chiếm 52,2%) và số lượng học sinh nam là 32 (chiếm 47,8%). Thời gian thực hiện nghiên cứu tác động vào tháng 01 năm 2024.

## 2.2. Quy trình nghiên cứu

Sau khi nghiên cứu cơ sở lý luận và thiết kế các sản phẩm CNTTATC trên ứng dụng Assemblr Studio, hai hoạt động học ứng dụng sản phẩm CNTTATC đã thiết kế được lựa chọn để thực nghiệm sư phạm. Đây là hai hoạt động luyện tập thuộc chủ đề “Phân tử, đơn chất, hợp chất” và “Liên kết cộng hoá trị”. Tiến trình chính của hai hoạt động học như sau:

- Hoạt động học ứng dụng sản phẩm “Phân tử, đơn chất, hợp chất” (hoạt động 1) đáp ứng yêu cầu cần đạt “Đưa ra được một số ví dụ được về đơn chất, hợp chất” (Ministry of Education and Training, 2018). Trong hoạt động học này, giáo viên chia học sinh theo nhóm và yêu cầu nhóm học sinh mở ứng dụng Assemblr Studio. Nhóm học sinh tham gia trò chơi “Truy tìm đồ vật bí ẩn” bằng cách quét bức tranh miêu tả gian bếp gồm các đồ vật. Khi học sinh quét các đồ vật, thành phần cấu tạo nên đồ vật sẽ được hiển thị dưới dạng các phân tử chuyển động trong màn hình thiết bị. Nhóm học sinh quan sát phân tử và phân loại chúng thuộc đơn chất hay hợp chất vào phiếu học tập. Thông qua đó, học sinh đưa ra được ví dụ về đơn chất, hợp chất thuộc các đồ vật trong gian bếp. Cuối cùng, giáo viên tổng kết trò chơi và chốt lại các ví dụ về đơn chất, hợp chất.

- Hoạt động học ứng dụng sản phẩm “Liên kết cộng hoá trị” (hoạt động 2) đáp ứng yêu cầu cần đạt “Nêu được mô hình sắp xếp electron trong vỏ nguyên tử của một số nguyên tố khí hiếm; sự hình thành liên kết cộng hoá trị theo nguyên tắc dùng chung electron để tạo ra lớp vỏ electron của nguyên tố khí hiếm” (Ministry of Education and Training, 2018). Trong hoạt động này, giáo viên chia học sinh theo nhóm và yêu cầu nhóm học sinh mở ứng dụng Assemblr Studio. Nhóm học sinh đã được phát một bộ thẻ gồm các nguyên tố hoá học. Nhiệm vụ của học sinh trong hoạt động là quét các thẻ nguyên tố để tìm hiểu về số electron nguyên tử dựa trên mô hình nguyên tử Bohr và số electron cần thiết để hình thành nguyên tử có lớp vỏ electron của nguyên tố khí hiếm. Sau đó, học sinh thực hiện ghép các thẻ nguyên tố này với nhau theo yêu cầu để tìm hiểu sự hình thành liên kết cộng hoá trị giữa các nguyên tố. Nhóm học sinh ghi nhận lại kết quả bằng cách chụp màn hình hiển thị trên ứng dụng và trình bày kết quả thu thập được vào phiếu học tập. Cuối cùng, giáo viên tổ chức cho học sinh báo cáo về kết quả đã thực hiện trong phiếu học tập.



**Hình 1.** Học sinh trải nghiệm sản phẩm CNTTATC trong quá trình thực nghiệm sư phạm

Trong quá trình thực nghiệm sư phạm, sự tham gia của học sinh được đánh giá bằng các phương pháp khác nhau để có các nhận định đa chiều. Với phương pháp quan sát, nghiên cứu thu thập thông tin bằng cách quan sát và ghi nhận số lượng học sinh có đặc điểm tương ứng với các biểu hiện trong bảng tiêu chí quan sát sự tham gia của học sinh. Việc quan sát

được thực hiện xuyên suốt quá trình thực nghiệm sư phạm hai hoạt động học. Để đảm bảo quan sát được đầy đủ biểu hiện của học sinh, việc ghi hình quá trình thực nghiệm sư phạm được thực hiện trong điều kiện được cho phép. Bên cạnh đó, phương pháp điều tra bằng bảng hỏi (sau tác động) được thực hiện nhằm có thêm nhận định về sự tham gia của học sinh.

### **2.3. Công cụ nghiên cứu**

#### **2.3.1. Bảng hỏi**

Trong nghiên cứu này, sự tham gia của học sinh được hiểu là mức độ học sinh tham gia vào các hoạt động học tập mà các nghiên cứu trong giáo dục đã cho thấy có sự liên quan chặt chẽ với kết quả học tập của học sinh (Krause & Coates, 2008). Fredricks và cộng sự (2004) xem sự tham gia như một quá trình bên trong của cá nhân, cấu trúc này bao gồm ba khía cạnh: sự tham gia về hành vi, sự tham gia về cảm xúc và sự tham gia về nhận thức. Tuy nhiên, ngay cả sau khi tính đến sự đóng góp của ba khía cạnh trên trong sự tham gia, học sinh vẫn tồn tại sự khác biệt trong thành tích học tập không thể giải thích. Vì vậy, Reeve và Tseng (2011) đề xuất mô hình sự tham gia gồm bốn khía cạnh: sự tham gia đóng góp, sự tham gia về hành vi, sự tham gia về cảm xúc và sự tham gia về nhận thức. Để đánh giá sự tham gia của học sinh thông qua phương pháp điều tra bằng bảng hỏi, bảng hỏi của Reeve và Tseng (2011) được lựa chọn. Bảng hỏi cho thấy độ tin cậy ở cả bốn khía cạnh của sự tham gia và tương quan giữa các biểu hiện và được sử dụng ở một số nghiên cứu khác (Giang et.al., 2022; Wang et.al., 2024). Do đó, cấu trúc bảng hỏi được giữ nguyên theo Reeve và Tseng (2011) nhằm đánh giá sự tham gia của học sinh.

