

XÂY DỰNG MÔ HÌNH ẢO TRONG HƯỚNG DẪN THÍ NGHIỆM HÓA HỌC Ở PHỔ THÔNG

Hoàng Phương Uyên
Trường Tiểu học, THCS và THPT FPT Hà Nam
Email: phuonguyenmina@gmail.com

Tóm tắt: Thí nghiệm Hóa học có vai trò quan trọng trong việc hình thành kiến thức và phát triển năng lực cho học sinh phổ thông. Tuy nhiên, điều kiện cơ sở vật chất hạn chế và nguy cơ mất an toàn khiến nhiều thí nghiệm khó triển khai trong thực tế. Nghiên cứu này tập trung vào việc xây dựng và thử nghiệm mô hình ảo nhằm hỗ trợ hướng dẫn thí nghiệm Hóa học ở bậc THPT. Khảo sát 35 giáo viên trường THPT tại tỉnh Hà Nam cho thấy phần lớn đánh giá cao tính trực quan, an toàn và hiệu quả của mô hình ảo, đặc biệt trong các thí nghiệm khó hoặc nguy hiểm. Kết quả thử nghiệm chứng minh mô hình ảo giúp nâng cao hứng thú, khả năng quan sát và kỹ năng thao tác của học sinh. Nghiên cứu cũng đề xuất một số biện pháp nhằm mở rộng ứng dụng, góp phần đổi mới phương pháp dạy học và đáp ứng yêu cầu chuyển đổi số trong giáo dục phổ thông.

Từ khóa: Mô hình ảo, thí nghiệm Hóa học, dạy học Hóa học, phổ thông.

BUILDING VIRTUAL MODELS IN GUIDING CHEMISTRY EXPERIMENTS AT THE HIGH SCHOOL LEVEL

Hoang Phuong Uyen
FPT Hà Nam Primary, Lower Secondary and Upper Secondary School
Email: phuonguyenmina@gmail.com

Abstract: Chemistry experiments play an essential role in shaping students' knowledge and developing their competencies in high schools. However, limitations in facilities and potential safety risks make it difficult to conduct many experiments in practice. This study focuses on designing and testing virtual models to support experimental instruction in Chemistry at the upper secondary level. A survey of 35 high school teachers in Hà Nam Province revealed that most participants highly appreciated the virtual models for their visualization, safety, and effectiveness, especially for complex or hazardous experiments. The testing results indicated that virtual models significantly enhanced students' interest, observational skills, and practical performance. The study also proposed several measures to expand the application of virtual models, thereby contributing to the innovation of teaching methods and meeting the requirements of digital transformation in general education.

Keywords: virtual model, chemistry experiment, high school education.

Nhận bài: 03/07/2025

Phản biện: 24/07/2025

Duyệt đăng: 29/07/2025

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong dạy học Hóa học ở trường phổ thông, thí nghiệm giữ vai trò đặc biệt quan trọng, vừa giúp học sinh hình thành khái niệm khoa học, vừa rèn luyện kỹ năng thực hành, tư duy logic và khả năng giải quyết vấn đề. Tuy nhiên, thực tế triển khai thí nghiệm tại nhiều trường phổ thông hiện nay còn gặp nhiều khó khăn: cơ sở vật chất hạn chế, dụng cụ và hóa chất không đầy đủ, một số thí nghiệm tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn hoặc khó kiểm soát về thời gian. Những hạn chế này dẫn đến việc nhiều bài thí nghiệm chỉ được giáo viên “lý thuyết hóa” hoặc trình chiếu video, khiến học sinh thiếu cơ hội trải nghiệm trực tiếp, giảm hứng thú học tập và hạn chế sự phát triển năng lực khoa học.

Sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ số, đặc biệt là công nghệ mô phỏng 3D, thực tế ảo (VR) và thực tế tăng cường (AR), đã mở ra hướng đi mới trong đổi mới phương pháp dạy học Hóa học. Mô hình ảo không chỉ tái hiện chính xác hiện tượng, quá trình phản ứng mà còn cho phép học sinh chủ động thao tác, thử nghiệm nhiều lần trong

môi trường an toàn, tiết kiệm chi phí và thời gian. Đây là công cụ hỗ trợ hiệu quả để khắc phục những hạn chế của thí nghiệm thực tế, đồng thời tạo cơ hội thúc đẩy dạy học tích cực, lấy người học làm trung tâm.

Trong bối cảnh giáo dục phổ thông Việt Nam đang triển khai Chương trình Giáo dục phổ thông 2018, nhấn mạnh việc phát triển năng lực, phẩm chất và ứng dụng công nghệ thông tin trong dạy học, việc nghiên cứu xây dựng mô hình ảo hướng dẫn thí nghiệm Hóa học càng có ý nghĩa cấp thiết. Đây không chỉ là giải pháp hỗ trợ đổi mới phương pháp giảng dạy mà còn góp phần nâng cao chất lượng giáo dục STEM, đáp ứng yêu cầu chuyển đổi số trong giáo dục hiện nay.

Xuất phát từ thực tiễn đó, bài báo tập trung vào việc xây dựng và thử nghiệm mô hình ảo trong hướng dẫn thí nghiệm Hóa học ở trường phổ thông. Mục tiêu nhằm đánh giá khả năng ứng dụng mô hình ảo trong việc nâng cao hiệu quả dạy học, tăng cường hứng thú học tập của học sinh,

đồng thời đề xuất quy trình triển khai có thể áp dụng rộng rãi trong các cơ sở giáo dục phổ thông.

II. CƠ SỞ LÝ LUẬN

Thí nghiệm là phương tiện dạy học đặc thù của môn Hóa học, giúp học sinh quan sát hiện tượng, kiểm chứng giả thuyết và rút ra quy luật khoa học. Thông qua hoạt động thí nghiệm, người học không chỉ tiếp nhận kiến thức một cách trực quan mà còn rèn luyện kỹ năng thực hành, tư duy phân tích và năng lực nghiên cứu. Theo Nguyễn Cảnh Toàn (2010), thí nghiệm đóng vai trò “cầu nối giữa lý thuyết và thực tiễn”, tạo cơ sở để học sinh hình thành tri thức bền vững. Tuy nhiên, thực tế cho thấy nhiều trường phổ thông ở Việt Nam còn gặp khó khăn trong tổ chức thí nghiệm do thiếu trang thiết bị, hạn chế về kinh phí, sự độc hại của hóa chất, hoặc yêu cầu nghiêm ngặt về an toàn (Trần Thị Thanh & Phạm Văn Hùng, 2020).

Sự phát triển của công nghệ số, đặc biệt là công nghệ mô phỏng 3D, thực tế ảo (Virtual Reality – VR) và thực tế tăng cường (Augmented Reality – AR), đã mở ra hướng đi mới cho đổi mới phương pháp giảng dạy. Mô hình ảo cho phép tái hiện chính xác các quá trình phản ứng hóa học, đồng thời giúp học sinh chủ động thao tác, thử nghiệm nhiều lần trong môi trường an toàn và tiết kiệm chi phí. Các nghiên cứu quốc tế cho thấy việc sử dụng mô hình ảo trong dạy học Hóa học mang lại hiệu quả cao. Chẳng hạn, công cụ ChemCollective giúp học sinh phát triển kỹ năng giải quyết vấn đề thông qua các phòng thí nghiệm ảo (Yaron et al., 2010). Hệ thống PhET của Đại học Colorado cũng đã chứng minh tính hiệu quả trong việc tạo hứng thú học tập và cải thiện khả năng tiếp thu kiến thức khoa học (Perkins et al., 2012).

