

**APPLYING AUGMENTED REALITY  
(AR) IN TEACHING “CHEMICAL  
BONDING” CONTENT TO ENHANCE  
COGNITIVE COMPETENCE  
IN CHEMISTRY**

Pham Ngoc Son<sup>1</sup>, Dang Thi Thuan An<sup>2</sup>,  
Vu Thi Thu Hoai<sup>3,\*</sup> and Pham Hong Bac<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Training and Management Student Services  
Department, Hanoi Metropolitan University,  
Hanoi city, Vietnam*

<sup>2</sup>*Faculty of Chemistry, University of Education,  
Hue University, Hue city, Vietnam*

<sup>3</sup>*Faculty of Education, University of Education,  
Vietnam National University, Hanoi city, Vietnam*

<sup>4</sup>*Vietnam Education Publishing House,  
Hanoi city, Vietnam*

\*Corresponding author: Vu Thi Thu Hoai,  
e-mail: [hoaiytt@vnu.edu.vn](mailto:hoaiytt@vnu.edu.vn)

Received October 4, 2024.

Revised January 20, 2025.

Accepted January 31, 2025.

**Abstract.** Augmented reality (AR) has improved teaching and learning quality. This study focuses on the application of AR in teaching chemical bonding content to enhance students' cognitive competence in chemistry through visual and interactive learning experiences. The study includes a lesson design based on the flipped classroom model, using the QuimiAR application to assist students in observing molecular structures and chemical bonds. Experimental results with 89 seventh-grade students at Duyen Thai Secondary School in Hanoi revealed that the group using AR showed significant improvements in test scores and manifestations of chemical cognitive competence, as well as their ability to apply knowledge to solve learning problems. The study affirms the potential of AR in innovating teaching methods, especially in teaching abstract chemical concepts, contributing to achieving the goal of competency-based education in chemistry teaching.

**Keywords:** Augmented Reality (AR), chemical cognitive competence, Chemistry.

**ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ THỰC TẾ ẢO  
TĂNG CƯỜNG (AR) TRONG DẠY HỌC  
NỘI DUNG “LIÊN KẾT HOÁ HỌC”  
NHẪM NÂNG CAO NĂNG LỰC  
NHẬN THỨC HOÁ HỌC**

Phạm Ngọc Sơn<sup>1</sup>, Đặng Thị Thuận An<sup>2</sup>,  
Vũ Thị Thu Hoài<sup>3,\*</sup> và Phạm Hồng Bắc<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Phòng Quản lý Đào tạo và Công tác Học sinh  
Sinh viên, Trường Đại học Thủ đô Hà Nội,  
thành phố Hà Nội, Việt Nam*

<sup>2</sup>*Khoa Hoá học, Trường Đại học Sư phạm Huế,  
Đại học Huế, thành phố Huế, Việt Nam*

<sup>3</sup>*Khoa Sư phạm, Trường Đại học Giáo dục, Đại học  
Quốc gia Hà Nội, thành phố Hà Nội, Việt Nam*

<sup>4</sup>*Nhà Xuất bản Giáo dục Việt Nam,  
thành phố Hà Nội, Việt Nam*

\*Corresponding author: Vũ Thị Thu Hoài,  
e-mail: [hoaiytt@vnu.edu.vn](mailto:hoaiytt@vnu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 27/10/2024.

Ngày sửa bài: 20/1/2025.

Ngày nhận đăng: 31/1/2025.

**Tóm tắt.** Công nghệ thực tế tăng cường (AR) góp phần cải thiện chất lượng dạy học. Nghiên cứu này tập trung ứng dụng AR trong dạy học nội dung “Liên kết hoá học” nhằm nâng cao năng lực nhận thức hoá học của học sinh thông qua các trải nghiệm học tập trực quan và tương tác. Nghiên cứu bao gồm thiết kế bài học theo mô hình lớp học đảo ngược, sử dụng ứng dụng QuimiAR để hỗ trợ học sinh trong việc quan sát cấu trúc phân tử và liên kết hoá học. Kết quả thực nghiệm trên 89 học sinh lớp 7 ở Trường Trung học cơ sở Duyen Thái, Hà Nội cho thấy nhóm học sinh sử dụng AR có sự cải thiện đáng kể về điểm số kiểm tra và các biểu hiện của năng lực nhận thức hoá học, khả năng vận dụng kiến thức vào giải quyết vấn đề học tập. Nghiên cứu khẳng định tiềm năng của AR trong đổi mới phương pháp dạy học, đặc biệt trong giảng dạy các khái niệm hoá học trừu tượng, góp phần thực hiện mục tiêu dạy học phát triển năng lực của học sinh trong dạy học hoá học.