Bảng hỏi được chia làm hai phần. Phần một bao gồm các thông tin nhân khẩu học của người được khảo sát (trường, lớp, giới tính). Phần hai là nội dung khảo sát sự tham gia của học sinh đối với hoạt động học ứng dụng CNTTATC gồm các biểu hiện thuộc bốn khía cạnh của sự tham gia: sự tham gia đóng góp, sự tham gia về hành vi, sự tham gia về cảm xúc và sự tham gia về nhận thức. Các phát biểu trong nghiên cứu của Reeve và Tseng (2011) được dịch cẩn thận sang tiếng Việt và thiết kế dưới dạng thang đo Likert theo năm mức độ: 1 = Rất không đồng ý, 2 = Không đồng ý, 3 = Bình thường, 4 = Đồng ý, 5 = Rất đồng ý. Bảng 1 trình bày 22 phát biểu trong phần hai của bảng hỏi.

**Bảng 1. Thang đo đánh giá sự tham gia của học sinh**

| TT                                                    | Mã hoá | Phát biểu                                                                       |
|-------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sự tham gia đóng góp (Agentic engagement)</b>      |        |                                                                                 |
| 1                                                     | DG1    | Trong lớp học có CNTTATC, em đặt câu hỏi để tìm hiểu bài học.                   |
| 2                                                     | DG2    | Trong lớp học có CNTTATC, em sẵn sàng bày tỏ những điều em thích và không thích |
| 3                                                     | DG3    | Em cho giáo viên biết em thích thú với điều gì trong lớp học có CNTTATC.        |
| 4                                                     | DG4    | Trong lớp học có CNTTATC, em sẵn lòng bày tỏ quan điểm của em.                  |
| 5                                                     | DG5    | Em có mong muốn được đề xuất cách để làm lớp học có CNTTATC tốt hơn.            |
| <b>Sự tham gia về hành vi (Behavioral engagement)</b> |        |                                                                                 |

|                                                        |     |                                                                                               |
|--------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6                                                      | HV1 | Em lắng nghe trong lớp học có sử dụng CNTTATC.                                                |
| 7                                                      | HV2 | Trong lớp học có CNTTATC, em nỗ lực học tập chăm chỉ.                                         |
| 8                                                      | HV3 | Em lắng nghe khi được học những điều mới trong lớp học có CNTTATC.                            |
| 9                                                      | HV4 | Em cố gắng trải nghiệm khi lần đầu được tham gia lớp học có CNTTATC.                          |
| 10                                                     | HV5 | Em tập trung vào hoạt động học có sử dụng CNTTATC trên lớp.                                   |
| <b>Sự tham gia về cảm xúc (Emotional engagement)</b>   |     |                                                                                               |
| 11                                                     | CX1 | Em thích học những điều mới trong lớp học có CNTTATC.                                         |
| 12                                                     | CX2 | Em thấy hứng thú khi được sử dụng CNTTATC trong lớp học.                                      |
| 13                                                     | CX3 | Em cảm thấy hiếu kì với kiến thức em được học bằng cách sử dụng CNTTATC.                      |
| 14                                                     | CX4 | Nhờ sử dụng CNTTATC, em cảm thấy lớp học trở nên vui vẻ.                                      |
| <b>Sự tham gia về nhận thức (Cognitive engagement)</b> |     |                                                                                               |
| 15                                                     | NT1 | Khi học với CNTTATC, em cố gắng tìm hiểu kiến thức bằng cách liên hệ với những điều em biết.  |
| 16                                                     | NT2 | Khi học với CNTTATC, em cố gắng kết nối những gì em đang học với những kinh nghiệm đã có.     |
| 17                                                     | NT3 | Khi học với CNTTATC, em cố gắng tổng hợp các kiến thức môn học theo cách của em.              |
| 18                                                     | NT4 | Em lấy ví dụ để giúp em hiểu những khái niệm quan trọng trong hoạt động học ứng dụng CNTTATC. |
| 19                                                     | NT5 | Trước khi bắt đầu học với CNTTATC, em nghĩ về những gì mình muốn làm.                         |
| 20                                                     | NT6 | Khi học với CNTTATC, em thỉnh thoảng dừng lại và xem những gì mình đã làm.                    |
| 21                                                     | NT7 | Trong lớp học có CNTTATC, em cố gắng học để hiểu rõ những kiến thức hơn là học đối phó.       |
| 22                                                     | NT8 | Em điều chỉnh cách học nếu em gặp khó khăn trong việc hiểu bài khi tham gia lớp học CNTTATC.  |

### 2.3.2. Bảng tiêu chí quan sát

Bảng tiêu chí quan sát cũng được xây dựng theo bốn khía cạnh tương tự bảng hỏi. Theo nghiên cứu của Lee và Reeve (2012), việc đánh giá học sinh thông qua quan sát nên đánh giá chung cho từng khía cạnh đối với mỗi học sinh nhằm giảm thiểu gánh nặng trong việc đánh giá. Do vậy, việc quan sát của giáo viên không nhất thiết phải giữ nguyên nhiều biểu hiện như khi học sinh tự đánh giá. Dựa trên cấu trúc của bảng tiêu chí quan sát của Lee và Reeve (2012), sự ghi nhận về sự tham gia của học sinh được ghi nhận thông qua bảng tiêu chí quan sát gồm 11 biểu hiện thuộc bốn khía cạnh: sự tham gia đóng góp, sự tham gia về hành vi, sự tham gia về cảm xúc và sự tham gia về nhận thức, phù hợp với quy mô và mục đích nghiên cứu.

