

DEVELOPING STUDENTS' NATURAL INQUIRY SKILLS THROUGH THE DESIGN AND USE OF AR PRODUCTS IN TEACHING THE MOLECULE TOPIC - NATURAL SCIENCE GRADE 7

PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC TÌM HIỂU TỰ NHIÊN CHO HỌC SINH THÔNG QUẢ THIẾT KẾ VÀ SỬ DỤNG SẢN PHẨM AR TRONG DẠY HỌC CHỦ ĐỀ “PHÂN TỬ” Ở MÔN KHOA HỌC TỰ NHIÊN 7

Nguyen Mau Duc^{1*} and Do Thi Phuong Anh²

¹Faculty of Chemistry, Hanoi National University of Education, Hanoi city, Vietnam

²Yen My Town Secondary School, Hung Yen province, Vietnam

*Corresponding author: Nguyen Mau Duc, e-mail: nmduc@hnue.edu.vn

Received November 27, 2024.

Revised January 20, 2025.

Accepted January 31, 2025.

Nguyễn Mậu Đức^{1*} và Đỗ Thị Phương Anh²

¹Khoa Hóa học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, thành phố Hà Nội, Việt Nam

²Trường Trung học cơ sở Thị trấn Yên Mỹ, tỉnh Hưng Yên, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Mậu Đức, e-mail: nmduc@hnue.edu.vn

Ngày nhận bài: 27/11/2024.

Ngày sửa bài: 20/1/2025.

Ngày nhận đăng: 31/1/2025.

Abstract. Augmented Reality (AR) technology is one of the groundbreaking achievements in the field of science and technology, allowing users to interact and perform actions with 3D models in a virtual environment. By combining learning from the real world with technological elements, AR has brought about new experiences, fostering creativity, critical thinking, and the ability to engage in self-directed learning for students. In this study, we used the CoSpace Edu software to design four AR products for the topic "Molecules" in the Natural Science curriculum for Grade 7, aiming to develop students' natural inquiry skills. The study was conducted with 186 students across various environments to assess the impact of AR on the development of students' natural inquiry skills before and after exposure. The experimental results show an effect size (ES) of 1.36 and an independent t-test value of $p = 0.7968 \cdot 10^{-5}$, indicating that the impact of AR significantly influences students' cognition and natural inquiry skills. This confirms the effectiveness and feasibility of using AR to develop natural inquiry skills in students through its application in learning Natural Science in Grade 7.

Keywords: Augmented reality (AR) technology, natural inquiry skills, Grade 7 Natural Science.

Tóm tắt. Công nghệ thực tế ảo tăng cường (AR) là một trong những thành tựu đột phá của lĩnh vực khoa học công nghệ, cho phép người dùng có thể thao tác, thực hiện hành động với các mô hình 3D trong môi trường thực tế ảo. Bằng cách kết hợp học tập giữa môi trường thực tế và các yếu tố kỹ thuật công nghệ, AR đã đem lại những trải nghiệm mới mẻ, thúc đẩy sự sáng tạo phát triển, tư duy phân biện và khả năng tìm hiểu tự nhiên cho học sinh. Trong phạm vi nghiên cứu, chúng tôi đã sử dụng phần mềm CoSpace Edu để thiết kế bốn sản phẩm AR cho chủ đề “Phân tử” thuộc chương trình Khoa học Tự nhiên 7 nhằm phát triển năng lực tìm hiểu tự nhiên cho học sinh. Nghiên cứu được thực nghiệm trên 186 học sinh tại các môi trường khác nhau nhằm đánh giá sự ảnh hưởng của AR đến việc phát triển năng lực tìm hiểu tự nhiên của học sinh trước và sau khi tác động. Kết quả thực nghiệm sư phạm cho thấy, giá trị ES = 1,36; giá trị t-test độc lập $p = 0,7968 \cdot 10^{-5}$, chứng tỏ tác động của AR có ảnh hưởng lớn để nhận thức và năng lực tìm hiểu tự nhiên của học sinh. Qua đó, khẳng định được tính hiệu quả và tính khả thi trong việc phát triển năng lực tìm hiểu tự nhiên cho học sinh thông qua ứng dụng AR trong học tập môn trình Khoa học Tự nhiên 7.

Từ khóa: công nghệ thực tế ảo tăng cường (AR), năng lực tìm hiểu tự nhiên, Khoa học Tự nhiên 7.

1. Mở đầu

Công nghệ thực tế ảo tăng cường (AR - Augmented reality) là công nghệ tiên tiến có sự kết hợp giữa yếu tố ảo vào môi trường thực tế, đem lại cho con người những trải nghiệm hấp dẫn, mới mẻ và vô cùng thú vị. Khác với thực tế ảo (VR - Virtual Reality) - một công nghệ cho phép người dùng hòa mình vào môi trường ảo dưới sự can thiệp của máy móc, AR không hoàn toàn thay thế thế giới thật bằng môi trường ảo mà chỉ thêm vào đó một số chi tiết, hình ảnh, âm thanh,... tăng cường sự trải nghiệm ở thế giới thực. Với những tính năng vượt trội, AR đã đem đến những bước đột phá trong mọi lĩnh vực trên thế giới, tiêu biểu có thể kể đến trò chơi “Pokemon go” – trò chơi đã từng gây bão trên mạng xã hội một thời gian dài. Trong lĩnh vực giáo dục, công nghệ thực tế ảo tăng cường đã có những thành tựu to lớn trong việc tối ưu hóa quá trình dạy và học. Những khái niệm phức tạp và trừu tượng được mô tả một cách rõ ràng dưới những hình ảnh 3D và tương tác với thực tế. Điều này đã mở ra một hướng đi mới trong việc dạy học môn Khoa học Tự nhiên (KHTN).

Chương trình Giáo dục phổ thông tổng thể (2018) [1] đã chỉ ra rằng việc ứng dụng công nghệ thông tin vào quá trình dạy học là vô cùng cần thiết trong bối cảnh hiện nay. Bên cạnh đó, ở cấp Trung học cơ sở (THCS), KHTN là một môn học bắt buộc, được tích hợp kiến thức giữa ba phân môn: vật lí, hóa học và sinh học. Học tập môn KHTN cần có sự kết hợp giữa lí thuyết và thực nghiệm. Tuy nhiên, việc thực nghiệm ở cấp THCS còn gặp nhiều khó khăn do điều kiện cơ sở vật chất của trường học chưa đảm bảo yêu cầu thực tế, giáo viên chưa có chuyên môn cao trong việc ứng dụng công nghệ thông tin trong dạy học,... Điều này ảnh hưởng rất lớn đến việc phát triển năng lực tìm hiểu tự nhiên của học sinh. Trong bối cảnh đó, tích hợp AR trong dạy học KHTN là một việc vô cùng cần thiết. Đây là công nghệ có sự kết hợp giữa thực tế ảo và môi trường thực tế, tạo ra sự hứng thú và chú ý cao cho con người [2]. Sự mới lạ của AR sẽ đem đến cho học sinh sự hứng thú cao trong học tập, đồng thời kích thích phát triển tư duy phản biện, sáng tạo của người học, từ đó, tạo tiền đề cho sự phát triển năng lực tìm hiểu tự nhiên (NLHTN) của học sinh. Trong Chương trình Giáo dục phổ thông môn Khoa học Tự nhiên [3] đã chỉ ra rằng NLHTN là một năng lực vô cùng quan trọng trong quá trình học tập môn KHTN. Tuy nhiên, việc phát triển NLHTN của học sinh thông qua ứng dụng sản phẩm AR còn khá mới mẻ và chưa có nhiều nghiên cứu trong dạy học chất và sự biến đổi của chất.

