

DESIGNING EDUCATIONAL COMICS TO SUPPORT THE TEACHING OF “THE FUNDAMENTALS OF GENERAL CHEMISTRY” (GRADE 10 CHEMISTRY)

Pham Thi Thuy^{1,*}, Vu Thuy Dung²
and Le Thao Linh²

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

²*Student of the Faculty of Chemistry, Hanoi National
University of Education, Hanoi city, Vietnam*

*Corresponding author: Pham Thi Thuy,
e-mail: thuypham@hnue.edu.vn

Received June 27, 2025.

Revised July 22, 2025.

Accepted November 28, 2025.

Abstract. In the context of innovating Chemistry teaching methods towards competency development, the use of digital learning materials to support students in accessing abstract and generalized knowledge content is essential. This study aims to design comics as a form of digital learning material to support the teaching of "The Fundamentals of General Chemistry" (Grade 10). The author used ChatGPT to help develop the storyline and generate illustrative images for the comics. A set of quality assessment criteria for the comics was developed, consisting of eight criteria that ensure both the requirements for comics and alignment with educational objectives. Based on the proposed 6-step design process, four illustrative comics were developed, followed by a questionnaire-based survey conducted on 110 high school students and 31 Chemistry teachers in Hanoi and Hai Duong provinces. The survey results indicate that the comics were positively evaluated for scientific accuracy, attractiveness, ability to stimulate learning interest, and practical feasibility in teaching. The study affirms that designing comics with the support of artificial intelligence is a feasible approach, contributing to the innovation of learning materials and teaching methods for Chemistry in general education.

Keywords: comics, Fundamentals of General Chemistry, ChatGPT, chemistry teaching, digital learning materials.

THIẾT KẾ TRUYỆN TRANH HỖ TRỢ DẠY HỌC PHẦN “CƠ SỞ HÓA HỌC CHUNG” (HÓA HỌC LỚP 10)

Phạm Thị Thúy^{1,*}, Vũ Thùy Dung²
và Lê Thảo Linh²

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

²*Sinh viên Khoa Hóa học, Trường Đại học Sư
phạm Hà Nội, thành phố Hà Nội, Việt Nam*

*Tác giả liên hệ: Phạm Thị Thúy
e-mail: thuypham@hnue.edu.vn

Ngày nhận bài: 27/6/2025.

Ngày sửa bài: 22/7/2025.

Ngày nhận đăng: 28/11/2025.

Tóm tắt. Trong bối cảnh đổi mới phương pháp dạy học hóa học theo định hướng phát triển năng lực, việc sử dụng học liệu số hỗ trợ học sinh tiếp cận các nội dung kiến thức mang tính trừu tượng, khái quát là cần thiết. Nghiên cứu này nhằm thiết kế truyện tranh như một loại học liệu số để hỗ trợ dạy học phần “Cơ sở Hóa học chung” (Lớp 10). Tác giả sử dụng ChatGPT để hỗ trợ xây dựng kịch bản và tạo hình ảnh minh họa cho truyện tranh. Bộ tiêu chí đánh giá chất lượng truyện tranh được xây dựng với 8 tiêu chí, đảm bảo các yêu cầu đối với truyện tranh và phù hợp với mục tiêu giáo dục. Dựa trên quy trình thiết kế với 6 bước đã đề xuất, bốn truyện tranh minh họa đã được xây dựng và thực hiện điều tra bằng bảng hỏi trên 110 học sinh và 31 giáo viên môn Hóa học Trung học phổ thông trên địa bàn Hà Nội và Hải Dương. Kết quả khảo sát cho thấy các truyện tranh được đánh giá tích cực về tính chính xác khoa học, tính hấp dẫn, khả năng khơi gợi hứng thú học tập và tính khả thi trong thực tiễn giảng dạy. Nghiên cứu khẳng định thiết kế truyện tranh với sự hỗ trợ của trí tuệ nhân tạo là một hướng tiếp cận khả thi, góp phần đổi mới học liệu và phương pháp dạy học hóa học ở trường phổ thông.

Từ khóa: truyện tranh, Cơ sở Hóa học chung, ChatGPT, dạy học hóa học, học liệu số.

1. Mở đầu

Trong chương trình Giáo dục phổ thông 2018, môn Hóa học được thiết kế theo định hướng phát triển năng lực, nhấn mạnh việc đảm bảo tính thực tiễn và chú trọng trang bị cho học sinh (HS) những kiến thức cơ sở hóa học chung về cấu tạo, tính chất và ứng dụng của các đơn chất, hợp chất [1]. Mạch nội dung về cơ sở hóa học chung đóng vai trò nền tảng để HS có thể dự đoán, giải thích được tính chất của các chất, bản chất của các quá trình biến đổi hóa học. Các chủ đề cơ sở hóa học chung không tập trung vào các nguyên tố hay hợp chất cụ thể mà nghiên cứu các quy luật và nguyên lý chung chi phối mọi quá trình hóa học. Nhiều nội dung trong đó có tính khái quát, trừu tượng cao hoặc có nguồn gốc từ các lĩnh vực hàn lâm như hóa học đại cương, cơ học lượng tử, nhiệt động học, động hóa học,... với hệ thống thuật ngữ, kí hiệu, công thức đặc thù, có thể gây khó khăn cho HS trong việc tiếp cận. Chính vì vậy, việc tìm kiếm các phương pháp, hình thức và công cụ dạy học mới nhằm hỗ trợ HS tiếp cận hiệu quả nội dung này là hết sức cần thiết.

Trong khi đó, với ưu thế kết hợp giữa hình ảnh sinh động và ngôn ngữ ngắn gọn, truyện tranh từ lâu đã được các nhà nghiên cứu giáo dục trên thế giới quan tâm như một học liệu trực quan hỗ trợ dạy học. Truyện tranh được đánh giá là công cụ hiệu quả trong việc truyền tải tri thức, tạo hứng thú và nâng cao kết quả học tập cho người học. Nền tảng lí luận cho việc khai thác truyện tranh trong giáo dục đã được Sones (1944) đặt ra từ rất sớm, khi tác giả khẳng định truyện tranh là phương tiện truyền đạt thông tin có hiệu quả, đặc biệt trong môi trường sư phạm [2].