### 2.4. Phân tích dữ liệu

Nghiên cứu sử dụng phần mềm SPSS 27.0 để phân tích dữ liệu định lượng từ bảng hỏi thông qua các kỹ thuật thống kê: Thống kê mô tả (tần suất, trung bình, độ lệch chuẩn); Phân tích độ tin cậy Cronbach's Alpha. Thống kê mô tả được thực hiện nhằm diễn đạt tổng quan về tần suất, trung bình và độ lệch chuẩn kết quả tự đánh giá của học sinh đối với từng biểu

hiện, khía cạnh của sự tham gia và sự tham gia. Phân tích độ tin cậy Cronbach's Alpha được thực hiện nhằm kiểm định độ tin cậy của dữ liệu thu thập thuộc bốn thang đo trong đánh giá các khía cạnh sự tham gia.

Dữ liệu định tính từ phương pháp quan sát được thống kê và phân tích bằng phương pháp thủ công. Sau khi thực hiện việc đếm và ghi nhận số lượng học sinh có các biểu hiện tương ứng trong bảng tiêu chí quan sát, việc kiểm tra lại kết quả quan sát được thực hiện thông qua bảng ghi hình. Đối với mỗi hoạt động học, việc thống kê biểu hiện và phân chia được thực hiện thành năm mức độ dựa trên số lượng học sinh. Kết quả thống kê từ việc quan sát được sử dụng để giải thích bổ sung cho kết quả định lượng từ bảng hỏi.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Thiết kế sản phẩm công nghệ thực tế ảo tăng cường trong dạy học chủ đề khoa học “Chất và sự biến đổi của chất” môn Khoa học tự nhiên lớp 7

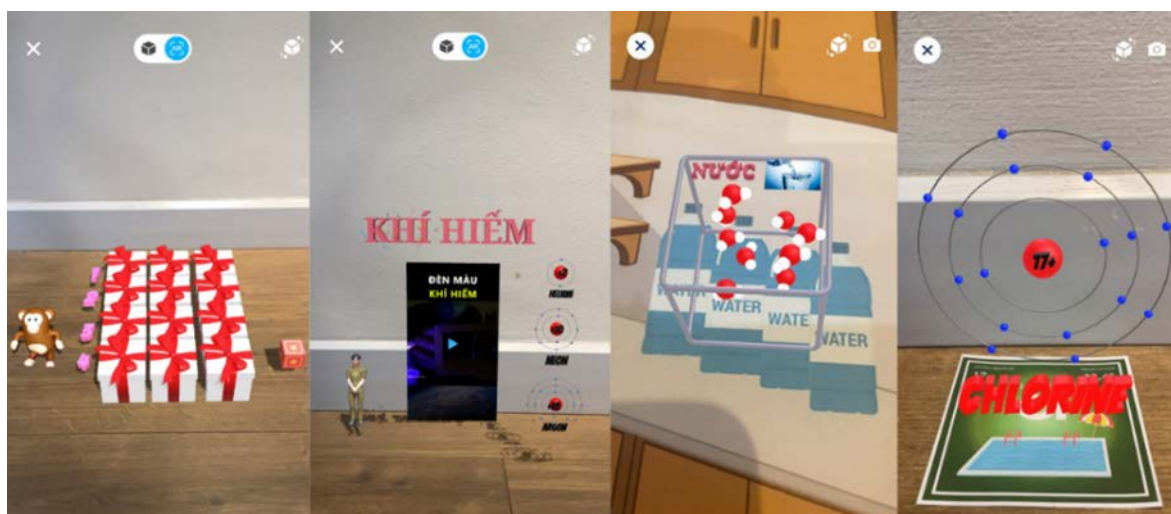
Dựa trên nghiên cứu của Thái Hoài Minh và Nguyễn Minh Tuấn (2020) (Thai & Nguyen, 2020), Vũ Thị Thu Hoài và cộng sự (Vu et al., 2023), các nguyên tắc thiết kế sản phẩm CNTTATC được lựa chọn, cải tiến để phù hợp với nội dung dạy học chủ đề “Chất và sự biến đổi của chất” môn Khoa học tự nhiên lớp 7. Việc thiết kế sản phẩm CNTTATC trong dạy học chủ đề khoa học “Chất và sự biến đổi của chất” môn Khoa học tự nhiên lớp 7 cần một số nguyên tắc nhằm đảm bảo tính hiệu quả, bao gồm: (1) Đảm bảo sự phù hợp với chủ đề và yêu cầu cần đạt trong môn Khoa học tự nhiên; (2) Đảm bảo tính chính xác, khoa học; (3) Tăng cường tính tương tác; (4) Tối ưu hoá đồ họa và hiệu ứng.