Về cơ sở lý thuyết giáo dục, nghiên cứu này dựa trên nền tảng của thuyết kiến tạo, học tập trải nghiệm và đa trí tuệ. Theo Vygotsky (1978), tri thức được kiến tạo thông qua hoạt động và tương tác xã hội, trong khi Kolb (1984) nhấn mạnh chu trình trải nghiệm – phản tư – khái quát – vận dụng trong việc hình thành tri thức. Việc sử dụng mô hình ảo trong dạy học Hóa học cho phép học sinh trực tiếp thao tác, thử – sai, quan sát hiện tượng và phản tư để rút ra quy luật, qua đó đáp ứng yêu cầu của các lý thuyết này. Đồng thời, theo Gardner (1993), việc kết hợp công nghệ mô phỏng còn góp phần phát triển nhiều dạng trí tuệ, đặc biệt là trí tuệ logic – toán học và trí tuệ không gian.

Cuối cùng, việc ứng dụng mô hình ảo trong hướng dẫn thí nghiệm Hóa học phù hợp với định

hướng đổi mới giáo dục phổ thông ở Việt Nam. Chương trình Giáo dục phổ thông 2018 nhấn mạnh phát triển năng lực và phẩm chất học sinh, trong đó có năng lực khoa học tự nhiên, năng lực công nghệ và năng lực tự học (Bộ GD&ĐT, 2018). Mô hình ảo không chỉ hỗ trợ học sinh tiếp cận kiến thức một cách trực quan, an toàn và hiệu quả, mà còn tạo cơ hội để giáo viên triển khai các phương pháp dạy học tích cực, góp phần thực hiện mục tiêu đổi mới căn bản, toàn diện giáo dục.

III. CÁC BƯỚC XÂY DỰNG MÔ HÌNH ẢO TRONG HƯỚNG DẪN THÍ NGHIỆM HÓA HỌC Ở PHỔ THÔNG

Trước hết, cần xác định mục tiêu giáo dục và lựa chọn thí nghiệm phù hợp. Các thí nghiệm được chọn thường là những thí nghiệm khó triển khai trong thực tế do hạn chế về cơ sở vật chất, chi phí hoặc vấn đề an toàn, song lại có giá trị lớn trong việc hình thành kiến thức và phát triển năng lực cho học sinh.

Tiếp theo, cần thu thập và chuẩn hóa nội dung khoa học. Đây là khâu quan trọng nhằm đảm bảo độ chính xác về quy trình, hóa chất, hiện tượng và kết quả thí nghiệm. Việc chuẩn hóa giúp mô hình ảo phản ánh đúng bản chất khoa học, đồng thời phù hợp với chương trình và sách giáo khoa hiện hành.

Bước thứ ba là thiết kế kịch bản mô hình ảo. Kịch bản phải thể hiện đầy đủ các bước tiến hành, dụng cụ, thao tác và hiện tượng xảy ra. Bên cạnh đó, cần xây dựng các tình huống tương tác như lựa chọn hóa chất, điều chỉnh điều kiện phản ứng hoặc dự đoán kết quả, nhằm phát huy tính tích cực và tư duy của học sinh trong quá trình học tập.

Bước tiếp theo là phát triển mô hình ảo bằng công nghệ phù hợp. Hiện nay, có nhiều công cụ hỗ trợ xây dựng mô hình mô phỏng 3D, VR hoặc AR như Unity, Blender hay các nền tảng giáo dục chuyên dụng như PhET, Labster, ChemCollective. Việc lựa chọn công nghệ phụ thuộc vào mục tiêu sư phạm, khả năng triển khai ở trường phổ thông và điều kiện hạ tầng công nghệ thông tin.

Sau khi xây dựng, mô hình cần được kiểm thử và hiệu chỉnh. Giáo viên và một nhóm học sinh thử nghiệm sẽ giúp phát hiện các hạn chế về giao diện, thao tác hoặc tính chính xác khoa học, từ đó điều chỉnh để mô hình trở nên trực quan, dễ sử dụng và phù hợp với đối tượng học sinh.

Tiếp đến là tích hợp mô hình ảo vào hoạt động dạy học. Mô hình có thể được sử dụng trong giờ học lý thuyết để minh họa hiện tượng, trong giờ

thực hành để hướng dẫn thao tác, hoặc như một phương tiện học tập hỗ trợ giúp học sinh tự luyện tập ở nhà. Sự tích hợp này cần gắn với phương pháp dạy học tích cực, khuyến khích học sinh dự đoán, giải thích và thảo luận về kết quả thí nghiệm.