Theo xu hướng chung, truyện tranh đã được sử dụng thành công trong dạy học nhiều môn học, nhiều cấp học khác nhau trên thế giới. Đặc biệt trong những năm gần đây, nhiều nghiên cứu đã được thực hiện liên quan đến việc sử dụng truyện tranh trong hầu hết các môn như Khoa học Tự nhiên [3], Sinh học [4], [5], Vật lí [6], Toán [7], [8], Địa lí [9], Lịch sử [10], Ngôn ngữ [11] [12],... Trong dạy học hóa học, Weitkamp và Burnet (2007) đã phát triển truyện tranh khoa học “The Chemedian” nhằm hỗ trợ HS tiểu học tiếp cận kiến thức hóa học thông qua hình thức sinh động, dễ hiểu, giúp nâng cao hứng thú và khả năng tiếp thu của người học [13]. Bên cạnh đó, Weber và cộng sự (2013) cũng đã khẳng định vai trò của truyện tranh như một hình thức kể chuyện khoa học hiệu quả, góp phần thay thế cách truyền đạt truyền thống, đồng thời hỗ trợ phát triển năng lực sáng tạo và tư duy phản biện cho người học trong môn Hóa học [14].

Đặc biệt, cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin, xu hướng sử dụng truyện tranh số (digital comics) với sự hỗ trợ của công nghệ thông tin trong giảng dạy ngày càng được đẩy mạnh. Lamminpää và Vesterinen (2020) cho rằng, truyện tranh số không chỉ giúp tăng tính tương tác mà còn tạo điều kiện cá nhân hóa nội dung học liệu, hỗ trợ người học tiếp cận tri thức một cách trực quan, sáng tạo [3]. Nhóm nghiên cứu của Okolie và cộng sự (2025) lại cho thấy việc tích hợp truyện tranh và công nghệ thông tin trong giảng dạy các mục tiêu phát triển bền vững giúp HS không chỉ tiếp thu kiến thức mà còn hình thành tư duy phản biện và nhận thức xã hội [15].

Trong một cái nhìn toàn cảnh hơn về tác động tích cực của truyện tranh, phân tích tổng hợp của Topkaya và cộng sự (2023) trên 71 nghiên cứu được thực hiện từ năm 2005 đến 2021 đã khẳng định truyện tranh có tác động tích cực ở mức trung bình đến kết quả học tập ($g = 0,71$), thái độ học tập ($g = 0,70$), góp phần hỗ trợ phát triển nhận thức và cảm xúc của người học [16].

Tại Việt Nam, mặc dù việc nghiên cứu ứng dụng truyện tranh trong dạy học hóa học còn mới nhưng đã có những tiếp cận ban đầu đáng chú ý. Nguyễn Văn Đại và cộng sự (2023) đã xây dựng quy trình tổ chức hoạt động sáng tác truyện tranh cho HS THPT góp phần phát triển năng lực giải quyết vấn đề sáng tạo và khả năng vận dụng kiến thức hóa học vào thực tiễn [17]. Đồng thời, Phùng Thanh Hà và cộng sự (2025) đã khai thác các công cụ thiết kế như Pixton, Freepik, Adobe Illustrator để thiết kế truyện tranh thực tiễn phục vụ giảng dạy môn Hóa học Hữu cơ lớp 12 [18].

Thực tiễn cho thấy, việc sử dụng các công cụ hiện đại đã giúp quá trình xây dựng học liệu trở nên thuận tiện và hiệu quả hơn. Tuy nhiên, với sự phát triển của trí tuệ nhân tạo (AI), xu hướng

ứng dụng các công cụ như DALL·E, Midjourney trong hỗ trợ tạo hình ảnh từ mô tả văn bản đang ngày càng phổ biến, giúp tiết kiệm thời gian và tăng tính sáng tạo. Đặc biệt, các mô hình ngôn ngữ lớn như ChatGPT có thể đề xuất tình huống, xây dựng lời thoại, kịch bản phù hợp với mục tiêu dạy học, tạo ra những truyện tranh hấp dẫn, đáp ứng yêu cầu đổi mới nội dung học liệu.

Mặc dù vậy, việc nghiên cứu thiết kế và sử dụng truyện tranh cho môn Hóa học, đặc biệt khi sử dụng AI, vẫn chưa được triển khai một cách hệ thống, bài bản tại Việt Nam. Với yêu cầu đổi mới phương pháp dạy học theo định hướng phát triển phẩm chất, năng lực HS, việc nghiên cứu thiết kế và sử dụng truyện tranh hỗ trợ dạy học phần “Cơ sở Hóa học chung” là cần thiết và có tính thực tiễn cao. Từ những phân tích trên và nhằm đảm bảo hiệu quả trong dạy học, nghiên cứu tập trung giải quyết các câu hỏi sau: (1) Truyện tranh hóa học cần đáp ứng những tiêu chí nào về nội dung, hình thức và tính sư phạm để đảm bảo hiệu quả hỗ trợ dạy học? (2) Quy trình thiết kế truyện tranh sử dụng ChatGPT cần được xây dựng ra sao để đảm bảo các tiêu chí nói trên? (3) Truyện tranh có thể được tổ chức sử dụng như thế nào trong dạy học phần “Cơ sở Hóa học chung” để phát huy hiệu quả vai trò hỗ trợ dạy học?

Để trả lời các câu hỏi trên, nghiên cứu được thực hiện với những mục tiêu: (i) Xây dựng bộ tiêu chí đánh giá chất lượng truyện tranh hóa học; (ii) Đề xuất quy trình sử dụng AI để thiết kế truyện tranh phù hợp với mục tiêu dạy học; (iii) Thiết kế và khảo sát thực tiễn một số sản phẩm truyện tranh minh họa; (iv) Đề xuất các cách sử dụng truyện tranh như một loại học liệu số, góp phần nâng cao hiệu quả dạy học hóa học và khẳng định tính khả thi của việc sử dụng AI vào thiết kế học liệu trong bối cảnh giáo dục phổ thông hiện nay.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Phương pháp nghiên cứu

**** Nhóm phương pháp nghiên cứu lý thuyết***

Phân tích, tổng hợp cơ sở lý luận, thực tiễn về sử dụng và thiết kế truyện tranh trong dạy học nói chung và dạy học hóa học nói riêng.

**** Nhóm phương pháp nghiên cứu thực tiễn***

- *Mục đích và phương pháp nghiên cứu:* Nhằm đánh giá các sản phẩm truyện tranh đã xây dựng cũng như mức độ phù hợp của các cách sử dụng truyện tranh đã đề xuất, nghiên cứu tiến hành khảo sát thông qua hai đối tượng: HS và giáo viên (GV) môn Hóa học tại các trường phổ thông. Cụ thể, phương pháp được sử dụng là khảo sát bằng bảng hỏi, kết hợp các câu hỏi đóng (thang đo Likert 5 mức độ) và câu hỏi mở nhằm thu thập dữ liệu định lượng và định tính. Bảng hỏi được thiết kế riêng cho từng nhóm đối tượng và triển khai dưới hình thức trực tuyến (Google Forms) để đảm bảo tính thuận tiện và khách quan.