**Từ khóa:** Thực tế ảo tăng cường (AR), năng lực nhận thức hoá học, Hoá học.

## 1. Mở đầu

Trong bối cảnh đổi mới giáo dục Việt Nam, Chương trình Giáo dục phổ thông 2018 định nghĩa năng lực là khả năng vận dụng kiến thức, kinh nghiệm, kĩ năng, thái độ và sở thích một cách hiệu quả vào các tình huống thực tiễn [1]. Đối với môn Hoá học, việc hình thành và phát triển năng lực nhận thức hoá học, khám phá thế giới tự nhiên dưới góc nhìn hoá học và ứng dụng kiến thức, kĩ năng vào cuộc sống được xem là mục tiêu quan trọng [2]. Tuy nhiên, phương pháp dạy học truyền thống, với đặc trưng là thuyết giảng và ghi nhớ kiến thức, thường chưa thực sự khuyến khích học tập tích cực và phát triển tư duy phản biện cho học sinh [3].

Để nâng cao năng lực nhận thức hoá học, nhiều nghiên cứu đã tập trung vào ứng dụng công nghệ trong dạy học. Kozma (2003) và Dori & Belcher (2005) đã chứng minh hiệu quả của mô phỏng máy tính và phòng thí nghiệm ảo trong việc cung cấp trải nghiệm thực hành, giúp học sinh hiểu rõ hơn về bản chất và tính chất của các chất, cũng như các hiện tượng hoá học phức tạp [4], [5]. Gần đây, nhiều nghiên cứu cho thấy việc sử dụng phần mềm mô phỏng 3D trong dạy học hoá học hữu cơ có thể giúp học sinh hình dung, thao tác với cấu trúc phân tử và phản ứng hoá học, từ đó phát triển năng lực hoá học. Nghiên cứu khác cũng khẳng định rằng các công cụ này hỗ trợ học sinh hiểu sâu hơn các khái niệm trừu tượng, nâng cao khả năng nhận thức [6]-[8].

Công nghệ thực tế tăng cường (AR) đang nổi lên như một giải pháp đầy tiềm năng trong giáo dục, mang đến những trải nghiệm học tập mới mẻ và hiệu quả. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng AR có tác động tích cực đến việc học tập các môn khoa học, bao gồm cả bậc Tiểu học [9], [10], mở ra tiềm năng ứng dụng rộng rãi ở các cấp học cao hơn. Việc sử dụng mô phỏng AR trên máy tính và điện thoại thông minh giúp cải thiện đáng kể kết quả học tập so với phương pháp truyền thống, bởi AR cho phép học sinh quan sát trực quan các hiện tượng vi mô khó quan sát trong thực tế, đồng thời tạo cầu nối giữa các quan sát vĩ mô và các hiện tượng hoá học ở cấp độ vi mô thông qua việc hình dung và tương tác với cấu trúc hoá học [11]. Một nghiên cứu thực nghiệm đã chứng minh rằng ứng dụng AR giúp tăng cường kiến thức cho học sinh, thể hiện qua điểm số cao hơn trong bài kiểm tra khái niệm sau bài học và bài kiểm tra chuyên giao kiến thức. Ngoài ra, AR còn được chứng minh là có khả năng nâng cao động lực học tập của học sinh.

Trong lĩnh vực dạy học hoá học, AR được ứng dụng để tăng cường sự hiểu biết về các khái niệm trừu tượng, chẳng hạn như cấu trúc phân tử và liên kết hoá học. AR không chỉ hỗ trợ học sinh hình dung rõ hơn về mối quan hệ không gian giữa các phân tử và lí thuyết, mà còn nâng cao nhận thức về các kiến thức và khái niệm trừu tượng thông qua quá trình khám phá và hướng dẫn [12]-[14].