Nghiên cứu lựa chọn ứng dụng Assemblr Studio là ứng dụng thiết kế các sản phẩm CNTTATC thuộc chủ đề khoa học “Chất và sự biến đổi của chất” môn Khoa học tự nhiên lớp 7 (xem Bảng 2). Quy trình thiết kế sản phẩm CNTTATC bao gồm năm bước: (1) Xác định mục tiêu, (2) Lên ý tưởng, (3) Xây dựng nội dung, (4) Thiết kế về mặt kỹ thuật và (5) Kiểm tra sản phẩm (Thai & Nguyen, 2020). Hình 2 minh họa hình ảnh trên ứng dụng Assemblr Studio khi trải nghiệm các sản phẩm.

**Bảng 2.** Giới thiệu bốn sản phẩm CNTTATC đã thiết kế

| TT | Sản phẩm                 | Mô tả                                                                                                                                                                                                                                                                  | Định hướng trong hoạt động dạy học |
|----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1  | Nguyên tố hóa học        | Nội dung liên quan đến 20 nguyên tố hóa học đầu tiên của bảng tuần hoàn. Học sinh tương tác với hộp quà sẽ xuất hiện 1 mô hình nguyên tử Bohr và nhiều chữ cái bay lơ lửng. Học sinh quan sát mô hình và tương tác với các chữ cái để xếp thành tên nguyên tố dự đoán. | Luyện tập; Kiểm tra đánh giá       |
| 2  | Bảng tuần hoàn Mendeleev | Sản phẩm được thiết kế dưới dạng khu triển lãm. Trong đó, học sinh được khám phá các khu vực gồm kim loại, phi kim, khí hiếm. Học sinh phân loại nhóm nguyên tố và tìm hiểu thông tin của chúng.                                                                       | Dạy học bài mới; Luyện tập         |

|   |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                            |
|---|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 3 | Phân tử, đơn chất, hợp chất | Sản phẩm thiết kế dưới dạng trò chơi. Học sinh “truy tìm đồ vật bí ẩn” bằng cách quét bức tranh gồm các vật thể. Học sinh tiến hành phân loại đơn chất, hợp chất. Sau đó, học sinh tiến hành lấy ví dụ về đơn chất, hợp chất.                                                          | Dạy học bài mới; Luyện tập |
| 4 | Liên kết cộng hoá trị       | Nội dung sản phẩm liên quan đến sự hình thành liên kết cộng hoá trị. Học sinh quét thẻ nguyên tố để tìm hiểu về số electron dựa trên mô hình nguyên tử Bohr. Khi ghép thẻ nguyên tố này với thẻ nguyên tố khác, học sinh quan sát hình thành liên kết cộng hoá trị giữa các nguyên tử. | Dạy học bài mới; Luyện tập |



**Hình 2.** Một số hình ảnh khi trải nghiệm bốn sản phẩm CNTTATC đã thiết kế

(Từ trái sang phải: Nguyên tử hoá học; Bảng tuần hoàn Mendeleev; Phân tử, đơn chất, hợp chất; Liên kết cộng hoá trị)

### 3.2. Kết quả từ bảng hỏi

Dữ liệu định lượng từ bảng khảo sát được phân tích hệ số Cronbach's Alpha bốn thang đo, tương ứng với bốn khía cạnh của sự tham gia: sự tham gia đóng góp, sự tham gia về hành vi, sự tham gia về cảm xúc và sự tham gia về nhận thức có độ tin cậy lần lượt là 0,718; 0,730; 0,770 và 0,792 (xem Bảng 3). Với hệ số Cronbach's Alpha của cả bốn khía cạnh đều lớn hơn 0,7 và hệ số tương quan biến – tổng đều lớn hơn 0,3 (Nunnally & Bernstein, 1994), dữ liệu thu thập đã đạt độ tin cậy cần thiết.

Bảng 3 cho thấy khía cạnh “Sự tham gia đóng góp” có điểm trung bình thấp nhất (3,62) trong các khía cạnh của sự tham gia. Điều này cho thấy học sinh biểu hiện đóng góp xây dựng đối với hoạt động học mang tính tương đối, nguyên nhân dẫn đến có thể do việc phương tiện học tập thay đổi đột ngột khiến một số học sinh chưa kịp thích nghi. Khía cạnh “Sự tham gia về hành vi” có điểm trung bình đạt 3,99 đã chứng minh phần lớn học sinh lắng nghe, tập trung, kiên trì, phấn đấu học tập trong lớp học có ứng dụng CNTTATC, điều này trùng khớp với kết quả thu thập từ dữ liệu định tính từ bảng tiêu chí quan sát. Với điểm trung bình đạt 4,10, khía cạnh “Sự tham gia về cảm xúc” là khía cạnh có điểm trung bình cao nhất. Kết quả



đó đã chứng minh việc ứng dụng CNTTATC trong lớp học làm cho phần lớn học sinh tham gia cao về mặt cảm xúc. Học sinh thường xuyên mỉm cười trong lớp học, không khí trở nên sôi nổi khi CNTTATC được ứng dụng. Khía cạnh “Sự tham gia về nhận thức” có điểm trung bình đạt 3,93 chứng tỏ học sinh sẵn sàng tham gia hoạt động học ứng dụng CNTTATC, tập trung giải quyết các vấn đề do giáo viên đặt ra. Với điểm trung bình tổng đạt 3,91, kết quả cho thấy học sinh có sự tham gia cao trong lớp học có CNTTATC. Đây là tín hiệu khả quan trong việc triển khai ứng dụng CNTTATC trong dạy học chủ đề “Chất và sự biến đổi của chất” môn Khoa học tự nhiên lớp 7 nhằm tăng động lực học tập và thành tích của học sinh. Kết quả nghiên cứu này cũng tương đồng với kết quả của (Herpich et al., 2018), khi họ cũng cho rằng CNTTATC có tác động tích cực lên sự tham gia của học sinh.