- *Đối tượng khảo sát:* Khảo sát HS: 110 HS lớp 10-12 đến từ một số trường THPT trên địa bàn Hà Nội và trường THPT Tuệ Tĩnh, Hải Dương đã tham gia khảo sát. Tất cả HS tham gia khảo sát đều là HS có sử dụng môn Hóa học là môn học lựa chọn, đảm bảo tính phù hợp của đối tượng khảo sát. Khảo sát chuyên gia (GV): 31 GV Hóa học đang công tác tại các trường THPT trên địa bàn Hà Nội và Hải Dương, với trình độ chuyên môn đa dạng (3 tiến sĩ, 21 thạc sĩ, 7 cử nhân) và kinh nghiệm giảng dạy từ dưới 5 năm đến trên 15 năm.

- *Nội dung khảo sát:* Cả hai nhóm đối tượng tham gia khảo sát đều được yêu cầu đánh giá chất lượng của sản phẩm truyện tranh theo các tiêu chí đánh giá đề ra ở Bảng 2 với thang Likert 5 mức độ từ 1 (Hoàn toàn không đồng ý) đến 5 (Hoàn toàn đồng ý). Điểm khác biệt là sự thay đổi trong cách diễn giải các tiêu chí, nhằm đảm bảo HS có thể hiểu một cách rõ ràng, chính xác các tiêu chí cần đánh giá. Ngoài ra: khảo sát còn thu thập ý kiến của HS về mong muốn sử dụng truyện tranh, đánh giá sự phù hợp của bản thân HS với cách học thông qua truyện tranh, cùng với

đó là các ý kiến phản hồi mở, bao gồm: truyện tranh nào HS yêu thích nhất và lí do, chi tiết hoặc hình ảnh nào trong truyện giúp HS hiểu rõ hơn kiến thức hóa học, những chi tiết hoặc nội dung gây khó hiểu, đề xuất nội dung hoặc chủ đề HS mong muốn xây dựng truyện tranh Hóa học. Đối với đối tượng GV, khảo sát thu thập đánh giá mức độ phù hợp, khả thi của 5 cách sử dụng truyện tranh đã đề xuất và các ý kiến phản hồi mở khác nếu có.

2.2. Kết quả nghiên cứu

2.2.1. Truyện tranh và tác dụng của việc sử dụng truyện tranh trong dạy học

* *Khái niệm truyện tranh trong dạy học*

Truyện tranh là một loại hình nghệ thuật kể chuyện kết hợp giữa hình ảnh minh họa và ngôn ngữ viết, được sắp xếp theo trình tự hợp lí nhằm truyền đạt thông tin hoặc xây dựng mạch truyện hoàn chỉnh. Truyện tranh không chỉ đơn thuần là tập hợp các hình ảnh rời rạc mà là một chuỗi liên kết chặt chẽ giữa hình ảnh và lời thoại nhằm tạo nên tính liên tục và mạch lạc của nội dung [2].

Truyện tranh trong dạy học hay còn gọi là truyện tranh giáo dục (educational comics) được hiểu là hình thức ứng dụng truyện tranh như một công cụ trực quan nhằm hỗ trợ giảng dạy và học tập. Đây là loại truyện tranh được thiết kế có chủ đích với mục tiêu truyền tải kiến thức, hình thành kĩ năng hoặc giáo dục thái độ, phẩm chất cho người học một cách sinh động, dễ tiếp cận [16]. Truyện tranh giáo dục khai thác tối đa tính trực quan, tính biểu cảm và khả năng thu hút của truyện tranh nhằm hỗ trợ việc tiếp thu kiến thức, đặc biệt là các nội dung trừu tượng, phức tạp.

* *Tác dụng của việc sử dụng truyện tranh trong dạy học*

Các nghiên cứu trong nước và quốc tế đã chỉ ra truyện tranh không chỉ là một hình thức học liệu mang tính giải trí mà thực sự là một công cụ sư phạm hiệu quả, hỗ trợ tích cực cho việc nâng cao hứng thú, kết quả học tập và phát triển toàn diện các năng lực của người học. Khi kết hợp với công nghệ hiện đại và AI, tác dụng của truyện tranh càng được nâng cao, phù hợp với định hướng đổi mới phương pháp dạy học hiện nay. Dựa vào các nghiên cứu trong và ngoài nước, có thể phân nhóm các tác dụng này theo các khía cạnh tác động, cụ thể như trong Bảng 1 sau đây:

Bảng 1. Tác dụng của truyện tranh trong dạy học

Khía cạnh	Tác dụng cụ thể	Cơ sở
Tác động đến hứng thú, thái độ học tập	- Tăng cường hứng thú, động lực học tập. - Hình thành thái độ tích cực với môn học.	[2], [13], [16]
Tác động đến kết quả và năng lực nhận thức	- Đơn giản hóa kiến thức trừu tượng, giúp dễ hiểu, dễ nhớ. - Nâng cao kết quả học tập. - Phát triển tư duy khoa học, tư duy phản biện.	[5], [14], [16]
Phát triển năng lực tư duy sáng tạo và giải quyết vấn đề	- Khơi gợi tư duy sáng tạo thông qua tình huống truyện. - Hỗ trợ HS vận dụng kiến thức vào thực tiễn.	[17]
Phát triển kĩ năng xã hội và năng lực giao tiếp, hợp tác	- Rèn luyện kĩ năng giao tiếp, làm việc nhóm. - Phát triển nhận thức xã hội.	[15]
Tác động đến khả năng tiếp cận học liệu và ứng dụng công nghệ	- Tăng tính tương tác, trực quan, cá nhân hóa học liệu. - Tiết kiệm thời gian, công sức thiết kế học liệu. - Khai thác hiệu quả các công cụ hiện đại và AI trong xây dựng truyện tranh	[3], [18]

2.2.2. Bộ tiêu chí đánh giá truyện tranh sử dụng trong dạy học hóa học

Việc xây dựng và sử dụng truyện tranh trong dạy học đòi hỏi phải đảm bảo chất lượng nội dung, hình thức cũng như hiệu quả sư phạm. Để đánh giá truyện tranh sử dụng trong dạy học, đặc biệt là truyện tranh khoa học như Hóa học, cần dựa trên các tiêu chí cụ thể, đảm bảo tính toàn

diện và phù hợp với mục tiêu giáo dục. Trên cơ sở tổng hợp và hệ thống hóa kết quả từ các nghiên cứu trước đó, các tiêu chí đánh giá truyện tranh sử dụng trong dạy học hóa học được đề xuất và diễn giải như sau:

Bảng 2. Bộ tiêu chí đánh giá truyện tranh sử dụng trong dạy học hóa học

STT	Tiêu chí	Cơ sở
1	<i>Tính chính xác, khoa học:</i> Thông tin, khái niệm, quá trình hóa học trình bày trong truyện chính xác, không gây nhầm lẫn về mặt khoa học.	[16], [19]
2	<i>Tính phù hợp với chương trình môn học:</i> Nội dung các thông tin, khái niệm, quá trình trong truyện bám sát yêu cầu cần đạt của nội dung, chủ đề được chọn	[4], [17]
3	<i>Tính mạch lạc:</i> Truyện được trình bày rõ ràng, dễ hiểu và nắm bắt cốt truyện.	[20], [21]
4	<i>Tính hệ thống và logic:</i> Diễn tiến của truyện theo trình tự hợp lí, logic, giúp người đọc dễ dàng ghi nhớ các hiện tượng, quá trình, khái niệm hóa học.	[22], [23]
5	<i>Tính hấp dẫn:</i> Bối cảnh và cốt truyện hấp dẫn, gây hứng thú và kích thích tư duy cho người đọc.	[13], [16]
6	<i>Tính giáo dục:</i> Truyện phù hợp với thuần phong mỹ tục Việt Nam, truyền tải thông điệp giáo dục tích cực	[16], [17]
7	<i>Tính thẩm mỹ:</i> Truyện sử dụng các hình ảnh, nhân vật, màu sắc tươi sáng, sinh động và được dàn trang hợp lí.	[4], [14]
8	<i>Tính sáng tạo trong cách thể hiện:</i> Truyện có sáng tạo trong cách mô tả hoặc biểu đạt các khái niệm, quá trình, đối tượng hóa học thành các nhân vật hình ảnh sinh động, sử dụng nhân hóa, ẩn dụ, biểu tượng các đặc điểm, tính chất thành các tính cách nhân vật một cách hiệu quả và sáng tạo.	[16], [18], [21]

2.2.3. Quy trình xây dựng truyện tranh sử dụng trong dạy học hóa học

Quy trình xây dựng truyện tranh sử dụng trong dạy học đã được một số tác giả đề cập đến trong các nghiên cứu gần đây của Anggraeni (2023) [4], Nguyễn Văn Đại (2023) [17], Okolie (2024) [21] và Phùng Thanh Hà (2024) [18]. Các nghiên cứu trên đã xác định các bước cơ bản trong việc xây dựng truyện tranh như: xác định mục tiêu, nội dung; xây dựng kịch bản; thiết kế hình ảnh; hoàn thiện và đưa vào sử dụng. Trên cơ sở cụ thể hóa các quy trình trên kết hợp với thực tiễn sử dụng công cụ ChatGPT và những đặc trưng của phần Cơ sở hóa học chung, tác giả đề xuất quy trình xây dựng truyện tranh hóa học cho nội dung này gồm 6 bước sau đây:

* Bước 1: Xác định mục tiêu và nội dung xây dựng truyện tranh

- Xác định bài học/ chủ đề cụ thể. Dựa vào yêu cầu cần đạt tương ứng của bài học/ chủ đề trong chương trình môn Hóa học 2018, xác định nội dung trọng tâm cần chuyển tải qua truyện tranh: khái niệm, quy luật, hiện tượng hoặc quá trình,...

- Xác định các kiến thức, kĩ năng liên quan mà HS đã có (ở các lớp trước hoặc ở các môn học khác) để định hướng phong cách, mức độ chuyên sâu và cách dẫn dắt phù hợp.

* Bước 2: Thiết kế nội dung cốt truyện

- Dựa vào ý tưởng của GV hoặc sử dụng ChatGPT để gợi ý cốt truyện chính, gồm các phần: Mở đầu – giới thiệu tình huống; Diễn biến – lồng ghép khái niệm hóa học, có thể chia nhỏ thành nhiều đoạn; Kết thúc – rút ra thông điệp kiến thức hoặc giá trị.

- Cốt truyện nên đơn giản, dễ hiểu, gần gũi với HS và có cơ hội để lồng ghép các tình huống, các liên tưởng đến khái niệm, quá trình hóa học.

- Dựa trên bước 1, cần cô đọng các nội dung kiến thức trọng tâm và thông điệp giáo dục muốn truyền tải qua truyện thành phần tổng kết ngắn gọn, chính xác ở cuối truyện.

* Bước 3: Thiết kế các nhân vật

- Dựa vào cốt truyện chính, xác định các nhân vật chính, phụ, nhân vật quần chúng của truyện

- Mô tả tạo hình cho các nhân vật. Nhân vật trong truyện tranh hóa học có thể là người như HS, các nhà khoa học, nhân vật lịch sử hóa học hoặc có thể là các đối tượng trong hóa học được nhân hóa như các nguyên tử, phân tử, các hạt cấu tạo nên nguyên tử, các chất,...

- Yêu cầu ChatGPT gợi ý tính cách – màu sắc – đặc điểm, nên gắn với đặc tính khoa học của nhân vật (Ví dụ: Nguyên tử Na – hình cầu, màu xanh lá - có 1 electron ở xung quanh (thể hiện electron lớp ngoài cùng), tính cách hào phóng (tính khử - dễ cho đi electron).

- Sử dụng ChatGPT hoặc các công cụ AI tạo ảnh để thiết kế tạo hình cho các nhân vật. GV cũng có thể đề phác thảo ý tưởng về tạo hình cho nhân vật để làm nguyên mẫu cho ChatGPT.

* Bước 4: Thiết kế kịch bản chi tiết (hình ảnh – lời thoại)

- Dựa trên cốt truyện, xây dựng kịch bản (storyboard) chi tiết gồm: Số cảnh, số panel (khung tranh) trong truyện tranh; Mô tả nội dung từng cảnh (nhân vật nào xuất hiện, hành động như thế nào); Lời dẫn và lời thoại tương ứng với mỗi panel.

- Có thể yêu cầu ChatGPT hỗ trợ viết lời thoại, điều chỉnh theo phong cách đặc trưng của mỗi nhân vật sao cho ngắn gọn, lồng ghép được các nội dung khoa học.

- Cần chú ý đảm bảo các hình ảnh, lời thoại trong truyện chính xác về mặt nội dung. Các từ ngữ, đặc biệt là thuật ngữ hóa học cần phải rõ ràng, đơn nghĩa, tránh gây hiểu lầm cho HS.

* Bước 5: Vẽ hình bằng ChatGPT

- Yêu cầu vẽ từng cảnh và dàn trang theo kịch bản chi tiết. Tùy mức độ phức tạp, dài/ngắn của truyện mà có thể yêu cầu ChatGPT vẽ lần lượt từng cảnh/ từng panel hoặc toàn bộ truyện.