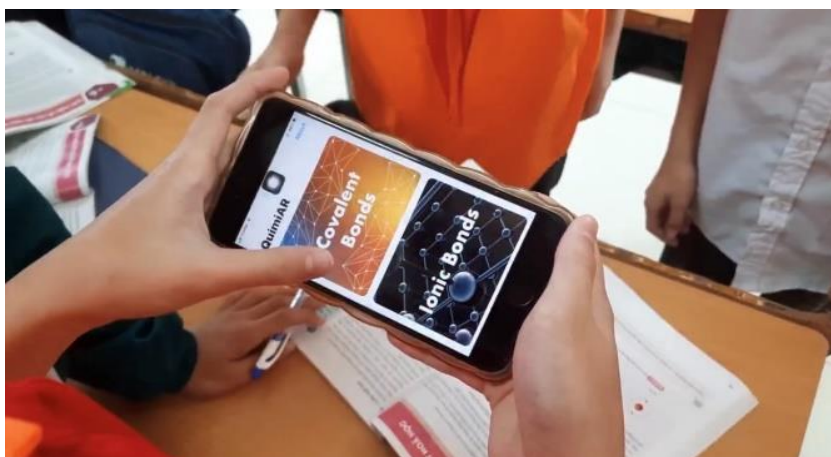
Trên cơ sở đó, nghiên cứu này sử dụng phần mềm QuimiAR để thiết kế các video mô phỏng về liên kết hoá học của các phân tử nhằm kiểm chứng tiềm năng của AR: mang đến những trải nghiệm học tập mới mẻ, trực quan và tương tác làm tăng sự tham gia của học sinh vào bài học, nâng cao hiểu biết của họ về thành phần phân tử chất và quá trình liên kết hoá học. Sử dụng mô phỏng AR giúp học sinh hiểu rõ hơn về quá trình hình thành liên kết hoá học, từ đó nhận thức rõ ràng hơn về tính chất của vật chất và các biến đổi hoá học, giúp học sinh chủ động khám phá kiến thức thông qua việc tương tác với các mô phỏng cấu trúc phân tử AR.

## 2. Nội dung nghiên cứu

### 2.1. Ứng dụng QuimiAR

QuimiAR là một ứng dụng thực tế tăng cường được phát triển để giúp người dùng học hoá học một cách hấp dẫn và hiệu quả (Hình 1). Ứng dụng này tạo ra các mô hình 3D của các phân tử hoá học, cho phép người dùng tương tác trực tiếp với chúng. Nó được thiết kế đặc biệt để phục vụ mục đích nghiên cứu, giảng dạy và học về cấu trúc nguyên tử, thành phần phân tử và liên kết

hoá học. QuimiAR không đòi hỏi người dùng phải có kiến thức về lập trình hoặc thiết kế. Việc sử dụng trở nên dễ dàng hơn khi người dùng chỉ cần chọn phân tử mà họ muốn quan sát từ cơ sở dữ liệu của ứng dụng để quan sát.



Hình 1. Giao diện của ứng dụng QuimiAR

## 2.2. Sử dụng QuimiAR trong dạy học



Ứng dụng này cung cấp hai phương thức sử dụng chính sau:





**Sử dụng trực tiếp:** Học sinh có thể tải xuống ứng dụng QuimiAR từ App Store hoặc Google Play Store và sử dụng trực tiếp trên thiết bị di động. Giao diện của QuimiAR được chia thành hai nhóm chính: Liên kết cộng hoá trị và Liên kết ion. Học sinh có thể lựa chọn nhóm liên kết và phân tử hoá học cụ thể để quan sát, từ đó thực hiện các hoạt động học tập theo yêu cầu của giáo viên, chẳng hạn như trả lời câu hỏi, làm bài tập, tham gia thảo luận nhóm.

**Sử dụng mô phỏng 3D:** Giáo viên có thể sử dụng QuimiAR để xây dựng các mô phỏng 3D minh họa quá trình hình thành liên kết hoá học trong các phân tử cụ thể. Các mô phỏng này sẽ bao gồm các giai đoạn: mô tả cấu trúc nguyên tử tham gia liên kết (bao gồm cả electron hoá trị), mô tả quá trình hình thành liên kết (quá trình trao đổi electron trong liên kết ion, quá trình chia sẻ electron trong liên kết cộng hoá trị), mô tả cấu trúc phân tử sau khi hình thành liên kết,...