**Bảng 3.** Thống kê mô tả sự tham gia học sinh trong hoạt động học ứng dụng CNTTATC

| Khía cạnh/ Sự tham gia   | Điểm trung bình | Độ lệch chuẩn | Cronbach's Alpha | Hệ số tương quan biến - tổng |
|--------------------------|-----------------|---------------|------------------|------------------------------|
| Sự tham gia đóng góp     | 3,62            | 0,690         | 0,718            | 0,623                        |
| Sự tham gia về hành vi   | 3,99            | 0,590         | 0,730            | 0,674                        |
| Sự tham gia về cảm xúc   | 4,10            | 0,706         | 0,770            | 0,770                        |
| Sự tham gia về nhận thức | 3,93            | 0,593         | 0,792            | 0,618                        |
| Sự tham gia              | 3,91            | 0,520         | 0,835            |                              |

Bảng 4 trình bày mô tả các biểu hiện của khía cạnh “Sự tham gia đóng góp”. Biểu hiện DG5 - “Em có mong muốn được đề xuất cách để làm lớp học có CNTTATC tốt hơn” có điểm trung bình cao nhất (3,90) cho thấy đa số học sinh có nhu cầu nêu ý kiến để giúp lớp học ứng dụng CNTTATC hoàn thiện hơn. Hai biểu hiện kết quả thấp nhất là DG1 - “Trong lớp học có CNTTATC, em đặt câu hỏi để tìm hiểu bài học” và DG4 - “Trong lớp học có CNTTATC, em sẵn lòng bày tỏ quan điểm của em” với điểm trung bình đạt 3,49 cho thấy việc ứng dụng CNTTATC chưa tác động sâu đến việc đặt câu hỏi tìm hiểu bài học và bày tỏ quan điểm của học sinh.

**Bảng 4.** Thống kê mô tả khía cạnh “Sự tham gia đóng góp”

| TT | Mã hoá | Tần số mức độ |    |    |    |    | Điểm trung bình | Độ lệch chuẩn | Thứ hạng |
|----|--------|---------------|----|----|----|----|-----------------|---------------|----------|
|    |        | 1             | 2  | 3  | 4  | 5  |                 |               |          |
| 1  | DG1    | 1             | 7  | 33 | 16 | 13 | 3,49            | 0,975         | 4        |
| 2  | DG2    | 0             | 5  | 31 | 17 | 14 | 3,60            | 0,906         | 3        |
| 3  | DG3    | 3             | 9  | 21 | 12 | 22 | 3,61            | 1,205         | 2        |
| 4  | DG4    | 0             | 10 | 27 | 17 | 13 | 3,49            | 0,975         | 4        |
| 5  | DG5    | 0             | 4  | 23 | 16 | 24 | 3,90            | 0,971         | 1        |

Đối với khía cạnh “Sự tham gia về hành vi” (xem Bảng 5), biểu hiện HV3 - “Em lắng nghe khi được học những điều mới trong lớp học có CNTTATC” có điểm trung bình cao nhất (4,06). Đa số học sinh đồng ý rằng đã lắng nghe trong lớp học có CNTTATC. Biểu hiện có điểm trung bình thấp nhất là HV2 - “Trong lớp học có CNTTATC, em nỗ lực học tập chăm



chỉ” đạt 3,88. Mặc dù, có điểm trung bình thấp nhất ở khía cạnh hành vi nhưng biểu hiện trên vẫn được thể hiện rõ nét ở đa số học sinh thông qua việc cố gắng giải quyết vấn đề.

**Bảng 5. Thống kê mô tả khía cạnh “Sự tham gia về hành vi”**

| TT | Mã hoá | Tần số mức độ |   |    |    |    | Điểm trung bình | Độ lệch chuẩn | Thứ hạng |
|----|--------|---------------|---|----|----|----|-----------------|---------------|----------|
|    |        | 1             | 2 | 3  | 4  | 5  |                 |               |          |
| 1  | HV1    | 0             | 0 | 20 | 24 | 23 | 4,04            | 0,806         | 2        |
| 2  | HV2    | 1             | 1 | 21 | 26 | 18 | 3,88            | 0,879         | 5        |
| 3  | HV3    | 0             | 3 | 14 | 26 | 24 | 4,06            | 0,868         | 1        |
| 4  | HV4    | 0             | 0 | 24 | 25 | 18 | 3,91            | 0,793         | 4        |
| 5  | HV5    | 1             | 1 | 17 | 24 | 24 | 4,03            | 0,904         | 3        |

Biểu hiện CX4 - “Nhờ sử dụng CNTTATC, em cảm thấy lớp học trở nên vui vẻ” có điểm trung bình cao nhất (4,22) chứng tỏ đa số học sinh cảm thấy CNTTATC đã góp phần giúp lớp học trở nên vui vẻ (xem Bảng 6). Mặc dù biểu hiện CX3 - “Em cảm thấy hiếu kì với kiến thức em được học bằng cách sử dụng CNTTATC” có điểm trung bình thấp nhất (3,99) nhưng vẫn khá cao chứng tỏ đa số học sinh hiếu kì khi được tiếp xúc với CNTTATC.