- Hiện nay, ChatGPT vẫn còn hạn chế về khả năng đảm bảo sự nhất quán của nhân vật xuyên suốt toàn bộ truyện. Khi yêu cầu vẽ từng cảnh, ngoại hình nhân vật có thể bị thay đổi nhẹ. Điều này gây khó khăn trong việc duy trì đặc điểm nhận diện của nhân vật. Vì vậy, trong mỗi lệnh yêu cầu vẽ nên mô tả chi tiết về bối cảnh, ngoại hình của các nhân vật, lưu trữ hình mẫu chuẩn của từng nhân vật từ đầu quá trình để sử dụng lại, đồng thời kiểm tra kỹ sau khi hoàn thiện từng trang.

- Sử dụng các câu lệnh và tính năng khoanh vùng trong hình ảnh để điều chỉnh các chi tiết.

* Bước 6: Điều chỉnh chi tiết (lời thoại – hình ảnh – độ chính xác) và hoàn thiện

- Sử dụng các công cụ kết hợp như Canva, PowerPoint hoặc các phần mềm đồ họa khác để dàn trang, điều chỉnh, chỉnh sửa các lỗi về lời thoại, chữ tiếng Việt, nhân vật không đồng nhất,... mà AI chưa xử lý được.

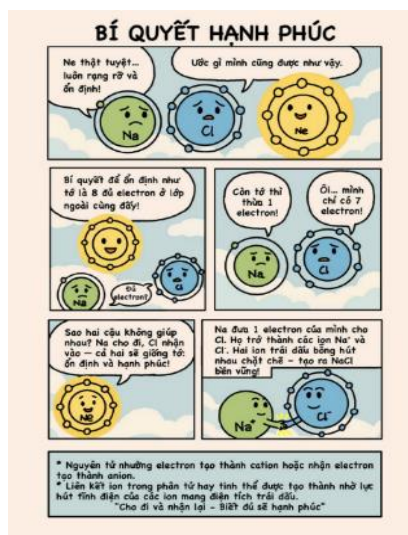
- Xin ý kiến người đọc (HS và chuyên gia) để chỉnh sửa hoàn thiện.

2.2.4. Xây dựng truyện tranh sử dụng trong dạy học phần “Cơ sở Hóa học chung” (Hóa học 10)

* Minh họa xây dựng truyện tranh Bí quyết hạnh phúc

- Mục tiêu: Trình bày và vận dụng được quy tắc octet trong quá trình hình thành liên kết hoá học cho các nguyên tố nhóm A; Trình bày được khái niệm và sự hình thành liên kết ion (nêu một số ví dụ điển hình tuân theo quy tắc octet).

- Nội dung chính: Hai nguyên tử Na và Cl rất ngưỡng mộ và ước được như nguyên tử Ne vì Ne luôn ổn định. Ne chia sẻ bí quyết để ổn định như mình là có đủ 8 electron ở lớp ngoài cùng và



Hình 1. Truyện Bí quyết hạnh phúc

gợi ý cho Na nhường electron cho Cl để cả 2 đều có được lớp vỏ như mong muốn. Hai nguyên tử Na và Cl làm theo, họ trở thành ion Na^+ và Cl^- hút nhau bằng lực hút tĩnh điện, tạo ra NaCl bền vững.

- **Các nhân vật:** Ne – Nguyên tử có đủ 8 electron lớp ngoài cùng, ổn định, hạnh phúc; Na – Nguyên tử chỉ có 1 electron lớp ngoài cùng, hào phóng, sẵn sàng cho đi 1 electron; Cl – Nguyên tử có 7 electron lớp ngoài cùng, mong muốn nhận thêm 1 electron nữa.

- **Nội dung truyền tải và ý nghĩa giáo dục:** Quy tắc octet; sự tạo thành cation và anion; bản chất của liên kết ion; ý nghĩa giáo dục về sự cho – nhận, biết đủ sẽ hạnh phúc: Hai nguyên tử Na và Cl sau khi cho – nhận electron không những trở nên bền vững, ổn định hơn mà còn tạo ra liên kết chặt chẽ.

* Các truyện tranh đã xây dựng được

Dựa vào việc phân tích chương trình môn Hóa học 2018 phần Cơ sở Hóa học chung (Hóa học lớp 10) và đề xuất ý tưởng cốt truyện trên, bốn truyện tranh đã được xây dựng hoàn thiện, bao gồm: (1) *Lịch sử khám phá nguyên tử* - Giới thiệu quá trình phát hiện và nghiên cứu cấu tạo nguyên tử; (2) *Phòng khám nguyên tử* - Giải thích khái niệm đồng vị và giới thiệu về các đồng vị của hydrogen; (3) *Khách sạn Orbital* - Minh họa cấu trúc lớp vỏ electron và cách viết cấu hình electron của nguyên tử; (4) *Bí quyết hạnh phúc* - Giải thích bản chất liên kết ion thông qua quá trình cho – nhận electron.



Hình 2. Mã QR để đọc các truyện tranh



Hình 3. Các truyện tranh đã xây dựng được

2.2.5. Đề xuất cách sử dụng truyện tranh trong dạy học phần “Cơ sở Hóa học chung”

Để phát huy tối đa hiệu quả hỗ trợ dạy học của truyện tranh, nghiên cứu đã đề xuất các cách sử dụng linh hoạt, phù hợp với từng giai đoạn của quá trình dạy học và đặc điểm tâm lí, nhận thức của HS. Cụ thể:

* Sử dụng truyện tranh để mở đầu bài học

Truyện tranh đóng vai trò như tình huống khởi động, giúp tạo hứng thú, khơi gợi tư duy và kết nối kiến thức cũ - mới cho HS. Cách tổ chức: Cho HS đọc truyện tranh; Đặt câu hỏi gợi mở: “Điều gì đang xảy ra?”, “Tại sao nhân vật lại làm như vậy?”, “Có thể rút ra điều gì từ câu chuyện này?”,... Ví dụ: Sử dụng truyện tranh *Phòng khám nguyên tử* nói về 3 anh em nhà hydrogen để mở đầu bài học về khái niệm đồng vị.

* Sử dụng truyện tranh trong hoạt động hình thành kiến thức

Các truyện tranh được lồng ghép vào phân hình thành kiến thức mới nhằm trực quan hóa các nội dung trừu tượng giúp HS dễ tiếp cận và ghi nhớ lâu hơn. Cách tổ chức: Dùng truyện để minh họa khi dạy các khái niệm trừu tượng như cấu tạo nguyên tử, quá trình hình thành ion, phản ứng hóa học,... Nhân hóa các nguyên tố, phân tử, nguyên tử để HS dễ hình dung và ghi nhớ tính chất thông qua đặc điểm của chúng. Ví dụ: Sử dụng truyện *Bí quyết hạnh phúc* để minh họa về quá trình hình thành liên kết ion: Nhân vật Na buồn vì “thừa electron” → tạo nên câu chuyện về liên kết ion với Cl → HS hiểu cơ chế cho – nhận electron để tạo liên kết.