Trên cơ sở đó, nghiên cứu này tập trung vào việc ứng dụng AR trong dạy học nội dung “Liên kết hoá học”, nhằm tạo hứng thú học tập, mang đến những trải nghiệm học tập mới mẻ, trực quan và tương tác, giúp học sinh chủ động khám phá kiến thức. Sử dụng mô phỏng AR để hiểu rõ hơn về quá trình hình thành liên kết hoá học, từ đó nhận thức rõ ràng hơn về tính chất của vật chất và các biến đổi hoá học, phát triển khả năng quan sát, phân tích, tư duy logic và giải quyết vấn đề thông qua việc tương tác với các mô hình AR. Danh mục các mô phỏng chúng tôi thiết kế được cung cấp trong Bảng 1.

Bảng 1. Danh mục mô phỏng

TT	Phân tử	Link	Mã QR
1	Nước	<a href="https://youtu.be/2WREbw5-IyI">https://youtu.be/2WREbw5-IyI</a>	
2	Ozone	<a href="https://youtu.be/X4270aptUI8">https://youtu.be/X4270aptUI8</a>	

3	Ethylene	<a href="https://youtu.be/XvzThTjHU4o">https://youtu.be/XvzThTjHU4o</a>	
4	Sodium chloride	<a href="https://youtu.be/4dNRK5Qgouc">https://youtu.be/4dNRK5Qgouc</a>	
5	Mage oxide	<a href="https://youtu.be/oobWWtx4D44">https://youtu.be/oobWWtx4D44</a>	
6	Copper(II) chloride	<a href="https://youtu.be/LwZzAO-PwDU">https://youtu.be/LwZzAO-PwDU</a>	

### 2.3. Sử dụng AR trong dạy học nội dung “Liên kết hoá học”

Chúng tôi đề xuất phương án xây dựng một bài học với chủ đề "Liên kết hoá học". Mục tiêu của bài học là cho học sinh: trình bày một mô hình về sắp xếp electron trong vỏ nguyên tử của một số khí hiếm; mô tả quá trình hình thành liên kết cộng hoá trị theo nguyên tắc chia sẻ electron để hoàn thành vỏ electron của khí hiếm; mô tả quá trình hình thành liên kết ion theo nguyên tắc trao đổi electron để hoàn thành vỏ electron của khí hiếm và nhận biết sự khác biệt trong một số tính chất vật lí (trạng thái, độ tan, nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi,...) giữa hợp chất ion và các hợp chất cộng hoá trị. Bài học sử dụng phương pháp theo mô hình lớp học đảo ngược, trong đó các bài học được bổ sung bằng các mô phỏng về liên kết hoá học và ứng dụng QuimiAR. Học sinh cũng sử dụng các thiết bị bổ sung như máy tính, điện thoại thông minh, máy tính bảng,... để học tập.

Giai đoạn 1, học trực tuyến: Học sinh sử dụng bảng danh mục các mô phỏng trên nền tảng AR về liên kết hoá học do giáo viên cung cấp để tự học tại nhà thông qua tài liệu học và hoàn thành các phiếu học tập. Học sinh tự lập kế hoạch cho việc tự học và hoàn thành các nhiệm vụ theo yêu cầu. Ở giai đoạn này, giáo viên có thể cung cấp cho học sinh các *links* liên kết, ngoài các danh mục mô phỏng trong Bảng 1 ở trên để học sinh dùng điện thoại di động tự xây dựng các mô phỏng AR của các phân tử khác để hiểu rõ hơn về sự phân cắt và hình thành liên kết hoá học.

Giai đoạn 2, học trực tiếp: Giáo viên tổ chức các hoạt động để triển khai bài học trong lớp học. Các hoạt động khởi đầu được thực hiện thông qua các câu hỏi hướng dẫn như "Tại sao các nguyên tử 'kết hợp' được với nhau? Có những loại 'kết hợp' nào giữa các nguyên tử?" Đánh giá cá nhân về kết quả tự học được thực hiện: học sinh báo cáo kết quả tự học sử dụng các phiếu học tập. Giáo viên trả lời các câu hỏi của học sinh và tóm tắt nội dung của bài học.

Giai đoạn 3, học trực tuyến: Giáo viên giao nhiệm vụ cho học sinh củng cố và áp dụng kiến thức của mình bằng cách sử dụng khái niệm về liên kết hoá học để giải thích các tính chất khác nhau của các chất.

*Ví dụ:* Hãy quan sát các thông tin trong bảng sau và giải thích sự khác nhau về tính chất của sodium chloride (NaCl - muối ăn) và ethylene C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> trên cơ sở đặc điểm về liên kết hoá học của hai hợp chất.