Đứng trước những cơ hội và thử thách đề ra, đã có nhiều nghiên cứu đưa ra nhằm ứng dụng các sản phẩm công nghệ thực tế ảo tăng cường trong dạy học phát triển năng lực học sinh. Ở nghiên cứu “Ứng dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường (AR) trong dạy học phần Hóa Vô cơ 10 nhằm phát triển năng lực tự học của học sinh” của tác giả Nguyễn Mậu Đức và những người đồng nghiên cứu [4], các tác giả đã đưa ra sự khẳng định cho tính hiệu quả của việc ứng dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường trong dạy học phát triển năng lực cho học sinh. Đây chính là mục tiêu hàng đầu được nhà nước và giáo dục quan tâm sâu sắc. Khi nghiên cứu về chủ đề “ Trái đất và Bầu trời” thuộc chương trình môn KHTN 6, Trần Thị Ngọc Ánh và những người đồng sáng tác đã nhận xét rằng đây là một chủ đề bao gồm nhiều kiến thức trừu tượng gây khó khăn cho giáo viên và học sinh, việc sử dụng AR giúp tăng cường trí tưởng tượng và khả năng tìm hiểu thế giới tự nhiên cho học sinh [5]. Trong nghiên cứu của Yildiz, Ezgi Pelin (2022) [6], nghiên cứu đã chỉ ra rằng sinh viên đánh giá cao việc sử dụng các ứng dụng thực tế tăng cường trong giáo dục, đặc biệt trong việc làm cho bài học trở nên thú vị và hấp dẫn. Bên cạnh đó, công nghệ này còn giúp cải thiện tính bền vững trong việc học và nâng cao khả năng sáng tạo của người học. Nghiên cứu đã cho thấy những lợi ích của việc ứng dụng AR trong dạy học chẳng hạn: làm cho bài học trở nên thú vị hơn, tạo sự ghi nhớ tốt hơn cho người học, cải thiện kĩ năng, sáng tạo.

Bài báo này đề cập đến việc nghiên cứu, phát triển NLHTN cho học sinh thông qua thiết kế và sử dụng sản phẩm AR trong dạy học chủ đề “Phân tử” thuộc môn KHTN 7. Qua đó, khẳng định hướng đi mới cho việc nâng cao chất lượng dạy và học môn KHTN ở cấp THCS, đáp ứng những mục tiêu về việc ứng dụng công nghệ thông tin, dạy học phát triển năng lực mà Chương trình Giáo dục phổ thông (2018) đã đề ra.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Ứng dụng AR trong dạy học môn Khoa học Tự nhiên

Những kiến thức về phân tử hóa học vốn rất trừu tượng và gây khó hiểu cho người học. AR chính là một giải pháp tối ưu giúp mô tả những hình ảnh phân tử một cách trực quan và có tiềm năng ứng dụng cao trong học tập thông qua hệ thống thiết bị điện tử [7]. Theo tài liệu [6], Yildiz và Ezgi Pelin (2022) cho rằng: “Công nghệ thực tế ảo tăng cường (AR) cho phép kết hợp các vật thể thật và những thông tin ảo, các thông tin này có thể xếp chồng lên vật thể để tăng sự tương tác của học sinh với môi trường và tạo điều kiện thuận lợi cho việc học”. Môi trường thực tế ảo cho phép lồng ghép các thông tin ảo như chữ viết, hình ảnh, người mẫu 3D, âm nhạc,... trên sự mô phỏng của thế giới thật, từ đó, tạo nên sự tương tác, hỗ trợ giữa hai yếu tố thực và ảo. Có thể thấy, những tính năng của AR vô cùng ưu việt và có thể đem lại lợi ích rất lớn cho giáo dục.

2.1.1. Công nghệ thực tế ảo tăng cường

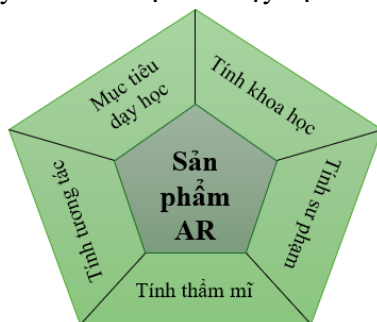
* Một số ứng dụng AR hỗ trợ học tập, dạy học

Với những tính năng ưu việt, công nghệ thực tế ảo tăng cường ngày càng phát triển và có nhiều ứng dụng cho phép thiết kế các sản phẩm AR hỗ trợ học tập và giảng dạy. Có thể kể đến một số ứng dụng như: Mondly AR, Inkhunter, Housecraft,... Trong đó, nhóm nghiên cứu đã tập trung nghiên cứu phát triển các sản phẩm trên nền tảng ứng dụng CoSpeaces Edu.

CoSpeaces Edu là một sản phẩm đặc biệt được thiết kế để hỗ trợ cho sự phát triển của giáo dục. Với sự kết hợp của AR và VR, CoSpeaces cho phép người dùng có thể thao tác, lập trình với các mô hình 3D trên nền tảng. Bên cạnh đó, việc lập trình các câu lệnh trên CoSpeaces không quá phức tạp và đòi hỏi trình độ cao, học sinh và giáo viên đều có thể tham gia vào quá trình xây dựng sản phẩm. Không chỉ vậy, CoSpeaces Edu không hề bị giới hạn bởi các hệ điều hành khác nhau, vì vậy, người dùng có thể dễ dàng truy cập ở bất cứ đâu. Điều này tạo điều kiện rất lớn cho sự thuận lợi trong học tập môn KHTN. Đây chính là lí do nhóm nghiên cứu đã lựa chọn ứng dụng này.

* Nguyên tắc thiết kế sản phẩm AR

Về thiết kế sản phẩm AR, nghiên cứu “Ứng dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường (AR) trong dạy học phần Hóa Vô cơ 10 nhằm phát triển năng lực tự học của học sinh” [4] đã đề xuất 4 nguyên tắc thiết kế AR trong dạy học bao gồm: tính khoa học, tính tương tác, tính sư phạm, tính thẩm mỹ. Tuy nhiên, về việc thiết kế sản phẩm AR ứng dụng trong chủ đề “Phân tử” môn KHTN 7, chúng tôi đề xuất thêm một nguyên tắc về mục tiêu dạy học.



Hình 1. Các nguyên tắc thiết kế sản phẩm AR trong dạy học

Mỗi nguyên tắc sẽ đảm bảo các vị trí và yêu cầu khác nhau nhằm làm cho sản phẩm luôn theo đúng mục đích đề ra và đạt hiệu quả tốt nhất.