* Sử dụng truyện tranh kết hợp truyện tranh với các phương pháp dạy học tích cực

Truyện tranh được tích hợp trong các phương pháp như dạy học theo trạm/góc, dự án, hợp tác hoặc đóng vai,... nhằm tăng tính chủ động, sáng tạo và phát triển kĩ năng cho HS. Một số cách tổ chức: Dạy học theo trạm/góc: Thiết kế một trong các trạm/góc là “góc truyện tranh” với câu chuyện và nhiệm vụ kèm theo; Dạy học theo dự án: Giao cho HS tự sáng tác truyện tranh cho một

chủ đề cụ thể; Dạy học hợp tác: Dựa trên nội dung truyện tranh, yêu cầu HS thảo luận - trả lời các câu hỏi để làm rõ các khái niệm, quá trình; Dạy học theo phương pháp đóng vai: HS đóng vai các nhân vật trong truyện để kể hoặc diễn lại truyện. Ví dụ: Sử dụng truyện *Khách sạn Orbital*, yêu cầu HS đóng vai lễ tân của khách sạn sắp xếp phòng cho đoàn du lịch Copper gồm 29 electron.

*** Sử dụng truyện tranh trong hoạt động luyện tập, củng cố kiến thức**

Truyện tranh có thể được khai thác dưới nhiều hình thức như: điền lời thoại còn thiếu, tìm lỗi sai, tóm tắt nội dung,... nhằm giúp HS củng cố, hệ thống lại kiến thức đã học. Một số cách tổ chức: HS dựa vào đặc điểm của các nhân vật để điền nội dung lời thoại phù hợp vào các hình truyện cho trước; Yêu cầu HS tìm lỗi sai khoa học (nếu có) trong truyện tranh; Hướng dẫn HS tóm tắt lại truyện để trình bày quá trình, khái niệm. Ví dụ: Sử dụng truyện *Bí quyết hạnh phúc* có hình ảnh nguyên tử chlorine trở thành ion chloride nhưng để trống lời thoại, HS sáng tác lời thoại giải thích quá trình nhận thêm 1 electron.

*** Sử dụng truyện tranh làm tài liệu đọc thêm, mở rộng kiến thức**

Truyện tranh được cung cấp như tài liệu tự học, giúp HS tìm hiểu, mở rộng kiến thức ngoài giờ học chính khóa. Cách tổ chức: Giao truyện cho HS tự đọc ở nhà và gợi ý một số từ khóa, câu hỏi,... để HS tự tìm hiểu sau khi đọc truyện. Ví dụ: Sau bài học về Cấu tạo nguyên tử, yêu cầu HS đọc truyện *Lịch sử khám phá nguyên tử* để tìm hiểu thêm về quá trình các nhà khoa học phát hiện ra các thành phần của nguyên tử và phát triển lý thuyết về cấu tạo nguyên tử.

2.2.6. Kết quả khảo sát đánh giá sản phẩm truyện tranh và mức độ phù hợp của các cách sử dụng truyện tranh đã đề xuất

*** Đánh giá của HS**

Kết quả khảo sát cho thấy đa số HS có phản hồi tích cực về chất lượng và hiệu quả của truyện tranh với mức điểm trung bình (TB) đạt từ 3,79 - 4,10 trên thang điểm 5.

Bảng 3. Kết quả đánh giá chung về các truyện tranh của HS

STT	Nội dung khảo sát	Điểm TB
1	Các kiến thức Hóa học trong truyện tranh được trình bày chính xác và dễ hiểu.	4,06
2	Truyện tranh phù hợp với nội dung chương trình lớp 10 mà em đã/đang học.	4,01
3	Truyện được trình bày rõ ràng, dễ hiểu và nắm bắt cốt truyện	4,01
4	Truyện diễn ra theo trình tự hợp lý, logic, giúp em dễ dàng ghi nhớ các hiện tượng, quá trình, khái niệm hóa học.	3,79
5	Bối cảnh và cốt truyện hấp dẫn, gây hứng thú và kích thích tư duy cho em.	4,10
6	Em nhận thấy có những bài học đạo đức/ý nghĩa giáo dục trong truyện.	3,90
7	Hình ảnh, màu sắc và bố cục trong truyện tranh đẹp, dễ quan sát.	4,06
8	Truyện có sáng tạo trong cách mô tả hoặc biểu đạt các nhân vật, hình ảnh sinh động, sử dụng nhân hóa, ẩn dụ, biểu tượng giúp em dễ dàng hiểu được đặc điểm, tính chất tương ứng trong hóa học	3,94
9	Em muốn tiếp tục học các chủ đề Hóa học khác thông qua truyện tranh.	4,07
10	Em cảm thấy truyện tranh là một cách học hiệu quả và phù hợp với bản thân.	3,94

Các phản hồi mở cho thấy phần lớn HS bày tỏ sự yêu thích đối với truyện *Phòng khám nguyên tử* nhờ sự ngắn gọn, dễ hiểu và cách nhân hóa các nhân vật sinh động, gần gũi, giúp làm rõ kiến thức về đồng vị. Điều này cho thấy độ dài của truyện cũng là một yếu tố quan trọng. HS dễ dàng theo dõi và tiếp nhận các truyện có nội dung ngắn gọn. Ngược lại, các truyện dài hoặc quá nhiều nội dung có thể gây khó khăn cho HS, từ đó giảm hiệu quả mong muốn trong dạy học, thể hiện ở các nội dung khảo sát số 4, 6, 8, 10 đạt điểm trung bình thấp hơn mức 4,0 (đồng ý).

Nhiều chi tiết trong các truyện được HS nhận xét là hỗ trợ hiệu quả cho việc tiếp thu kiến thức như hình ảnh phân chia phòng theo lớp electron trong *Khách sạn Orbital*, hình tượng cho - nhận electron trong *Bí quyết hạnh phúc* hay nhân các đồng vị trong *Phòng khám nguyên tử*.

Ngoài ra, nhiều HS bày tỏ mong muốn được tiếp tục học các chủ đề Hóa học khác thông qua hình thức truyện tranh, đồng thời đề xuất các cốt truyện hoặc ý tưởng cụ thể. Những ý kiến này là cơ sở thực tiễn quan trọng để tác giả tiếp tục hoàn thiện sản phẩm cũng như xây dựng các truyện tranh Hóa học mới phù hợp với nhu cầu, sở thích và định hướng chương trình giáo dục.