Tính chất vật lí	Sodium chloride (NaCl)	Ethylene C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Trạng thái tự nhiên.	Rắn.	Khí.
Tính tan trong nước.	Dễ tan.	Không tan trong nước.
Điểm sôi.	Cao (1.413°C).	Thấp (-103.7°C).
Tính dễ bay hơi.	Khó bay hơi ở nhiệt độ thường.	Rất dễ bay hơi.
Tính dẫn điện trong dung dịch.	Dẫn điện khi tan trong nước.	Không dẫn điện.
Khả năng cháy.	Không cháy.	Là khí dễ cháy.

Trên cơ sở quan sát các mô phỏng 3D được xây dựng sẵn trong Bảng 1, học sinh dễ dàng sử dụng các kiến thức về liên kết ion và cộng hoá trị của hai hợp chất này để giải thích sự khác biệt về tính chất của hai hợp chất trên. Kết quả thực nghiệm bước đầu đánh giá việc kết hợp các câu hỏi khám phá có hướng dẫn sau khi cho học sinh sử dụng các mô phỏng AR ảnh hưởng tốt đến sự giải thích của học sinh về các mối quan hệ cấu trúc-tính chất trong các hợp chất ion và cộng hoá trị. Để đánh giá năng lực nhận thức hoá học của học sinh, nghiên cứu thiết kế Rubrics đánh giá năng lực và bài kiểm tra.

#### 2.4. Xác định thành phần của năng lực nhận thức hoá học

Nghiên cứu này xác định năng lực nhận thức hoá học mà học sinh cần đạt được khi học về liên kết hoá học, bao gồm: học sinh nhận biết kiến thức cơ bản về cấu trúc chất; quá trình hoá học; một số chất hoá học cơ bản và sự chuyển hoá hoá học. Mức độ tư duy của năng lực nhận thức hoá học ở mỗi tiêu chí được định lượng với bốn mức độ của thang đo đánh giá mức độ tư duy của Boleslaw Niemierko (Bảng 2).

**Bảng 2. Thang đo đánh giá mức độ tư duy**

Mức độ tư duy	Mô tả
Nhớ lại/Nhận biết	Học sinh nhớ lại các khái niệm cơ bản và có thể phát biểu hoặc nhận biết chúng khi được nhắc nhở.
Hiểu	Học sinh hiểu các khái niệm cơ bản và có thể áp dụng chúng khi được trình bày tương tự như cách giáo viên dạy hoặc như các ví dụ điển hình của chúng trong lớp học.
Áp dụng (Mức độ thấp)	Học sinh có thể hiểu các khái niệm ở mức độ "hiểu" cao hơn, tạo ra các kết nối logic giữa các khái niệm cơ bản và có thể áp dụng chúng để tổ chức lại thông tin được trình bày tương tự như bài giảng của giáo viên hoặc trong sách giáo khoa.
Áp dụng (Mức độ cao)	Học sinh có thể sử dụng các khái niệm môn học hoặc chủ đề để giải quyết các vấn đề mới, không giống với những vấn đề đã học hoặc được trình bày trong sách giáo khoa nhưng phù hợp khi giải quyết với các kỹ năng và kiến thức được dạy ở mức độ nhận thức này. Đây là những vấn đề tương tự như những tình huống mà học sinh sẽ gặp phải bên ngoài lớp học.

Trên cơ sở khung năng lực nhận thức hoá học của học sinh cần đạt được sau khi sử dụng công nghệ AR trong dạy học chủ đề “Liên kết hoá học”, nhóm nghiên cứu xác định năng lực nhận thức hoá học bao gồm năm tiêu chí. Các tiêu chí này được sử dụng để thiết kế Rubric đánh giá năng lực nhận thức hóa học theo phiếu đánh giá theo tiêu chí và đề kiểm tra, bao gồm:

- Tiêu chí 1 (C1): Nhận biết và nêu tên của các vật thể, sự kiện, khái niệm hoặc quá trình hoá học.
- Tiêu chí 2 (C2): Trình bày các sự kiện, đặc điểm, vai trò của các vật thể, khái niệm hoặc quá trình hoá học.
- Tiêu chí 3 (C3): Mô tả các vật thể bằng hình thức bằng lời nói, viết, công thức, sơ đồ, biểu đồ và bảng.
- Tiêu chí 4 (C4): So sánh, phân loại và lựa chọn các vật thể, khái niệm hoặc quá trình hoá học theo các tiêu chí khác nhau.
- Tiêu chí 5 (C5): Giải thích và lập luận về mối quan hệ giữa các vật thể, khái niệm hoặc quá trình hoá học (cấu trúc - tính chất, nguyên nhân-kết quả, v.v.).