**Bảng 6. Thống kê mô tả khía cạnh “Sự tham gia về cảm xúc”**

| TT | Mã hoá | Tần số mức độ |   |    |    |    | Điểm trung bình | Độ lệch chuẩn | Thứ hạng |
|----|--------|---------------|---|----|----|----|-----------------|---------------|----------|
|    |        | 1             | 2 | 3  | 4  | 5  |                 |               |          |
| 1  | CX1    | 0             | 1 | 12 | 31 | 23 | 4,13            | 0,757         | 2        |
| 2  | CX2    | 1             | 4 | 15 | 17 | 30 | 4,06            | 1,028         | 3        |
| 3  | CX3    | 1             | 3 | 19 | 17 | 17 | 3,99            | 1,007         | 4        |
| 4  | CX4    | 0             | 2 | 12 | 22 | 31 | 4,22            | 0,850         | 1        |

Bảng 7 cho thấy NT7 - “Trong lớp học có CNTTATC, em cố gắng học để hiểu rõ những kiến thức hơn là học đối phó” là biểu hiện có điểm trung bình cao nhất (4,18). Điều này cho thấy đa số học sinh đồng tình đã cố gắng tìm hiểu các kiến thức hoạt động học mang lại. Biểu hiện NT5 - “Trước khi bắt đầu học với CNTTATC, em nghĩ về những gì mình muốn làm” có điểm trung bình thấp nhất (3,49) nhưng vẫn tương đối ổn định, chứng tỏ CNTTATC có tác động đến việc học sinh suy nghĩ về điều mình muốn làm trước khi tiết học bắt đầu.

**Bảng 7. Thống kê mô tả khía cạnh “Sự tham gia về nhận thức”**

| TT | Mã hoá | Tần số mức độ |   |    |    |    | Điểm trung bình | Độ lệch chuẩn | Thứ hạng |
|----|--------|---------------|---|----|----|----|-----------------|---------------|----------|
|    |        | 1             | 2 | 3  | 4  | 5  |                 |               |          |
| 1  | NT1    | 0             | 2 | 15 | 24 | 26 | 4,10            | 0,855         | 2        |
| 2  | NT2    | 0             | 2 | 18 | 21 | 26 | 4,06            | 0,886         | 3        |
| 3  | NT3    | 0             | 6 | 18 | 15 | 28 | 3,97            | 1,029         | 4        |
| 4  | NT4    | 1             | 0 | 22 | 24 | 20 | 3,93            | 0,876         | 6        |
| 5  | NT5    | 0             | 9 | 30 | 14 | 14 | 3,49            | 0,975         | 8        |
| 6  | NT6    | 0             | 6 | 25 | 18 | 18 | 3,72            | 0,966         | 7        |
| 7  | NT7    | 1             | 1 | 13 | 22 | 30 | 4,18            | 0,903         | 1        |
| 8  | NT8    | 0             | 3 | 21 | 19 | 24 | 3,96            | 0,928         | 5        |

Nhìn chung, hầu hết các biểu hiện đều có độ lệch chuẩn nhỏ hơn 1 thể hiện sự đồng nhất trong mức độ đánh giá. Ngoại trừ biểu hiện DG3 - “Em cho giáo viên biết em thích thú với điều gì trong lớp học CNTTATC”, biểu hiện CX2 - “Em thấy hứng thú khi được sử dụng CNTTATC trong lớp học”, biểu hiện CX3 - “Em cảm thấy hiếu kì với kiến thức em được học bằng cách sử dụng CNTTATC” và biểu hiện NT3 - “Khi học với CNTTATC, em cố gắng tổng hợp các kiến thức của môn học theo cách của em” có độ lệch chuẩn lớn hơn 1 nhưng phần lớn các mức độ đánh giá của các biểu hiện tập trung từ mức bình thường đến mức rất đồng ý.

### 3.3. Kết quả từ quan sát

Trong quá trình thực nghiệm, việc quan sát nhằm ghi nhận những biểu hiện của các học sinh trong hai hoạt động học đã được thực hiện trên hai hoạt động học (Hoạt động 1 - Phân tử, đơn chất, hợp chất; Hoạt động 2 - Liên kết cộng hoá trị). Bảng 8 trình bày kết quả quan sát 11 biểu hiện của học sinh trong hai hoạt động, được thống kê theo 5 mức độ: V - Tất cả học sinh có biểu hiện; IV - Đa số học sinh có biểu hiện; III - Khoảng một nửa học sinh có biểu hiện; II - Một số ít học sinh có biểu hiện; I - Không có học sinh có biểu hiện.