Bên cạnh những đánh giá tích cực, một số HS cũng bày tỏ một số góp ý nhằm hoàn thiện sản phẩm, cụ thể như: lời thoại cần ngắn gọn, súc tích hơn; hình ảnh cần sinh động, bắt mắt hơn; nên bổ sung thêm yếu tố hài hước, tình huống thực tế và phần tóm tắt, giải thích kiến thức chi tiết hơn sau mỗi truyện. Có một số ý kiến băn khoăn về vấn đề sao chép phong cách của các họa sĩ khi sử dụng công cụ AI để thiết kế hình ảnh trong truyện tranh. Một vài HS nhận xét rằng một số hình ảnh còn mang tính chất công nghiệp, thiếu sự sinh động hoặc chưa thực sự tự nhiên, tạo cảm giác khô cứng. Tuy nhiên, đa số HS không phản đối việc sử dụng AI, thậm chí đánh giá cao sự hỗ trợ của AI giúp hình ảnh truyện tranh đẹp, hiện đại và có tính sáng tạo. Một số HS đề xuất cần kết hợp linh hoạt giữa AI và chỉnh sửa thủ công để hình ảnh vừa đạt tính thẩm mỹ cao, vừa đảm bảo sự mềm mại, sinh động, phù hợp với tâm lý lứa tuổi.

* Đánh giá của GV

Các sản phẩm truyện tranh cũng được các GV đánh giá cao với điểm trung bình (điểm TB) các tiêu chí ở mức từ 4,03 đến 4,26 trên thang điểm 5, cụ thể như sau:

Bảng 4. Kết quả đánh giá chung về các truyện tranh của GV

Tiêu chí	Điểm TB	Tiêu chí	Điểm TB
1. Tính chính xác, khoa học	4,19	2. Tính phù hợp với chương trình môn học	4,26
3. Tính mạch lạc	4,03	4. Tính hệ thống và logic	4,16
5. Tính hấp dẫn	4,10	6. Tính giáo dục	4,16
7. Tính thẩm mỹ	4,06	8. Tính sáng tạo trong cách thể hiện	4,06

Kết quả khảo sát cũng cho thấy GV đều đánh giá cao tính phù hợp và khả thi của các cách sử dụng truyện tranh hỗ trợ dạy học phần “Cơ sở Hóa học chung”. Cụ thể:

Bảng 5. Kết quả đánh giá về các cách sử dụng truyện tranh của GV

Cách sử dụng truyện tranh	Hoàn toàn phù hợp	Phù hợp	Bình thường	Không phù hợp	Hoàn toàn không phù hợp
1. Sử dụng truyện tranh để mở đầu bài học	7 (23%)	20 (65%)	4 (13%)	0 (0%)	0 (0%)
2. Sử dụng truyện tranh trong hoạt động hình thành kiến thức	9 (29%)	19 (61%)	3 (10%)	0 (0%)	0 (0%)
3. Sử dụng truyện tranh trong hoạt động luyện tập, củng cố kiến thức	13 (42%)	15 (48%)	3 (10%)	0 (0%)	0 (0%)
4. Sử dụng truyện tranh kết hợp truyện tranh với các phương pháp dạy học tích cực	13 (42%)	15 (48%)	3 (10%)	0 (0%)	0 (0%)
5. Sử dụng truyện tranh làm tài liệu đọc thêm, mở rộng kiến thức	9 (29%)	17 (55%)	5 (16%)	0 (0%)	0 (0%)

Dựa vào kết quả khảo sát, cả 5 cách sử dụng trên đều được GV nhận xét là phù hợp và có thể áp dụng linh hoạt trong dạy học. Điều này cho thấy truyện tranh không chỉ là công cụ hỗ trợ học tập hiệu quả mà còn phù hợp với xu hướng đổi mới phương pháp dạy học theo định hướng

phát triển năng lực, phẩm chất HS hiện nay. Tuy nhiên, một số GV cũng góp ý cần tiếp tục hoàn thiện về mặt hình thức, đặc biệt là hình ảnh và lời thoại để truyện tranh sinh động, dễ hiểu hơn, đồng thời tăng tính tương tác và gợi mở trong quá trình sử dụng truyện vào hoạt động dạy học.

* Thảo luận

Một điều thú vị từ kết quả khảo sát là sự chênh lệch giữa điểm TB các tiêu chí do GV và HS đánh giá đối với sản phẩm truyện tranh. Cụ thể điểm TB các tiêu chí của GV dao động từ 4,03 đến 4,26 trên thang điểm 5, trong khi điểm của HS cho có xu hướng thấp hơn, dao động từ khoảng 3,79 đến 4,10. Trong đó, các tiêu chí có sự tương đồng cao là 3, 5, 7. Các tiêu chí có sự chênh lệch rõ rệt là 4, 6, 8.

Sự khác biệt này là hợp lý và phản ánh rõ nét đặc điểm tâm lý, nhận thức và vai trò của hai nhóm đối tượng. GV tiếp cận sản phẩm từ góc độ chuyên môn, đánh giá dựa trên các tiêu chí như tính chính xác khoa học, tính phù hợp chương trình, tính logic và khả năng sử dụng trong dạy học. Với nền tảng chuyên môn và kinh nghiệm giảng dạy, GV nhận ra được ưu điểm của truyện tranh trong việc hỗ trợ trực quan hóa kiến thức, tăng cường hứng thú và phát triển năng lực HS.

Trong khi đó, HS tiếp cận truyện tranh chủ yếu dưới góc độ người học, với những cảm nhận mang tính cá nhân và phụ thuộc nhiều vào thị hiếu, sở thích hoặc mức độ dễ hiểu, hấp dẫn của hình thức thể hiện. Những yếu tố như lời thoại, dung lượng truyện còn dài, hình ảnh chưa thực sự sinh động, thiếu yếu tố hài hước hoặc chưa phù hợp với sở thích có thể khiến một số HS giảm mức độ hài lòng, dẫn đến điểm đánh giá thấp hơn. Điều này cũng phản ánh mức độ kì vọng của HS ở các sản phẩm truyện tranh trong dạy học là tương đối cao. Thông qua phần ý kiến phản hồi mở, một số HS thể hiện sự hiểu biết về các công cụ AI nói chung và sử dụng AI trong xây dựng các nội dung hình ảnh nói riêng, cho thấy mức độ quan tâm về vấn đề này cao hơn so với nhóm GV. Những nguyên nhân nói trên có thể dẫn đến sự đánh giá khắt khe hơn của HS so với GV.