Áp dụng cụ thể trong dạy học phần liên kết hoá học, chúng tôi xây dựng bảng tiêu chí đánh giá năng lực nhận thức cho dạy học nội dung này và được trình bày tại Bảng 3.

**Bảng 3. Bảng tiêu chí đánh giá năng lực nhận thức hoá học phần liên kết hoá học**

Mã hoá	Tiêu chí
C1	Nêu được khái niệm về liên kết hoá học (liên kết ion, liên kết cộng hoá trị ...).
C2	Nhận biết được hợp chất có liên kết ion, hợp chất có liên kết cộng hoá trị ...).
C3	Liệt kê được đặc điểm của hợp chất có liên kết ion, hợp chất có liên kết cộng hoá trị. Công thức cấu tạo các hợp chất ion, công thức cấu tạo các hợp chất cộng hoá trị.
C4	So sánh và giải thích được tính chất vật lí; Tính chất hoá học đặc trưng của các hợp chất ion, hợp chất cộng hoá trị; So sánh được khả năng phản ứng của các hợp chất.
C5	Kiểm chứng được tính chất đặc trưng của hợp chất ion, hợp chất cộng hoá trị bằng các dữ liệu thực nghiệm.

## 2.5. Đánh giá năng lực nhận thức hoá học thông qua bài kiểm tra

Để đánh giá năng lực nhận thức hoá học của học sinh, các tiêu chí đã được cụ thể hoá để phù hợp với nội dung được dạy. Chúng tôi đã tiến hành đánh giá năng lực nhận thức hoá học của học sinh thông qua các bài kiểm tra, mỗi bài gồm 10 câu hỏi. Các câu hỏi được trình bày dưới dạng trắc nghiệm khách quan, với sự phân bố các mức độ như sau: Mức độ 1: Nhớ lại/Nhận biết 40%; Mức độ 2: Hiểu 30%; Mức độ 3: Áp dụng mức độ thấp 20%; Mức độ 4: Áp dụng mức độ cao 10%. Tất cả các bài kiểm tra đều được học sinh thực hiện thông qua Google Forms trong thời gian 15 phút.

*Link bài kiểm tra 1:*

<https://forms.gle/XVTTMPsA8erDzicy8>



*Link bài kiểm tra 2:*

<https://forms.gle/Kp5rci9tYvJA5m5x5>



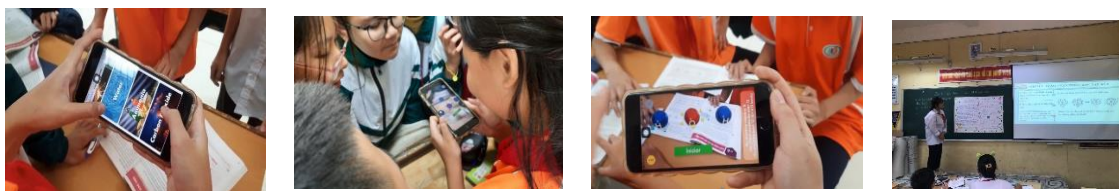
## 2.6. Tiến hành thực nghiệm

Chúng tôi đã tiến hành thực nghiệm trên hai lớp 7A, 7B ở Trường Trung học cơ sở Duyên Thái, Hà Nội năm học 2023 - 2024, các giáo viên của trường được giới thiệu tham gia thực nghiệm có các tiêu chí tương đồng về năng lực. Chúng tôi chọn ngẫu nhiên một trong hai lớp làm nhóm thực nghiệm, lớp còn lại làm nhóm đối chứng. Nhóm thực nghiệm gồm 44 học sinh lớp 7A. Nhóm đối chứng gồm 45 học sinh lớp 7B. Cả hai lớp đều được dạy theo kế hoạch bài học do chúng tôi thiết kế, sử dụng phương pháp lớp học đảo ngược, với nhóm thực nghiệm sử dụng ứng dụng AR, còn nhóm đối chứng không sử dụng công nghệ AR. Một bài kiểm tra trước tác động, sử dụng chung cho cả hai lớp, được giáo viên thực hiện. Bài kiểm tra được thực hiện online, gồm 10 câu hỏi trắc nghiệm liên quan đến nội dung liên kết hoá học, một chủ đề đang được dạy học trên lớp theo chương trình của nhà trường. Chúng tôi thiết kế các kế hoạch dạy học khác nhau cho mỗi nhóm, với nhóm thực nghiệm sử dụng ứng dụng AR trong quá trình học tập. Các bài kiểm tra sau tác động được thực hiện sau khi hoàn thành kế hoạch dạy học, bao gồm 10 câu hỏi liên quan đến kiến thức đã học, sử dụng chung cho cả hai lớp. Kết quả kiểm tra được phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS và được trình bày trong Bảng 4.