- Mục tiêu dạy học: Có thể coi đây là nguyên tắc quan trọng nhất trong việc thiết kế sản phẩm AR. Xác định đúng mục tiêu có thể quyết định xem việc ứng dụng sản phẩm có được hiệu quả hay không. Nội dung của sản phẩm cần phải đảm bảo được các mục tiêu đề ra, từ đó có thể đáp ứng được các yêu cầu cần đạt của bài học khi ứng dụng sản phẩm AR.

- Tính khoa học: Sau khi xác định được chính xác các mục tiêu bài dạy, các thông tin và tri thức có liên quan đến bài học một cách chính xác, chúng ta cần sắp xếp chúng lại theo một trật tự hợp lý, có hệ thống. Các nội dung kiến thức, hình ảnh, các mô hình thí nghiệm 3D cần đảm bảo phù hợp với thực tế. Đảm bảo cho học sinh có thể tiếp thu bài học một cách chính xác, logic, có hệ thống khi áp dụng sản phẩm trong học tập.

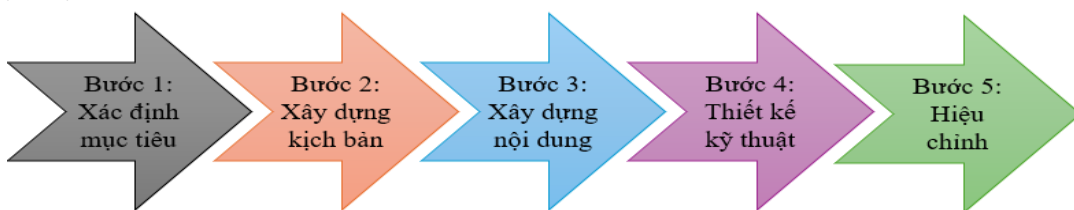
- Tính sư phạm: Các nhiệm vụ đưa ra cần phù hợp với năng lực của người học. Sau khi đã có sự thông thạo về kiến thức, kỹ năng, giáo viên có thể nâng cao độ phức tạp cho các nhiệm vụ và các thao tác của học sinh. Mỗi nhiệm vụ đưa ra cần có câu từ ngắn gọn, dễ hiểu và rõ ràng. Nội dung sản phẩm cần đảm bảo tính mô phạm, tránh các yếu tố phản cảm. Từ đó góp phần phát huy được tính tích cực trong quá trình dạy và học.

- Tính tương tác: Khi ứng dụng sản phẩm AR cần có sự tương tác đa chiều. Giáo viên sẽ là người hỗ trợ hướng dẫn học sinh. Trong khi đó, học sinh có thể tham gia phát biểu ý kiến để chia sẻ quan điểm cũng như thắc mắc của mình. Từ đó làm tăng sự tương tác giữa người dạy và người học, người học với sản phẩm,...

- Tính thẩm mỹ: Trong quá trình thiết kế sản phẩm cần đảm bảo tính thẩm mỹ. Các nội dung phải được thiết kế một cách trực quan, sinh động, màu sắc, đường nét hài hòa nhằm kích thích các giác quan, sự thích thú của học sinh trong quá trình sử dụng sản phẩm AR thực hiện các nhiệm vụ học tập.

*** Quy trình thiết kế sản phẩm AR**

CoSpeaces Edu là một công cụ hoàn toàn phù hợp để thiết kế các sản phẩm AR trong giáo dục. Việc ứng dụng sản phẩm AR vào giảng dạy giúp học sinh thêm hứng thú và hiểu kiến thức một cách sâu sắc hơn. Để đảm bảo những nguyên tắc khi thiết kế sản phẩm AR, giáo viên cần thực hiện theo các bước sau:



Hình 2. Quy trình thiết kế sản phẩm trên CoSpeaces Edu

Quy trình được thực hiện theo 5 bước:

Bước 1: Xác định mục tiêu:

Đây là bước khởi đầu nhưng có vai trò quan trọng trong việc thiết kế sản phẩm AR. Việc xác định mục tiêu có vai trò định hướng cho các bước tiếp theo cũng như định hướng kiến thức mà người học cần tiếp thu và đạt được trong quá trình tham gia hoạt động. Ở đây, người dạy cần phải xác định rõ yêu cầu cần đạt của sản phẩm, từ đó định hướng những việc cần làm và nội dung của bước tiếp theo.

Bước 2: Xây dựng kịch bản:

Sau khi xác định được mục tiêu của sản phẩm, người thiết kế (giáo viên) cần đưa ra kịch bản cơ sở về nội dung, diễn biến, tổ chức hoạt động giảng dạy có ứng dụng sản phẩm AR. Từ đó đưa ra những lựa chọn phù hợp với tiêu chí đề ra.

Bước 3: Xây dựng nội dung:

Dựa trên kịch bản đã được xây dựng, giáo viên sẽ tiến hành xây dựng nội dung chi tiết bao gồm: các lời dẫn, những hình ảnh, mô hình, các câu hỏi,... và sắp xếp các nội dung tìm được theo một thứ tự hợp lý cũng như cách thiết lập hiệu ứng liên kết giữa các nội dung.

Bước 4: Thiết kế kỹ thuật:

Giáo viên lựa chọn công cụ thiết kế phù hợp với nội dung hoạt động đưa ra trong kế hoạch bài dạy, sau đó, tiến hành chèn những nội dung đã được xây dựng và sắp xếp trong bước 3 vào sản phẩm. Cùng lúc đó, giáo viên sẽ tiến hành điều chỉnh các hiệu ứng về màu sắc, kích thước, bố cục, kiểu chữ, sao cho hài hòa, đẹp mắt, thu hút và thiết lập các hiệu ứng động cho đối tượng đề ra.

Bước 5: Hiệu chỉnh:

Sau khi đã hoàn thành 4 bước trên, người thiết kế sẽ tiến hành hiệu chỉnh sản phẩm AR sao cho phù hợp với những yêu cầu và thực tế. Đồng thời phát hiện những sai sót để tiến hành chỉnh sửa những thiết sót của sản phẩm. Giáo viên có thể tham khảo thêm nhiều góp ý để sản phẩm trở nên hoàn thiện hơn.

**** Ưu điểm và thách thức của việc ứng dụng AR trong dạy học***

Công nghệ thực tế ảo tăng cường phát triển đem lại những lợi ích vô cùng to lớn. Tuy nhiên, việc ứng dụng AR trong dạy học vẫn còn khá mới mẻ. Vì vậy, không tránh khỏi những khó khăn khi ứng dụng các sản phẩm AR hỗ trợ học tập. Nhóm nghiên cứu đã liệt kê một số thuận lợi và thách thức của việc ứng dụng AR vào trong giảng dạy như sau:

- Ưu điểm: Ứng dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường trong dạy học với đồ họa tốt, thú vị giúp nâng cao hứng thú học tập của học sinh đối. Cùng với đó, khi áp dụng công nghệ này một cách hợp lý sẽ làm tăng sự thú vị và ấn tượng của bài học làm cho tiết học trở nên thú vị hơn, làm gia tăng hứng thú của người học đối với môn học, học sinh tích cực hơn trong các hoạt động học tập. Không chỉ vậy, AR còn giúp học sinh phát triển các kỹ năng mềm, kích thích sự sáng tạo của học sinh và nâng cao kết quả học tập.