Mặc dù HS cho điểm thấp hơn, nhưng tỉ lệ đồng thuận tích cực của HS vẫn ở mức cao (trên 65% ở hầu hết các tiêu chí), cho thấy truyện tranh cơ bản đáp ứng được nhu cầu học tập của các em. Sự khác biệt về điểm số chủ yếu nằm ở góc nhìn và kì vọng khác nhau giữa người dạy và người học, đồng thời cũng là cơ sở quan trọng giúp tác giả nhìn nhận khách quan hơn để tiếp tục hoàn thiện sản phẩm, vừa đảm bảo tính khoa học, vừa phù hợp hơn với tâm lý, sở thích của HS.

3. Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng bộ tiêu chí đánh giá truyện tranh hỗ trợ dạy học phần “Cơ sở Hóa học chung” lớp 10, đồng thời đề xuất quy trình xây dựng truyện tranh trên cơ sở sử dụng ChatGPT và các công cụ tạo hình ảnh. Bốn sản phẩm truyện tranh minh họa được xây dựng và khảo sát thực tiễn cho thấy tính khả thi và hiệu quả trong hỗ trợ tiếp cận các nội dung khái quát, trừu tượng trong phần Cơ sở hóa học chung (Hóa học lớp 10).

Kết quả khẳng định sử dụng truyện tranh hỗ trợ dạy học là giải pháp sáng tạo, phù hợp với đổi mới phương pháp dạy học Hóa học theo định hướng phát triển năng lực. Tuy nhiên, cần tiếp tục hoàn thiện hình thức thể hiện, mở rộng chủ đề và tiến hành thêm thực nghiệm sư phạm để nâng cao chất lượng và khẳng định khả năng ứng dụng thực tiễn của đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Giáo dục & Đào tạo, (2018). *Chương trình Giáo dục phổ thông – Môn Hóa học* (ban hành kèm theo Thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26 tháng 12 năm 2018).
- [2] WWD Sones, (1944). The Comics and Instructional Method. *The Journal of Educational Sociology*, 18(4), 232-240. <https://www.jstor.org/stable/i313687>.
- [3] Lamminpää J & Vesterinen VM, (2020). Draw-a-science-comic: Alternative prompts and the presence of danger. *International Journal on Math, Science and Technology Education*, 8(1), 319-339. DOI:10.31129/LUMAT.8.1.1385.

- [4] Anggraeni SW, Alpian Y, Priamdani D & Damayanti T, (2023). Development of comic-based teaching materials in elementary schools. *Indonesian Journal of Social Research*, 5(1), 23-35. DOI: 10.30997/ijsr.v5i1.263.
- [5] Fitria Y, Malik A, Mutiaramses, Halili SH & Amelia R, (2023). Digital comic teaching materials: It's role to enhance student's literacy on organism characteristic topic. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(10). DOI: 10.29333/ejmste/13573.
- [6] Badeo JMO & Ong Kian Koc BCU, (2021). Use of a comic-based learning module in Physics to enhance students' achievement and motivation. *Science Education International*, 32(2), 131-136. DOI: 10.33828/sei.v32.i2.6.
- [7] Amalliyah N, Setiawan W, Hidayatullah B, Malik FA & Nurwahid M, (2025). Development of a mathematical comic to improve student learning achievement. *International Journal on Advanced Science, Education, and Religion*, 8(1), 128-137.
- [8] Sipayung TN, Simanjuntak SD, Wijaya A & Sugiman S, (2020). The effect of comic-based realistic mathematics approach on students' learning motivation and conceptual understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1538(1), 012111. DOI: 10.1088/1742-6596/1538/1/012111.
- [9] Topkaya Y, (2016). The impact of instructional comics on the cognitive and affective learning about environmental problems. *Education and Science*, 41(187), 199-219. DOI: 10.15390/EB.2016.5713.
- [10] BTT Mai, (2024). Truyện tranh - Nguồn tài nguyên giáo dục trong dạy và học về lịch sử Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Mở Hà Nội*, 111(2024) <https://vjol.info.vn/index.php/jshou/article/view/92571>.
- [11] Templer B, (2009). Graphic novels in the ESL classroom. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/26626104>.
- [12] Yang G, (2008). Graphic novels in the classroom. *Language Arts*, 85, 185-192.
- [13] Weitkamp E & Burnet F, (2007). The chemedian brings laughter to the chemistry classroom. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1911-1929. DOI: 10.1080/09500690701222790.
- [14] Agnaldo A, Souza DDD, Santos PMM, de Sousa e Silva KK, Saldanha TCB & Weber KC, (2013). Introducing comics as an alternative scientific narrative in chemistry teaching. *Bati Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(8), 1-14.
- [15] Okolie JA, Barakat SM, Smith EK, Ogbaga CC, Iorember PT, Jellason NP, (2025). A team-based activity integrated with comics for introducing the Sustainable Development Goals in classrooms. *Education for Chemical Engineers*, 51, 9-19. DOI:10.1016/j.ece.2025.01.004.
- [16] Topkaya Y, Batdı V, Durmuş B & Özkaya A, (2023). The Effectiveness of Using Comics in Education: A Metaanalytic and Meta-thematic Analysis Study. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi (AKEF) Dergisi*, 5(3), 922-940.
- [17] NV Đại, ĐTV Anh & KP Hào, (2023). Quy trình tổ chức hoạt động sáng tác truyện tranh thực tiễn hóa học cho học sinh Trung học phổ thông theo mô hình Dạy học kết hợp. *Tạp chí Giáo dục*, 23(7-Số đặc biệt), 100-106.
- [18] PT Hà, NTT Hường, HM Tường, NK Linh, NTM Hòa & NV Đại, (2025). Sử dụng các công cụ tin học trong thiết kế truyện tranh thực tiễn hóa học. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2*, 3(03), 155-165.
- [19] Novianti R & Putra A, (2020). Development of chemistry comics as alternative learning media on electrolyte and non electrolyte solution for Grade X SMA. *International Journal of Research and Review*, 7(9), 25.
- [20] Hosler J & Boomer KB, (2011). Are comic books an effective way to engage nonmajors in learning and appreciating science?. *CBE Life Sciences Education*, 10(3), 309-317. DOI: 10.1187/cbe.10-07-0090.
- [21] Okolie JA & St.Denis RL, (2024). Exploring hydrogen production: a comic-based educational approach. *Matter*, published online, April 03, 2024. DOI: 10.1016/j.matt.2024.02.010.
- [22] Mayer RE & Moreno R, (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38, 43-52.
- [23] Lin SF & Lin HS, (2016). Learning nanotechnology with texts and comics: the impacts on students of different achievement levels. *International Journal of Science Education*, 38(8), 1373-1391. DOI: 10.1080/09500693.2016.1191089.