**Bảng 4. Bảng các tham số đặc trưng 2 bài kiểm tra**

Lớp	TN 7A - Lần 1	ĐC 7B - lần 1	TN 7A - Lần 2	ĐC 7B - Lần 2
Điểm TB	7,0	6,1	7,3	6,1
Phương sai	2,58	2,58	1,93	2,96
Độ lệch chuẩn	1,60	1,60	1,39	1,72
Hệ số biến thiên	22,96%	26,31%	19,01%	28,39%
SMD	0,55		0,73	
giá trị p	0,01061		0,0003539	

Kết quả các bài kiểm tra theo mẫu cặp đôi cho thấy có sự khác biệt rõ rệt về điểm số giữa hai lần kiểm tra ở nhóm thực nghiệm, với điểm số trung bình các bài kiểm tra thứ hai sau tác động cao hơn bài kiểm tra số 1 (7,3 và 7,0); Độ phân tán quanh giá trị trung bình (độ lệch chuẩn) của các bài kiểm tra ở lớp thực nghiệm ở lần kiểm tra đều thấp hơn lớp đối chứng, điều này chứng tỏ chất lượng lớp thực nghiệm đồng đều hơn lớp đối chứng. Sự khác biệt này được chứng minh thêm ở tham số p là có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ), cho thấy việc sử dụng ứng dụng AR có thể đã tác động tích cực đến kết quả học tập của nhóm thực nghiệm. Giá trị mức độ ảnh hưởng ES là 0,55 và 0,73 đều lớn hơn 0,5 (thuộc khoảng 0,51 - 0,93), ảnh hưởng của các biện pháp mà luận văn đề xuất trung bình và lớn (theo tiêu chí Cohen). Phân tích này chứng tỏ giả thuyết rằng ứng dụng AR có thể là một công cụ hỗ trợ học tập hiệu quả, góp phần nâng cao kết quả học tập của học sinh.



**Hình 2. Một số hình ảnh học sinh lớp thực nghiệm**

### 3. Kết luận

Nghiên cứu này nhấn mạnh tiềm năng đột phá của công nghệ AR trong việc nâng cao năng lực nhận thức hoá học và khắc phục những hạn chế của phương pháp dạy học truyền thống. Thông qua việc sử dụng các công cụ dựa trên AR như ứng dụng QuimiAR, học sinh có thể hình dung và tương tác với các khái niệm hoá học phức tạp như cấu trúc phân tử và liên kết hoá học theo cách mà các phương pháp truyền thống không thể đạt được. Việc tích hợp AR mang lại trải nghiệm học tập trực quan và hấp dẫn hơn, cho phép học sinh kết nối hiệu quả giữa các quan sát vĩ mô và hiện tượng vi mô.

Kết quả nghiên cứu cho thấy nhóm học sinh thực nghiệm, những người sử dụng AR trong quá trình học tập, đã có sự cải thiện điểm số kiểm tra sau tác động một cách đáng kể về mặt thống kê so với nhóm đối chứng. Điều này cho thấy AR có hiệu quả trong việc giúp học sinh hiểu sâu hơn và ghi nhớ tốt hơn các kiến thức về liên kết hoá học. Ngoài ra, tính chất nhập vai và tương tác của AR còn giúp duy trì sự hứng thú của học sinh với môn học, khuyến khích sự tham gia chủ động và động lực khám phá kiến thức. Không chỉ cải thiện kết quả học tập, nghiên cứu còn chỉ ra rằng AR hỗ trợ phát triển các kỹ năng tư duy bậc cao. Thông qua việc tương tác với các mô hình phân tử 3D và các mô phỏng về quá trình hình thành liên kết ion, liên kết cộng hoá trị, học sinh nâng cao khả năng phân tích, tổng hợp và vận dụng kiến thức để giải quyết các vấn đề phức tạp. Những kỹ năng này được thể hiện rõ qua khả năng giải thích các tính chất của chất về trạng thái, tính tan, nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi,... và nêu mối liên hệ giữa cấu trúc và tính chất của các chất hoá học. Khả năng hiển thị trực quan và tính tương tác của AR đặc biệt phù hợp với việc giảng dạy các chủ đề về khái niệm, cấu trúc phân tử và liên kết cũng như sự biến đổi của các liên kết khi các chất tham gia phản ứng hoá học.