Cuối cùng, cần tiến hành đánh giá và hoàn thiện mô hình. Việc thu thập ý kiến phản hồi từ giáo viên và học sinh giúp xác định mức độ hiệu quả của mô hình trong việc nâng cao hứng thú, phát triển năng lực và hỗ trợ học tập. Kết quả đánh giá sẽ là cơ sở để điều chỉnh, bổ sung và phát triển hệ thống mô hình ảo phong phú, có thể nhân rộng trong dạy học Hóa học phổ thông.

IV. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng và phạm vi nghiên cứu: Quá trình xây dựng và sử dụng mô hình ảo trong hướng dẫn thí nghiệm Hóa học. Thực nghiệm được tiến hành với 35 giáo viên trường THPT tại Tỉnh Hà Nam. Các thí nghiệm lựa chọn gồm phản ứng oxi hóa – khử, phản ứng tạo kết tủa và một số thí nghiệm

tốc độ phản ứng – vốn khó triển khai trong phòng thí nghiệm thực tế.

Nội dung nghiên cứu: (i) Xây dựng mô hình ảo cho một số thí nghiệm Hóa học; (ii) Tổ chức dạy học có sử dụng mô hình ảo; (iii) Đánh giá hiệu quả mô hình ảo đối với việc tiếp thu kiến thức, rèn luyện kỹ năng và hứng thú học tập của học sinh.

Thu thập và xử lý dữ liệu: Dữ liệu thu thập gồm kết quả kiểm tra trước – sau khi học, phiếu khảo sát thái độ và hứng thú học tập, cùng quan sát quá trình tham gia của học sinh. Các số liệu định lượng được xử lý thống kê mô tả và kiểm định t-test nhằm so sánh sự khác biệt giữa hai nhóm. Đồng thời, dữ liệu định tính từ phỏng vấn và quan sát được phân tích nội dung để bổ sung cho kết quả định lượng.

V. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1. Thực trạng của giáo viên trong ứng dụng mô hình ảo trong hướng dẫn thí nghiệm Hóa học ở phổ thông

Nội dung	Mức độ ứng dụng (SL/%)				
	Rất ít thực hiện	Ít thực hiện	Thỉnh thoảng	Thường xuyên thực hiện	Rất thường xuyên thực hiện
Ứng dụng mô hình ảo trong giờ dạy	3/8,6	5/14,3	12/34,3	12/34,3	3/8,6
Ứng dụng mô hình ảo trong soạn giáo án	2/5,7	4/11,4	13/37,1	13/37,1	3/8,6
Ứng dụng hạ tầng CNTT để triển khai	4/11,4	5/14,3	12/34,3	11/31,4	3/8,6
Ứng dụng kết quả tập huấn vào dạy học	4/11,4	6/17,1	13/37,1	10/28,6	2/5,7
Ứng dụng mô hình ảo để đổi mới PPDH	2/5,7	4/11,4	11/31,4	14/40,0	4/11,4

Kết quả khảo sát cho thấy đa số giáo viên Hóa học tại các trường THPT ở tỉnh Hà Nam đã có mức độ ứng dụng mô hình ảo từ “thỉnh thoảng” đến “thường xuyên” (mức 3 và 4 chiếm trên 65%). Điều này chứng tỏ rằng mô hình ảo đã được bước đầu tích hợp vào quá trình dạy học và có tác động tích cực trong đổi mới phương pháp giảng dạy.