**Bảng 8.** Biểu hiện học sinh thông qua quan sát

| TT                              | Biểu hiện                                                                                | Hoạt động 1 | Hoạt động 2 |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| <b>Sự tham gia đóng góp</b>     |                                                                                          |             |             |
| 1                               | Thể hiện điều thích hoặc không thích qua lời nói.                                        | III         | III         |
| 2                               | Góp ý những vấn đề trực tiếp khi sử dụng CNTTATC trong lớp.                              | I           | II          |
| <b>Sự tham gia về hành vi</b>   |                                                                                          |             |             |
| 3                               | Tập trung trong lớp.                                                                     | IV          | IV          |
| 4                               | Cố gắng sử dụng CNTTATC để hoàn thành nhiệm vụ do giáo viên đặt ra.                      | V           | IV          |
| 5                               | Cố gắng hoàn thành phiếu học tập.                                                        | IV          | IV          |
| <b>Sự tham gia về cảm xúc</b>   |                                                                                          |             |             |
| 6                               | Cảm thấy hào hứng khi được sử dụng CNTTATC.                                              | V           | IV          |
| 7                               | Náo nhiệt, thể hiện sự thi đua với học sinh khác.                                        | IV          | IV          |
| 8                               | Mỉm cười trong lớp học.                                                                  | IV          | IV          |
| <b>Sự tham gia về nhận thức</b> |                                                                                          |             |             |
| 9                               | Kiểm tra tiến độ hoàn thành phiếu học tập.                                               | V           | IV          |
| 10                              | Thực hiện theo kế hoạch và chiến lược trong nhóm dựa trên nhiệm vụ do giáo viên đặt ra.  | IV          | IV          |
| 11                              | Thay đổi phương thức tiếp cận sản phẩm CNTTATC để hoàn thành nhiệm vụ của hoạt động học. | I           | II          |

Nhìn chung, biểu hiện của học sinh ở hai hoạt động tương đối giống nhau khi hầu hết các biểu hiện đều thể hiện cùng mức độ. Kết quả cũng cho thấy đa số học sinh có biểu hiện tích cực trong các hoạt động khi các biểu hiện được quan sát chủ yếu ở mức V, IV, III.

Theo kết quả quan sát, việc ứng dụng CNTTATC trong dạy học có tác động nhiều nhất đến khía cạnh “Sự tham gia về hành vi” và “Sự tham gia về cảm xúc”. Minh chứng cho việc

này là biểu hiện của đa số học sinh tập trung, cố gắng hoàn thành nhiệm vụ của giáo viên và cảm thấy hào hứng, vui vẻ khi được lần đầu được tiếp cận với công nghệ mới. Đối với khía cạnh “Sự tham gia về nhận thức”, học sinh thể hiện ở mức trung bình. Tuy nhiên, học sinh vẫn thể hiện rõ ràng tinh thần học hỏi, thường xuyên trao đổi và theo dõi tiến độ kế hoạch, chiến lược thực hiện đã đề ra. Cuối cùng, khía cạnh “Sự tham gia đóng góp” chưa có nhiều biểu hiện rõ nét ở đa số nhưng vẫn có học sinh trong lớp bày tỏ quan điểm, đặt câu hỏi và nêu mong muốn của học sinh để lớp học ứng dụng CNTTATC được tốt hơn. Như vậy, kết quả quan sát tương đồng với kết quả điều tra bằng bảng hỏi khi đều cho ra kết quả rằng khía cạnh “Sự tham gia đóng góp” không được học sinh thể hiện rõ nét ở học sinh. Trong khi đó, khía cạnh “Sự tham gia về cảm xúc” lại có điểm trung bình chung cao nhất, được thể hiện rõ nét ở đa số học sinh.

Tuy nhiên, nghiên cứu này vẫn còn một số hạn chế do quy mô của nghiên cứu và điều kiện thực nghiệm sư phạm. Một số điểm hạn chế nghiên cứu này có thể kể đến như thời gian tác động chưa đủ dài, kích thước mẫu chưa lớn và nghiên cứu chỉ đánh giá học sinh sau tác động. Ngoài ra, việc tích hợp hai hoạt động ứng dụng CNTTATC vào một kế hoạch bài dạy làm cho sự tác động của từng hoạt động lên học sinh chưa được thể hiện rõ ràng. Trong điều kiện tốt hơn, các nghiên cứu tiếp theo có thể khắc phục những hạn chế trên. Ngoài ra, theo nghiên cứu của Saltan và Arslan (2016), vẫn còn ít nghiên cứu về việc ứng dụng CNTTATC trong dạy học để nâng cao tư duy phản biện, kỹ năng giải quyết vấn đề... so với các nghiên cứu tác động đến hứng thú và kết quả học tập của học sinh. Do đó, các nghiên cứu tiếp theo có thể tiếp tục khám phá hiệu quả của CNTTATC đối với việc phát triển tư duy phản biện, kỹ năng giải quyết vấn đề hoặc các năng lực, phẩm chất khác của học sinh.