- Thách thức: Việc ứng dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường trong dạy học đem lại rất nhiều lợi ích. Tuy nhiên cũng đặt ra nhiều thách thức:

+ Về cơ sở vật chất: Khi dạy học cần có sự hỗ trợ của các thiết bị công nghệ thông tin như: điện thoại thông minh, máy tính bảng,... Tuy nhiên, do kinh phí lắp đặt thiết bị thông minh cho các đơn vị trường học khá cao và một số nơi không đủ kinh phí để trang bị đầy đủ thiết bị. Vì vậy, dù đang rất phổ biến hiện nay nhưng để người học có đầy đủ thiết bị học tập vẫn còn là một thách thức lớn.

+ Đối với giáo viên: Người dạy cần được trang bị đầy đủ các kiến thức, kỹ năng việc thiết kế cũng như áp dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường để có thể hỗ trợ học sinh kịp thời. Tuy nhiên, các ứng dụng AR còn khá mới mẻ, việc thao tác, thiết kế các sản phẩm AR phức tạp và chưa có nhiều tài liệu hướng dẫn. Điều này đã tạo ra một rào cản đối với sự tiếp cận của giáo viên với việc sử dụng AR hỗ trợ dạy học.

+ Đối với học sinh: Do còn khá mới mẻ nên nhiều học sinh chưa được tiếp xúc và ứng dụng các sản phẩm công nghệ thực tế ảo tăng cường trong học tập. Do đó, sẽ ảnh hưởng rất lớn đến kết quả học tập. Các sản phẩm cần được thiết kế một cách tốt nhất để người học có thể dễ dàng sử dụng, tránh làm ảnh hưởng đến các hoạt động học tập khác.

2.1.2. Năng lực tìm hiểu tự nhiên

Năng lực tìm hiểu tự nhiên (NLHTN) là một trong những năng lực cốt lõi được hình thành trong quá trình học tập môn Khoa học Tự nhiên (KHTN) của học sinh. Trong Chương trình Giáo

đục phổ thông 2018 [1], [3] đã nêu rõ tầm quan trọng của NLHTN đối với người học. Năng lực này được thể hiện thông qua việc “thực hiện được một số kỹ năng cơ bản để tìm hiểu, giải thích sự vật hiện tượng trong tự nhiên và đời sống. Chứng minh được các vấn đề trong thực tiễn bằng các dẫn chứng khoa học” [8].

Khi nghiên cứu về việc phát triển NLHTN cho học sinh, chúng tôi nhận thấy đây còn là một năng lực khá mới và chưa có nhiều bộ công cụ hỗ trợ đánh giá sự phát NLHTN cho học sinh. Vì vậy cần một thang đo với các tiêu chí cụ thể để đánh giá được NLHTN của học sinh một cách rõ ràng. Tại đây, nhóm nghiên cứu đã tổng hợp và đề xuất bộ các tiêu chí và mức độ đánh giá nhằm đánh giá NLHTN của học sinh khi ứng dụng những sản phẩm AR trong chủ đề “Phân tử” môn KHTN 7. Dưới đây là bảng tổng hợp các tiêu chí và mức độ đánh giá năng lực tìm hiểu tự nhiên của học sinh.

Bảng 1. Tiêu chí và các mức độ đánh giá năng lực tìm hiểu tự nhiên của học sinh

TT	Tiêu chí đánh giá		Mức độ đánh giá (Mức độ tăng dần từ 1 đến 3)		
			Mức 1 (1 điểm)	Mức 2 (2 điểm)	Mức 3 (3 điểm)
1	Đề xuất vấn đề, đặt câu hỏi cho vấn đề.	1. Nhận ra và đặt được câu hỏi liên quan đến vấn đề và phân tích bối cảnh để đề xuất được vấn đề nhờ kết nối tri thức và kinh nghiệm đã có và dùng ngôn ngữ của mình để biểu đạt vấn đề đã đề xuất thông qua quá trình sử dụng sản phẩm AR.	Dựa vào quan sát sản phẩm AR, đưa ra một vấn đề cơ bản liên quan đến phân tử và liên kết hóa học.	Dựa vào quan sát sản phẩm AR, đưa ra một vấn đề cụ thể liên quan đến phân tử và liên kết hóa học và đặt ít nhất 1 câu hỏi cơ bản liên quan đến vấn đề.	Dựa vào quan sát sản phẩm AR, đưa ra một vấn đề cụ thể liên quan đến phân tử và liên kết hóa học, đặt ít nhất 1 câu hỏi chi tiết liên quan đến vấn đề và phân tích bối cảnh để đề xuất được vấn đề nhờ kết nối tri thức và kinh nghiệm đã có và dùng ngôn ngữ của mình để biểu đạt vấn đề đã đề xuất
2	Đưa ra phán đoán và xây dựng giả thuyết.	2. Dựa vào những thông tin trên sản phẩm AR, phân tích vấn đề để nêu được phán đoán và xây dựng và phát biểu được giả thuyết cần tìm hiểu.	Dựa vào những thông tin trên sản phẩm AR, chưa đưa ra được phân tích cơ bản về phân tử, đơn chất, hợp chất và liên kết hóa học.	Dựa vào những thông tin trên sản phẩm AR, đưa ra phân tích cơ bản về phân tử, đơn chất, hợp chất và liên kết hóa học.	Dựa vào những thông tin trên sản phẩm AR, đưa ra phân tích cơ bản về phân tử, đơn chất, hợp chất và liên kết hóa học, đưa ra được phán đoán và phát biểu được một số khái niệm về phân tử, đơn chất, hợp chất và liên kết hóa học.