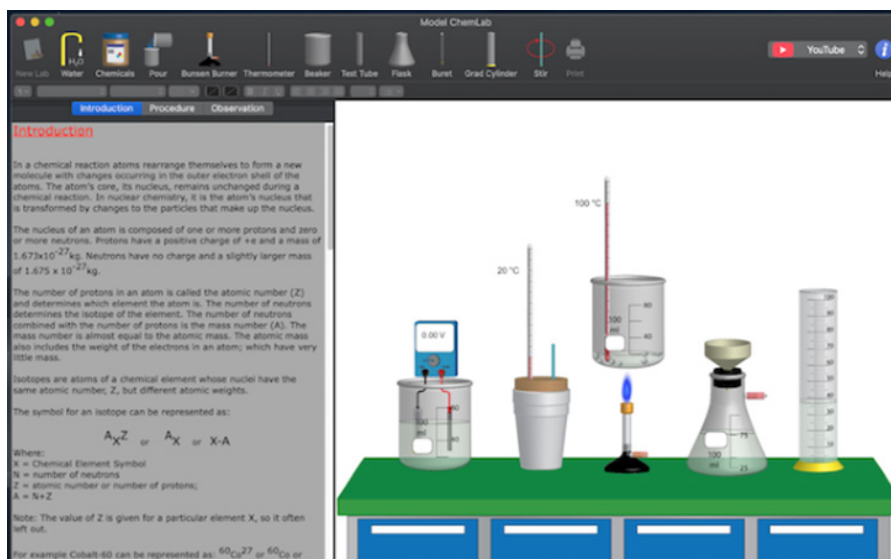
Tuy nhiên, tỷ lệ giáo viên ứng dụng ở mức “rất thường xuyên” (mức 5) còn khá thấp (dao động 5–12%), phản ánh rằng việc khai thác mô hình ảo chưa trở thành thói quen ổn định và thường trực. Đồng thời, vẫn còn một bộ phận giáo viên ở mức 1 và 2 (khoảng 15–20%), cho thấy sự chênh lệch giữa các trường về hạ tầng CNTT, kỹ năng số và cơ hội tiếp cận tập huấn.

Như vậy, có thể nhận định rằng: mô hình ảo đã

được giáo viên đón nhận, nhưng cần tiếp tục hỗ trợ về thiết bị, tài nguyên số và chương trình bồi dưỡng chuyên môn để nâng cao tính thường xuyên và hiệu quả ứng dụng trong thực tiễn dạy học Hóa học.

4.2. Kết quả xây dựng và thử nghiệm mô hình ảo

Nhóm nghiên cứu đã thiết kế các thí nghiệm ảo bằng phần mềm ChemLab kết hợp đồ họa 3D. Mô hình ảo cho phép tái hiện dụng cụ, hóa chất, và hiện tượng phản ứng như trong phòng thí nghiệm thật: cốc thủy tinh, bình tam giác, ống đong, nhiệt kế, đèn cồn, điện cực đo điện thế... (xem Hình 1). Các đối tượng được sắp xếp trên giao diện trực quan, có thể thao tác kéo thả, thay đổi lượng hóa chất, bật tắt nguồn nhiệt và quan sát kết quả thí nghiệm.



Hình 1. Giao diện mô hình ảo thí nghiệm Hóa học tại THPT

Việc xây dựng tập trung vào 5 thí nghiệm trọng điểm của chương trình Hóa học THPT: (1) phản ứng oxi hóa – khử; (2) axit – bazơ; (3) phản ứng tạo kết tủa; (4) tốc độ phản ứng; (5) cân bằng hóa học. Mỗi mô hình đảm bảo tính an toàn, trực quan và có tính tương tác cao, hỗ trợ học sinh thực hành trước khi vào phòng thí nghiệm thật.

Đa số giáo viên đánh giá cao hiệu quả của mô hình ảo. 77% cho rằng việc ứng dụng mô hình giúp tiết kiệm đáng kể thời gian chuẩn bị và làm cho việc giảng dạy trở nên trực quan hơn; 71% nhận định mô hình đặc biệt hữu ích khi tổ chức những thí nghiệm nguy hiểm hoặc khó triển khai trong điều kiện phổ thông.

4.3. Biện pháp ứng dụng mô hình ảo trong hướng dẫn thí nghiệm Hóa học ở phổ thông

Trước hết, cần đầu tư hạ tầng công nghệ thông tin nhằm bảo đảm điều kiện triển khai mô hình ảo. Các trường phổ thông cần được trang bị phòng máy tính, đường truyền Internet ổn định và thiết bị hỗ trợ, để giáo viên và học sinh có thể khai thác mô hình mà không gặp gián đoạn.