Nghiên cứu khẳng định rằng AR là một công cụ đột phá trong dạy học khoa học tự nhiên, mở ra hướng đi hiện đại hóa phương pháp dạy học và nâng cao hiệu quả học tập. Mặc dù nghiên cứu đã chứng minh những lợi ích tức thời của AR trong một môi trường lớp học có kiểm soát, các nghiên cứu tiếp theo nên tập trung vào khả năng nhân rộng, tác động dài hạn và sự kết hợp AR với các phương pháp giáo dục khác. AR hứa hẹn sẽ là một hướng đi đầy triển vọng cho đổi mới giáo dục ở Việt Nam và các quốc gia khác.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Giáo dục & Đào tạo, (2018). Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT. *Chương trình Giáo dục phổ thông. Chương trình tổng thể.*
- [2] PN Sơn, (2008). Mô phỏng trong dạy học hoá học ở trường Trung học phổ thông. *Tạp chí Giáo dục*, 204, 27-30.
- [3] TH Minh & HM 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. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 17(11), 1859-3100.
- [4] Kozma R, (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for scientific understanding. *Learning and Instruction*, 13(2). Doi: 10.1016/S0959-47520200021-X.
- [5] Dori YJ & Belcher J, (2005). How does technology-enabled active learning affect undergraduate students' understanding of electromagnetism concepts? *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 243-279, Apr. 2005. Doi: 10.1207/s15327809jls1402\_3.



- [6] Vu TTH, Pham NS, Vo VDE & Nguyen MD, (2023). Using 3D molecular structure simulation to develop chemistry competence for Vietnamese students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2300. Doi: 10.29333/ejmste/13345.
- [7] Vu TTH, Pham NS, Nguyen MD, Ta TT, Pham TKG, Pham TH, Nguyen TKT & Pham GB, (2024). The Current State of Virtual Reality and Augmented Reality Adoption in Vietnamese Education: A teacher’s perspective on teaching natural sciences. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(3), 476-485, 2024. Doi: 10.18178/ijiet.2024.14.3.2068.
- [8] PN Sơn, NH Đình & NT Sửu, (2010). Sử dụng phần mềm Adobe flash thiết kế một số mô phỏng hóa học hữu cơ ở trường trung học phổ thông. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, 55(8), 37-45.
- [9] Fearn, W & Hook J, (2023). A service design thinking approach: What are the barriers and opportunities of using Augmented Reality for primary science education? *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 329-351. Doi: 10.3926/jotse.1394.
- [10] Jdaitawi M *et al.*, (2023). The importance of augmented reality technology in Science Education: A scoping review. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(9), 956-963. Doi: 10.18178/ijiet.2022.12.9.1706.
- [11] NQ Linh & TQ Hiệu, (2023). 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. *Tạp chí Giáo dục*, 23(21), 7-11, (Online). Available: <https://goeco.link/pSMfy>.
- [12] Rana K, Sharma B, Sarkar S & Choudhary SR, (2021). When virtuality merges with reality. *SRM Journal of Research in Dental Sciences*, 12(3), 161-167. Doi: 10.4103/srmjrds.srmjrds\_9\_21.
- [13] Huang KT, Ball C, Francis J, Ratan R, Boumis J & Fordham J, (2019). Augmented versus virtual reality in education: An exploratory study examining science knowledge retention when using augmented reality/virtual reality mobile applications. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(2), 105-110. Doi: 10.1089/cyber.2018.0150.
- [14] TTN Ánh, NTT Trang & T Hoài, (2023). Đề xuất quy trình sử dụng công nghệ thực tế 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.