3	Lập kế hoạch thực hiện.	3. Tìm hiểu các nội dung về phân tử, đơn chất, hợp chất và liên kết hóa học: Xây dựng được khung nội dung và lập được kế hoạch triển khai tìm hiểu.	Tham khảo được khung nội dung và chưa lập được kế hoạch tìm hiểu về phân tử và liên kết hóa học.	Xây dựng được khung nội dung một cách cơ bản nhưng chưa tối ưu và chưa lập được kế hoạch tìm hiểu về phân tử và liên kết hóa học.	Xây dựng được khung nội dung một cách chi tiết và lập được kế hoạch tìm hiểu về phân tử và liên kết hóa học một cách chi tiết và có tính khoa học.
4	Thực hiện kế hoạch.	4. Tìm hiểu nội dung phân tử, đơn chất, hợp chất và liên kết hóa học thông qua sản phẩm AR và các tài liệu tham khảo.	Tìm hiểu thông qua các tài liệu tham khảo và ứng dụng AR không theo trình tự và logic.	Thực hiện về tìm hiểu phân tử và liên kết hóa học một cách chính xác thông qua các sản phẩm AR và tài liệu tham khảo.	Thực hiện về tìm hiểu phân tử và liên kết hóa học một cách chính xác và có sự liên hệ thông qua các sản phẩm AR và tài liệu tham khảo.
5	Viết, trình bày báo cáo và thảo luận về nội dung phân tử, đơn chất, hợp chất và liên kết hóa học.	5. Sử dụng được ngôn ngữ, hình vẽ, sơ đồ, biểu bảng để biểu đạt quá trình và kết quả tìm hiểu.	Chưa biểu đạt được quá trình và kết quả về nội dung phân tử, đơn chất, hợp chất và liên kết hóa học.	Biểu đạt được quá trình và kết quả một cách cơ bản về nội dung phân tử, đơn chất, hợp chất và liên kết hóa học.	Biểu đạt được quá trình và kết quả một cách chi tiết về nội dung phân tử, đơn chất, hợp chất và liên kết hóa học.
		6. Viết được báo cáo sau quá trình tìm hiểu.	Chưa viết được báo cáo.	Viết được báo cáo một cách cơ bản.	Viết được báo cáo một cách logic, khoa học.
		7. Hợp tác được với đối tác bằng thái độ lắng nghe tích cực và tôn trọng quan điểm, ý kiến đánh giá.	Không lắng nghe thành viên trong nhóm.	Lắng nghe các thành viên trong nhóm nhưng chưa tích cực.	Lắng nghe các thành viên trong nhóm một cách tích cực, thảo luận và điều chỉnh.
6	Ra quyết định và đề xuất ý kiến.	8. Thông qua sản phẩm AR, đưa ra được quyết định và đề xuất ý kiến giải thích cấu trúc của phân tử và các liên kết hóa học của phân tử đó.	Học sinh chỉ có thể nhận diện được các phân tử cơ bản mà không thể giải thích được cấu trúc.	Học sinh có thể giải thích một số khái niệm cơ bản về cấu trúc phân tử.	Học sinh có khả năng giải thích chi tiết các đặc điểm cấu trúc phân tử và mối liên hệ giữa chúng.

2.2. Minh họa một số sản phẩm AR ứng dụng (CoSpeaces Edu) trong dạy học chủ đề “Phân tử” ở môn Khoa học Tự nhiên 7

2.2.1. Một số sản phẩm CoSpeaces Edu hỗ trợ học tập.

Mặc dù ứng dụng của AR đã bao phủ lên toàn bộ các lĩnh vực, nhưng trong giáo dục, việc sử dụng sản phẩm AR nhằm hỗ trợ học tập vẫn còn là một bài toán mới cần nghiên cứu. Tại đây, nhóm nghiên cứu đã đưa ra một số sản phẩm AR được thiết kế trên nền tảng ứng dụng CoSpeaces Edu trong việc hỗ trợ dạy học Bài 4: *Phân tử, đơn chất, hợp chất* và Bài 5: *Giới thiệu về liên kết hóa học* thuộc Chủ đề 3: “Phân tử” ở môn Khoa học Tự nhiên 7 được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Danh sách sản phẩm AR đã thiết kế

TT	Tên sản phẩm	Tên chủ đề (Bài học)	Link sản phẩm
1	Khám phá ngôi nhà phân tử.	Bài 4: Phân tử, đơn chất, hợp chất.	https://edu.cospaces.io/GGS-CDF
2	Giải mã thế giới tự nhiên.	Bài 4: Phân tử, đơn chất, hợp chất.	https://edu.cospaces.io/YJT-YBC
3	Tìm hiểu lớp học liên kết.	Bài 5: Giới thiệu về liên kết hóa học.	https://edu.cospaces.io/EEV-DEA
4	Tham gia câu lạc bộ hóa học.	Bài 5: Giới thiệu về liên kết hóa học.	https://edu.cospaces.io/ZRS-XTC

Mỗi sản phẩm có một nội dung khác nhau liên quan đến kiến thức bài học. Việc học tập thông qua sản phẩm AR tạo cho học sinh một sự kích thích và mong muốn được chinh phục kiến thức. Bên cạnh đó, việc thao tác với các mô hình 3D giúp nâng cao những kỹ năng mềm của học sinh, từ đó hỗ trợ cho việc phát triển NLTHTN cho người học ở cấp THCS.

2.2.2. Ví dụ minh họa ứng dụng AR trong dạy học Bài 4 - *Phân tử, đơn chất, hợp chất* với Chủ đề “Phân tử” ở môn Khoa học Tự nhiên 7

Tại đây, nhóm nghiên cứu mô tả một số hoạt động học có sử dụng AR trong học tập. Trong bài báo, chúng tôi lấy ví dụ minh họa một hoạt động ứng dụng AR với sản phẩm “Khám phá ngôi nhà phân tử”. Tiến trình hoạt động như sau:

*** Hoạt động hình thành kiến thức mới**

- *Mục tiêu:*


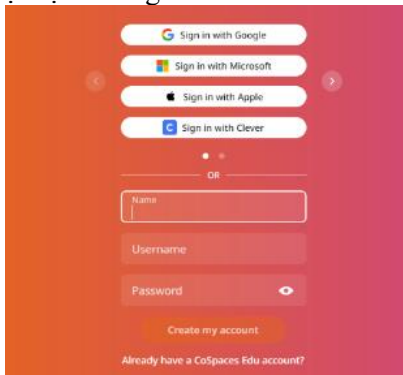
- + Nêu được khái niệm phân tử.
- + Tính được khối lượng phân tử theo đơn vị amu.
- + Thông qua sản phẩm AR, đưa ra phán đoán câu trả lời cho vấn đề được đưa ra.
- + Trao đổi, thảo luận và lập kế hoạch báo cáo kết quả hoạt động phiếu bài tập.
- + Đưa ra nhận xét, kết luận luận cho vấn đề học tập.

- *Nội dung:* Giáo viên tổ chức trò chơi “Khám phá ngôi nhà phân tử”.

- *Sản phẩm:* Kết quả báo cáo của học sinh.

- *Tổ chức thực hiện:*

Bảng 3. Tiến trình hoạt động của giáo viên và học sinh trong hoạt động hình thành kiến thức

Chuyển giao nhiệm vụ học tập	Thực hiện nhiệm vụ và báo cáo kết quả
GV yêu cầu học sinh chia thành 9 nhóm, mỗi nhóm có 5 học sinh. Học sinh được phép sử dụng các thiết bị điện tử.	HS tiến hành chia nhóm theo yêu cầu của giáo viên và chuẩn bị thiết bị để tham gia học tập.
<p>GV chia sẻ cho học sinh liên kết để tham gia hoạt động thông qua mã QR, link truy cập hoặc mã code.</p>  <p>GV yêu cầu học sinh khám phá phần mềm, đồng thời chú ý quan sát các bức tranh trong những căn phòng và hoàn thiện phiếu học tập. Hoạt động sẽ diễn ra trong 15 phút.</p>	<p>HS tiến hành mở phần mềm CoSpaces và truy cập vào game. Trò chơi sẽ bắt đầu khi có hiệu lệnh của giáo viên.</p> 
GV quan sát các nhóm học sinh trải nghiệm trò chơi AR, đồng thời theo dõi việc học sinh thực hiện kế hoạch tìm hiểu các kiến thức đưa ra trong phiếu học tập số 1 và hỗ trợ, giải đáp thắc mắc của học sinh trong quá trình hoạt động.	Học sinh trải nghiệm phần mềm theo nhóm, cùng nhau tìm hiểu các bức tranh trong mỗi căn phòng, đưa ra phán đoán và giải đáp các câu hỏi/bài tập Hóa học trong trò chơi AR “Khám phá ngôi nhà phân tử” và hoàn thiện phiếu học tập số 1.
GV yêu cầu học sinh cất điện thoại, sau đó yêu cầu học sinh báo cáo và nhận xét chéo đáp án của phiếu học tập số 1 (gọi học sinh trả lời câu hỏi), sau đó GV chuẩn hóa kiến thức.	Học sinh cất điện thoại, trả lời câu hỏi trong trò chơi và ghi chép lại vào vở.