Tiếp theo, cần tổ chức bồi dưỡng và tập huấn cho giáo viên. Việc sử dụng mô hình ảo đòi hỏi giáo viên nắm chắc kỹ năng công nghệ và biết cách tích hợp hợp lý trong bài giảng. Do đó, các khóa tập huấn, tài liệu hướng dẫn và diễn đàn chia sẻ kinh nghiệm là rất cần thiết.

Một biện pháp quan trọng khác là tích hợp mô hình ảo vào chương trình dạy học chính khóa. Mô hình có thể thay thế các thí nghiệm nguy hiểm hoặc khó thực hiện, đồng thời hỗ trợ học sinh hình

dung hiện tượng trước khi làm thí nghiệm thật, qua đó nâng cao tính an toàn và hiệu quả.

Ngoài ra, cần xây dựng ngân hàng mô hình ảo dùng chung theo hướng đồng bộ và mở. Thư viện số này giúp giáo viên tiết kiệm thời gian chuẩn bị, học sinh có cơ hội tiếp cận nhiều thí nghiệm đa dạng, kể cả những thí nghiệm chưa đủ điều kiện thực hiện tại lớp học.

Cuối cùng, cần khuyến khích học sinh sử dụng mô hình ảo như công cụ tự học. Học sinh có thể ôn tập, luyện kỹ năng thao tác và kiểm chứng kiến thức tại nhà. Việc chủ động khai thác mô hình sẽ tạo thêm hứng thú học tập và phát triển năng lực tự học cho các em.

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã khẳng định tính khả thi và hiệu quả của việc xây dựng và ứng dụng mô hình ảo trong hướng dẫn thí nghiệm Hóa học ở phổ thông. Mô hình không chỉ giúp khắc phục hạn chế về cơ sở vật chất và đảm bảo an toàn thí nghiệm, mà còn góp phần nâng cao hứng thú học tập, tăng cường khả năng quan sát và kỹ năng thực hành cho học sinh.

Kết quả khảo sát cho thấy cả giáo viên và học sinh đều đánh giá cao lợi ích của mô hình ảo, đặc biệt ở tính trực quan, dễ sử dụng và khả năng hỗ trợ học sinh nắm chắc kiến thức trước khi tiến hành thí nghiệm thật. Do đó, việc ứng dụng mô hình ảo nên được xem là một giải pháp bổ trợ quan trọng trong đổi mới dạy học Hóa học theo định hướng phát triển năng lực, phù hợp với yêu cầu chuyển đổi số trong giáo dục hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đinh, T. H., & Nguyễn, V. H. (2020). Ứng dụng công nghệ mô phỏng trong dạy học Hóa học phổ thông. *Tạp chí Khoa học Giáo dục*, 16(2), 45–53.
- Lê, M. T. (2019). Đổi mới phương pháp dạy học Hóa học theo định hướng phát triển năng lực học sinh. *Tạp chí Giáo dục*, 450, 20–24.
- Nguyễn, T. L., & Phạm, H. T. (2021). Sử dụng phần mềm mô phỏng trong dạy học thí nghiệm Hóa học nhằm nâng cao hứng thú học tập cho học sinh. *Tạp chí Thiết bị Giáo dục*, 282(2), 15–19.
- Bộ Giáo dục và Đào tạo. (2018). *Chương trình Giáo dục phổ thông – Môn Hóa học*. Hà Nội: NXB Giáo dục Việt Nam.
- Clark, D. B., Nelson, B. C., Sengupta, P., & D'Angelo, C. M. (2009). Rethinking science learning through digital games and simulations: Genres, examples, and evidence. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, 1(1), 1–21. <https://doi.org/10.4018/jgcms.2009010101>
- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Wu, H. K., & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465–492. <https://doi.org/10.1002/sce.10126>
- Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction*, 21(3), 317–331. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.03.001>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29–40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>