#### **4. Kết luận**

Với mục đích khám phá tác động của CNTTATC đối với sự tham gia của học sinh trong hoạt động học thuộc chủ đề khoa học “Chất và sự biến đổi của chất” môn Khoa học tự nhiên lớp 7, kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy tác động tích cực của việc ứng dụng CNTTATC đối với sự tham gia của học sinh. Các kết quả quan sát và điều tra từ bảng hỏi cho thấy học sinh có mức độ tham gia tốt trong các hoạt động học ứng dụng CNTTATC về cả bốn khía cạnh sự tham gia đóng góp, sự tham gia về hành vi, sự tham gia về cảm xúc và sự tham gia về nhận thức. Kết quả thực nghiệm cũng cho thấy, mỗi biểu hiện vẫn có sự khác biệt giữa các hoạt động học. Vì vậy tác động của CNTTATC đối với các loại hoạt động học hoặc đặc điểm nội dung học tập khoa học tự nhiên có thể được tiếp tục nghiên cứu sâu hơn.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Arvanitis, T. N., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalakos, M., & Gialouri, E. (2009). Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(3), 243-250. <https://doi.org/10.1007/s00779-007-0187-7>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoper. Virtual Environ.*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bronack, S. C. (2011). The Role of Immersive Media in Online Education. *The Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113-117. <https://doi.org/10.1080/07377363.2011.583186>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Giang, T. T. T., Andre, J., & Lan, H. H. (2022). Student Engagement: Validating a Model to Unify In-Class and Out-of-Class Contexts. *SAGE Open*, 12(4). <https://doi.org/10.1177/21582440221140334>
- Grubert, J., & Grasset, R. (2013). Augmented Reality for Android Application Development. *Packt Publishing*.
- Herpich, F., Guarese, R. L. M., Cassola, A. T., & Tarouco, L. M. R. (2018). Mobile augmented reality impact in student engagement: An analysis of the focused attention dimension. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence* (pp. 562-567). <https://doi.org/10.1109/CSCI46756.2018.00114>
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6>
- Krause, K., & Coates, H. (2008). Students' Engagement in First-Year University, *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 33(5), 493-505. <https://doi.org/10.1080/02602930701698892>
- Ladd, G. W., & Dinella, L. M. (2009). Continuity and change in early school engagement: Predictive of children's achievement trajectories from first to eighth grade? *Journal of Educational Psychology*, 101(1), 190-206. <https://doi.org/10.1037/a0013153>
- Lee, W., & Reeve, J. (2012). Teachers' estimates of their students' motivation and engagement: being in synch with students, *Educational Psychology. An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 32(6), 727-747. <https://doi.org/10.1080/01443410.2012.732385>
- Ministry of Education and Training. (2018). *Chương trình giáo dục phổ thông. Chương trình tổng thể* [The General Education Curriculum].
- Mustaqim, I. (2016). Pemanfaatan augmented reality sebagai media pembelajaran [Using augmented reality as teaching medium]. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 13(2). <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v13i2.8525>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). The Assessment of Reliability. *Psychometric Theory*, 3, 248-292. New York: McGraw-Hill.
- Prime Minister. (2022). *Quyết định số 131/QĐ-TTg: Phê duyệt đề án “Tăng cường ứng dụng công nghệ thông tin và chuyển đổi số trong giáo dục và đào tạo giai đoạn 2022-2025, định hướng đến năm 2030”* [Decision No 131/QĐ-TTg: The approval of the project “Increasing the application of information technology and digital transformation in education and training for the period 2022-2025, with a vision to 2030”].

- Reeve, J., & Tseng, C. M. (2011). Agency as a fourth aspect of students' engagement during learning activities. *Contemporary Educational Psychology*, 36(4), 257-267. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2011.05.002>
- Saltan, F., & Arslan, Ö. (2016). The use of augmented reality in formal education: A scoping review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 503-520. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00628a>
- Thai, H. M., & Nguyen, M. T. (2020). Ứng dụng công nghệ thực tế tăng cường nhằm nâng cao hứng thú học tập cho học sinh trong dạy học nội dung Hoá học hữu cơ lớp 11 trung học phổ thông [Applying augmented reality to enhance students' interest in learning organic chemistry]. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 17(11), 1970-1983. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.17.11.2848\(2020\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.17.11.2848(2020))
- Vu, T. T. H., Phung, N. L., Nguyen, T. H. M. ., & Dinh, T. T. (2023). Ứng dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường (AR) trong dạy học thí nghiệm khoa học (Khoa học tự nhiên 8) [Applying augmented reality (AR) in teaching science experiments (Science 8)]. *Vietnam Journal of Education*, 23(7), 147-152.
- Wang, Y., Luo, W., Liao, X., & Zhao, P. (2024). Exploring the effect of teacher autonomy support on Chinese EFL undergraduates' academic English speaking performance through the mediation of basic psychological needs and classroom engagement. *Front. Psychol*, 15. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1323713>

**AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN TEACHING  
THE SCIENCE TOPIC “MATTER AND CHANGES OF MATTER”  
IN 7<sup>TH</sup> GRADE: AN EXPLORATORY RESEARCH ON STUDENTS’ ENGAGEMENT**

**Thai Hoai Minh\*, Nguyen Minh Sang,**

**Nguyen Mai Trang, Trieu Quang Minh, Nguyen Minh Tuan**

*Ho Chi Minh City University of Education, Vietnam*

\*Corresponding author: Thai Hoai Minh – Email: minhth@hcmue.edu.vn

Received: February 29, 2024; Revised: April 05, 2024; Accepted: May 10, 2024

**ABSTRACT**

*Augmented reality technology is identified as one of the important technologies that need to be developed in education and training. This research aims to explore its effectiveness in enhancing student engagement when teaching the topic “Matter and changes of matter” in 7<sup>th</sup> grade science. To achieve this purpose, a combination of many different research methods was used, including a literature review, questionnaire, classroom observations, and experiments involving 67 seventh graders. Research results show the positive impact of augmented reality technology on students' engagement in teaching the science topic. Additionally, the results reveal a statistically significant difference in the technology's impact on the engagement of male and female students. The study contributes to strengthening the theoretical foundation of augmented reality technology in education, particularly in fostering students' engagement in science teaching, with a focus on “Matter and changes of matter.”*

**Keywords:** augmented reality; Assemblr Studio; matter and changes of matter; student engagement; science education