*** Hoạt động luyện tập**

- *Mục tiêu:* Củng cố kiến thức về khái niệm phân tử, đơn chất, hợp chất và phân loại đơn chất, hợp chất.

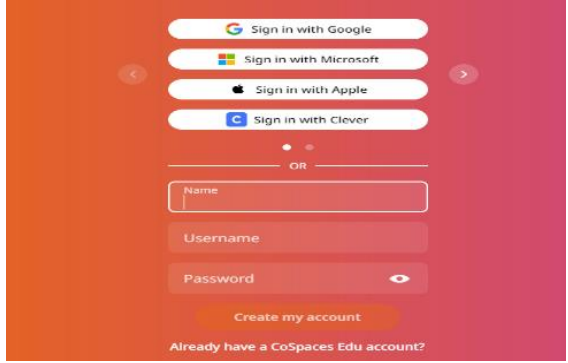
- *Nội dung:* Giáo viên tổ chức trò chơi “Giải mã tự nhiên”.

- *Sản phẩm:* Câu trả lời của học sinh.

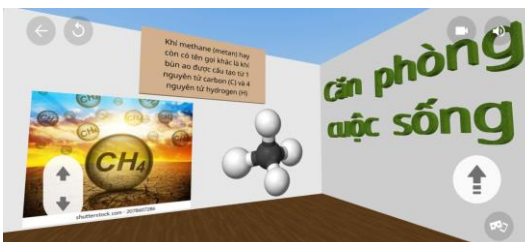
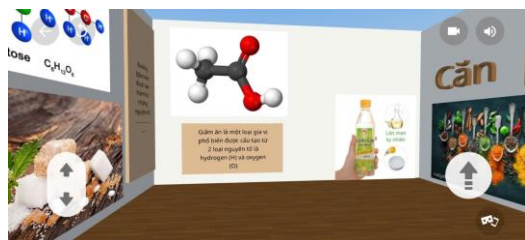
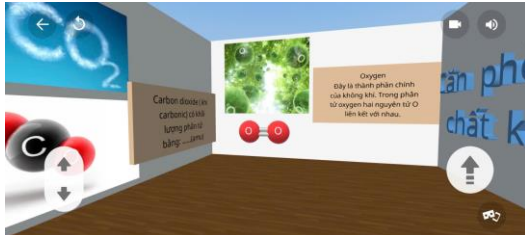
- *Tổ chức thực hiện:*

Bảng 4. Tiến trình hoạt động của giáo viên và học sinh trong hoạt động luyện tập

Chuyển giao nhiệm vụ học tập	Thực hiện nhiệm vụ và báo cáo kết quả
GV yêu cầu học sinh giữ nguyên các nhóm trong hoạt động trước. Mỗi nhóm cử ra một thư kí và ghi lại kết quả hoạt động của nhóm. Học sinh sử dụng thiết bị điện tử để hoàn thành nhiệm vụ.	HS giữ nguyên nhóm hoạt động và chuẩn bị thiết bị để tham gia hoạt động học tập.

<p>Học sinh tham gia hoạt động thông qua mã QR, link truy cập hoặc mã code. Hoạt động sẽ diễn ra trong 10 phút. Link truy cập: https://edu.cospaces.io/YJT-YBC</p> <p>GV yêu cầu học sinh khám phá phần mềm, đồng thời suy nghĩ và trả lời các câu đố đưa ra.</p> <p>Nhóm hoàn thành trước và có nhiều đáp án đúng nhất sẽ giành chiến thắng.</p>	<p>HS truy cập vào phần mềm CoSpaces thông qua mã QR, code hoặc link truy cập do giáo viên cung cấp. Đợi hiệu lệnh của giáo viên và bắt đầu hoạt động.</p> 
<p>GV quan sát các nhóm học sinh trải nghiệm trò chơi AR, hỗ trợ nếu học sinh gặp khó khăn. Đồng thời kiểm tra quá trình hoạt động của học sinh.</p>	<p>Học sinh trải nghiệm phần mềm theo nhóm, cùng nhau giải đáp các câu hỏi/bài tập Hóa học trong trò chơi AR “Giải mã tự nhiên” và thông báo kết quả làm việc sau khi kết thúc hoạt động.</p>
<p>GV yêu cầu học sinh cất điện thoại, sau đó tổng hợp lại kết quả làm việc giữa các nhóm, sau đó nhận xét và rút ra kết luận.</p>	<p>Học sinh cất điện thoại và ghi chép lại những kiến thức quan trọng vào vở.</p>

*** Một số hình ảnh trong trò chơi**



Khám phá ngôi nhà phân tử



Giải mã thế giới tự nhiên

Hình 3. Một số hình ảnh minh họa trò chơi từ các sản phẩm AR

Việc sử dụng những sản phẩm AR trong bài học giúp tăng hiệu quả học tập và tạo sự thú vị cho cả quá trình học tập. Những mô hình 3D, hình ảnh trực quan, sinh động giúp cho học sinh có những cái nhìn rõ nét về nội dung bài học. Từ đó gia tăng khả năng suy luận và tư duy logic góp phần giúp học sinh phát triển năng lực tìm hiểu tự nhiên.

2.3. Thục nghiệm

Để đánh giá được tính khả thi và hiệu quả của vấn đề nghiên cứu, quá trình dạy học ứng dụng AR trong môn KHTN được diễn ra trong năm học 2024 - 2025 và thực nghiệm tại 2 trường THCS: Trường THCS Đoàn Thị Điểm và Trường THCS Thị trấn Yên Mỹ thuộc địa bàn huyện Yên Mỹ, tỉnh Hưng Yên. Tại mỗi trường, nhóm nghiên cứu sẽ lựa chọn hai lớp học có số lượng học sinh và trình độ học tập tương đương nhau. Một lớp sẽ được áp dụng phương pháp dạy học tích hợp AR để tiến hành thực nghiệm, trong khi lớp còn lại sẽ học theo phương pháp truyền thống để làm lớp đối chứng. Kết quả thực nghiệm sẽ được đánh giá đa chiều qua quá trình quan sát, đánh giá của giáo viên; quá trình tự đánh giá của học sinh và đánh giá qua bài kiểm tra.

Bảng 5. Danh sách các lớp thực nghiệm và các lớp đối chứng

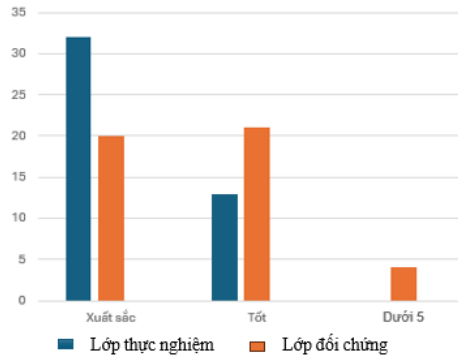
Trường THCS	Lớp thực nghiệm	Số HS	Lớp đối chứng	Số HS	GV tham gia THSP
THCS Đoàn Thị Điểm	7A	45	7B	45	Nguyễn Thùy Dương
THCS TT Yên Mỹ	7K2	48	7K3	48	Đỗ Thị Phương Anh

Trước khi bắt đầu quá trình thực nghiệm, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát tính phổ biến của công nghệ thực tế ảo tăng cường và tình hình phát triển NLHTN của học sinh ở 2 môi trường thực nghiệm. Kết quả khảo sát cho thấy công nghệ thực tế ảo tăng cường còn rất mới đối với giáo viên và học sinh. Hầu hết, các đối tượng khảo sát đều chưa bao giờ hoặc lần đầu tiên nghe về ứng dụng AR, một số ít đã từng nghe qua nhưng chưa từng tiếp xúc với công nghệ thực tế ảo tăng cường và việc ứng dụng AR trong học tập môn KHTN. Đối với việc phát triển NLHTN rất được chú trọng nhưng không quá khả quan do các điều kiện khách quan. Vì vậy, khi thực nghiệm sư phạm, học sinh có sự hứng thú cao trong việc thực hiện các hoạt động học tập. Khi được quan sát và tìm hiểu về các phân tử, đơn chất, hợp chất và các loại liên kết hóa học thông qua phần mềm CoSpeaces Edu các em rất hào hứng và nhận xét rằng phần mềm rất mới lạ, các hình ảnh 3D giúp học sinh có thể hình dung kiến thức một cách dễ dàng và ghi nhớ tốt hơn. Những kiến thức trừu tượng, khó hình dung cũng được mô tả một cách rõ ràng. Sau khi kết thúc các hoạt động học tập, giáo viên cho học sinh tiến hành làm một bài kiểm tra trắc nghiệm khách quan và thống kê lại kết quả học tập của học sinh. Kết quả thống kê được thể hiện tại Bảng 6.

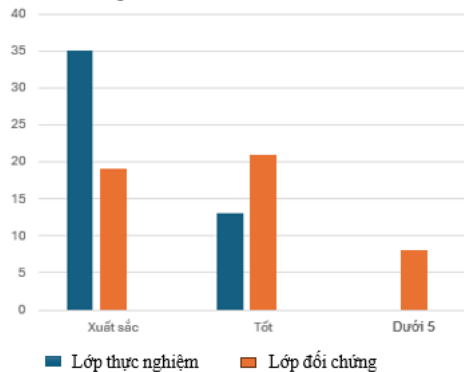
Bảng 6. Thống kê điểm số của học sinh sau khi kết thúc thực nghiệm

Thời gian	Điểm số	7A (Lớp thực nghiệm)	7B (Lớp đối chứng)	7K2 (Lớp thực nghiệm)	7K3 (Lớp đối chứng)
Trước thực nghiệm	Xuất sắc (từ 8,5 - 10)	18	15	15	12
	Tốt (từ 6,5 - 8)	22	24	24	25
	Trung bình, khá (dưới 5)	5	6	9	11
Sau thực nghiệm	Xuất sắc (từ 8,5 - 10)	32	20	35	19
	Tốt (từ 6,5 - 8)	13	21	13	21
	Trung bình, khá (dưới 5)	0	4	0	8

Kết quả thống kê cho thấy, điểm số của học sinh tại các lớp thực nghiệm có sự cải thiện đáng kể. Tổng số học sinh đạt điểm 9 và 10 cao, chiếm 3/4 số học sinh mỗi lớp thực nghiệm và không có học sinh nào dưới mức điểm trung bình, phổ điểm chung có sự cải thiện đáng kể. Bên cạnh đó, học sinh có thể phân loại chính xác về phân tử, đơn chất và chỉ ra các loại liên kết hóa học. Đối với lớp đối chứng, mặc dù học sinh đã đạt được những yêu cầu cần thiết của bài học nhưng vẫn còn khá lúng túng trong việc trả lời những câu hỏi liên quan đến nội dung kiến thức. Điều này cho thấy việc ứng dụng công nghệ AR (CoSpeaces Edu) vào trong dạy học đã đạt kết quả tốt.

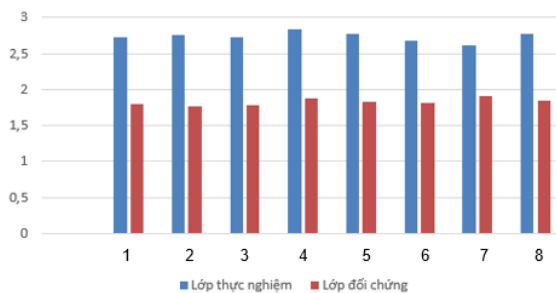


Hình 4. Biểu đồ thể hiện điểm bài kiểm tra lớp thực nghiệm và đối chứng tại Trường THCS Đoàn Thị Điểm



Hình 5. Biểu đồ thể hiện điểm bài kiểm tra lớp thực nghiệm và đối chứng tại Trường THCS Thị trấn Yên Mỹ

Bên cạnh đó, sau khi kết thúc quá trình thực nghiệm, chúng tôi tiến hành đánh giá sự phát triển NLTHTN của học sinh với các mức độ và tiêu chí đánh giá được thể hiện trong Bảng 1. Mỗi tiêu chí gồm 3 mức độ đánh giá khác nhau nhằm phân vùng khả năng tìm hiểu tự nhiên của người học. Điểm số được thể hiện trên mỗi tiêu chí là trung bình cộng kết quả đánh giá của giáo viên với học sinh và học sinh tự đánh giá. Số liệu cụ thể được thể hiện trong Bảng 7.



Hình 6. Biểu đồ kết quả đánh giá năng lực tìm hiểu tự nhiên của học sinh

Bảng 7. Kết quả tổng hợp đánh giá năng lực tìm hiểu tự nhiên của học sinh

Các tiêu chí	Lớp thực nghiệm				Lớp đối chứng				
	Số HS đạt điểm			Điểm TB tiêu chí	Số HS đạt điểm			Điểm TB tiêu chí	
	1	2	3		1	2	3		
1	10	35	48	2,73	51	30	12	1,79	
2	9	35	49	2,76	53	28	12	1,77	
3	14	27	52	2,73	52	29	12	1,78	
4	7	32	54	2,84	49	28	16	1,87	
5	10	31	52	2,78	50	29	14	1,83	
6	12	35	46	2,68	49	32	12	1,82	
7	16	32	45	2,62	47	28	18	1,91	
8	10	32	51	2,77	48	31	14	1,85	
Điểm TB NLHTN của lớp TN				2,74	Điểm TB NLHTN của lớp ĐC				1,83
Độ lệch chuẩn của lớp TN				0,60	Độ lệch chuẩn của lớp ĐC				0,67
Phép kiểm chứng t-test : $p = 0,7968.10^{-5}$									
Mức độ ảnh hưởng ES = 1,36									

Kết quả khảo sát cho thấy năng lực tìm hiểu tự nhiên của học sinh dưới sự hỗ trợ của AR có sự phát triển đáng kể. Tại các lớp thực nghiệm, số lượng học sinh đạt mức 2 và 3 tăng lên đáng kể. Bên cạnh đó, ở lớp đối chứng, việc đảm bảo các tiêu chí về năng lực tìm hiểu tự nhiên của học sinh không quá cao. Phần lớn học sinh đều đạt mức 1, một số ít đạt mức 2 và 3. Biểu đồ ở Hình 6 đã thể hiện rõ ràng sự chênh lệch về việc phát triển NLHTN giữa lớp đối chứng và lớp thực nghiệm. Các kết quả trên không phải là sự phát triển ngẫu nhiên mà do tác động trong quá trình học tập đem lại. Điều này được chứng minh thông qua kết quả giá trị t -test (p) nhỏ hơn 5% và giá trị ES trung bình.

Khi đánh giá sự phát triển NLHTN của học sinh đối với lớp thực nghiệm so với lớp đối chứng, nhóm nghiên cứu đã tiến hành đánh giá một các khoa học thông qua nhiều kênh đánh giá khác nhau như kết quả bài kiểm tra, quan sát quá trình học tập của học sinh, tiến hành khảo sát ý kiến người học và đánh giá phân tích sản phẩm học tập của học sinh. Trong đó, kết quả kiểm tra của các nhóm học sinh là một nguồn thông tin quan trọng để đánh giá được tính hiệu quả của nghiên cứu. Đây là có thể coi là kết quả tổng hợp sau khi người học trải qua một quá trình thực nghiệm. Bên cạnh đó, các phương pháp đánh giá khác như phỏng vấn, quan sát, ... giúp củng cố thêm kết quả nghiên cứu đưa ra từ đó tạo cái nhìn khách quan cho vấn đề được nghiên cứu.

Đứng trước công nghệ mới, các em vẫn còn nhiều lúng túng trong thao tác nhưng rất nhanh đã sử dụng thành thạo và có trải nghiệm tốt với các sản phẩm hỗ trợ học tập. Bên cạnh đó, học sinh còn được rèn luyện khả năng quan sát, tư duy logic, tính cẩn thận, ... giúp phát triển những kỹ năng của bản thân. Việc được quan sát những mô hình phân tử 3D và việc hình thành các liên kết giữa phân tử giúp học sinh có những cái nhìn trực quan và cụ thể, tạo sự phát triển năng lực tìm hiểu tự nhiên của học sinh nói riêng, đồng thời phát triển những năng lực chung và năng lực đặc thù của người học nói chung.

3. Kết luận

Bài báo đã trình bày cơ sở lý luận và tầm quan trọng của việc ứng dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường trong việc dạy học phát triển năng lực tìm hiểu tự nhiên của học sinh. Bài báo cũng đề xuất bộ tiêu chí với các mức độ đánh giá nhằm đánh giá NLTHTN của học sinh khi ứng dụng những sản phẩm AR và đưa ra ví dụ minh họa ứng dụng AR trong dạy học Bài 4 - *Phân tử, đơn chất, hợp chất* với Chủ đề “Phân tử” ở môn Khoa học Tự nhiên 7. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc sử dụng AR trong lớp học không chỉ làm cho bài giảng trở nên hấp dẫn hơn mà còn giúp học sinh duy trì kiến thức lâu dài và phát triển các kỹ năng sáng tạo cần thiết. Những kết quả này đóng góp quan trọng vào việc cải tiến phương pháp giảng dạy truyền thống, mở ra tiềm năng mới trong việc áp dụng công nghệ để nâng cao hiệu quả học tập. Việc tích hợp AR trong dạy học chủ đề phân tử đã đem lại những kết quả tích cực, khẳng định sự hiệu quả và tính khả thi của phương án nghiên cứu. Kết quả thực nghiệm cho thấy học sinh có sự cải thiện rất lớn trong việc nhận thức và khả năng tìm hiểu tự nhiên. Từ đó, khẳng định được sự phát triển NLTHTN của người học sau khi kết thúc quá trình thực nghiệm. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu sẽ hứa hẹn sẽ tiếp tục khám phá các phương pháp ứng dụng công nghệ hiện đại vào giảng dạy, nhằm tối ưu hóa quá trình học tập và phát triển toàn diện cho học sinh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Giáo dục & Đào tạo, (2018). Chương trình Giáo dục phổ thông tổng thể (Ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục & Đào tạo).
- [2] Yunqiang C, Qing W, Hong C, Xiaoyu S, Hui T & Mengxiao T, (2019). An overview of augmented reality technology. *Journal of Physics: Conference Series* 1237(2019)022082. Doi: 10.1088/1742-6596/1237/2/022082.
- [3] Bộ Giáo dục & Đào tạo, (2018). Chương trình Giáo dục phổ thông môn Khoa học Tự nhiên (Ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26/12/2018 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục & Đào tạo).
- [4] NM Đức, PT Hữu, TT Tươi, LDB Khanh, VH Hường & NG Khánh, (2023). Ứng dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường (AR) trong dạy học phần Hóa Vô cơ 10 nhằm phát triển năng lực tự học của học sinh. *Tạp chí Khoa học Giáo dục Trường Đại học Sư Phạm Hà Nội*, 68(2A), 201-212, DOI: 10.18173/2354-1075.2023-0052.
- [5] TTN Ánh, NTT Trang, NTT Hoài, (2023). Đề xuất quy trình sử dụng công nghệ thực tế ảo tăng cường (AR) trong dạy học chủ đề “Trái đất và Bầu trời” (Khoa học Tự nhiên 6). *Tạp chí Giáo dục*, 23(23), 24-29.
- [6] Ezgi PY, (2022). Augmented Reality Applications in Education: Arloopa Application Example. *Higher Education Studies*, Canadian Center of Science and Education, 2(2), 47-53.
- [7] Irwansyah FS, Yusuf YM, Farida I & Ramdhani MA, (2017). Augmented reality (AR) technology on the Android Operating System in chemistry learning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 288(2017)012068. Doi: 10.1088/1757-899X/288/1/012068.
- [8] VC Nghi, (2024). Xây dựng công cụ đánh giá Năng lực tìm hiểu khoa học tự nhiên của học sinh ở trường trung học cơ sở. *Tạp chí Giáo dục: Nghiên cứu và ứng dụng*, 2(309), 264-266.