

ĐỀ XUẤT QUY TRÌNH TÍCH HỢP CÔNG NGHỆ SỐ DẠY HỌC CHỦ ĐỀ ESTER NHẪM PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC SỐ CHO HỌC VIÊN GIÁO DỤC THƯỜNG XUYÊN

DIGITAL TECHNOLOGY-INTEGRATED TEACHING FOR THE ESTER TOPIC TO DEVELOP DIGITAL COMPETENCE AMONG CONTINUING EDUCATION LEARNERS

Lữ Bảo Khánh¹,
Huỳnh Gia Bảo^{2,+}

¹Trung tâm Giáo dục Nghề nghiệp - Giáo dục Thường xuyên tỉnh Gia Lai;

²Đại học Cần Thơ

+Tác giả liên hệ • Email: hgbao@ctu.edu.vn

Article history

Received: 30/6/2026

Accepted: 27/7/2026

Published: 05/10/2026

Keywords

Digital competence,
continuing education
learners, Ester topic, digital
technology

ABSTRACT

Digital transformation in education requires continuing education learners to develop digital competence alongside subject knowledge. The Ester topic provides a suitable context for this approach because structural formulas, nomenclature, Esterification, hydrolysis, and practical applications can be visualized and explored with digital tools. Using qualitative document analysis, this study proposes three context-specific components of digital competence: accessing and processing chemical information; using digital tools for learning and problem solving; and applying digital technology for communication, collaboration, and presentation. On that basis, a five-step process is proposed to guide the design, implementation, evidence collection, adjustment, and evaluation of technology-integrated teaching activities. The findings are presented as an initial design framework rather than evidence of intervention effectiveness.

1. Mở đầu

Chuyển đổi số trong giáo dục không chỉ làm thay đổi cách tiếp cận học liệu mà còn đặt ra yêu cầu người học biết tìm kiếm, đánh giá, tạo lập và chia sẻ nội dung số một cách an toàn, có trách nhiệm. DigComp 2.2 mô tả năng lực số (NLS) qua năm lĩnh vực: thông tin và dữ liệu; giao tiếp và hợp tác; sáng tạo nội dung số; an toàn; giải quyết vấn đề (GQVĐ), đồng thời nhấn mạnh việc điều chỉnh khung tham chiếu theo nhu cầu của từng nhóm đối tượng và bối cảnh sử dụng (Vuorikari và cộng sự, 2022). Ở Việt Nam, Thông tư số 02/2025/TT-BGDĐT xác định NLS là khả năng sử dụng công nghệ số để thực hiện nhiệm vụ và GQVĐ trong học tập, công việc và đời sống (Bộ GD-ĐT, 2025). Đối với học viên (HV) giáo dục thường xuyên (GDTX), yêu cầu này cần được đặt trong bối cảnh người học có sự khác biệt đáng kể về nền tảng kiến thức, quỹ thời gian, khả năng tiếp cận thiết bị và mức độ thành thạo công nghệ; đây cũng là những vấn đề được lưu ý khi xây dựng khung NLS cho người học trưởng thành ở Việt Nam (Hồ Huyền Trang và Mai Thị Phương, 2024). Vì vậy, công nghệ không nên được đưa vào như một mục tiêu tự thân. Công cụ quá phức tạp hoặc đòi hỏi nhiều thao tác không phục vụ trực tiếp mục tiêu Hóa học có thể làm gia tăng tải nhận thức ngoại lai và phân tán nguồn lực nhận thức khỏi nội dung cần học (Skulmowski và Xu, 2022). Với chủ đề Ester, các nội dung như công thức cấu tạo, đồng phân, danh pháp, phản ứng Ester hóa, phản ứng thủy phân và ứng dụng có nhiều yếu tố trừu tượng; do đó, mô hình phân tử, video thí nghiệm, mô phỏng và học liệu số chỉ thực sự có ý nghĩa khi giúp HV quan sát, so sánh và giải thích bản chất Hóa học rõ ràng hơn.

Trên cơ sở đó, có thể khái quát các nghiên cứu liên quan theo ba hướng: (1) Hướng nghiên cứu về khung NLS tập trung làm rõ cấu trúc, các lĩnh vực năng lực và cách vận dụng khung tham chiếu trong từng bối cảnh. Từ DIGCOMP ban đầu (Ferrari, 2013) đến DigComp 2.2 (Vuorikari và cộng sự, 2022), khung năng lực được liên tục cập nhật; tại Việt Nam, một số nghiên cứu đã điều chỉnh và kiểm định cấu trúc theo nhóm người học cụ thể (Hồ Minh Sánh, 2024); (2) Các nghiên cứu trong nước nhấn mạnh sự gắn kết giữa phát triển NLS với môi trường dạy học, nhu cầu học tập suốt đời và đặc điểm của từng nhóm người học, từ sinh viên đại học, sinh viên sư phạm đến người học trưởng thành (Châu Thị Hồng Nhựt, 2023; Châu Thị Hồng Nhựt, 2024; Hồ Huyền Trang và Mai Thị Phương, 2024); (3) Trong giáo dục Hóa học, công nghệ số được khai thác để trực quan hóa cấu trúc, sử dụng cơ sở dữ liệu mở, hỗ trợ biểu diễn đa mức, mô phỏng thí nghiệm và kết nối kiến thức với hiện tượng đời sống (Aroch và cộng sự, 2024; Pabuçcu-Akış, 2025). Tuy nhiên, vẫn thiếu các nghiên cứu nằm ở giao điểm của ba phương diện: đối tượng HV GDTX, một nội dung Hóa học hữu cơ cụ thể là chủ đề Ester, và việc chuyển các lĩnh vực NLS tổng quát thành những hành vi có thể quan sát trực tiếp qua nhiệm vụ cũng như sản phẩm học tập môn Hóa học.

Xuất phát từ khoảng trống đó, bài báo đề xuất khung định hướng gồm các biểu hiện NLS, rubric ban đầu và quy trình tổ chức dạy học chủ đề Ester tích hợp công nghệ số cho HV GDTX. Trong phạm vi nghiên cứu, chủ đề Ester được xem xét ở môn Hóa học lớp 12 thuộc chương trình GDTX cấp THPT. Các hoạt động được thiết kế trên giả định HV có thể tiếp cận điện thoại thông minh hoặc máy tính theo cá nhân hay theo nhóm, có kết nối Internet ở mức cơ bản; đồng thời, GV chuẩn bị phương án thay thế bằng học liệu tải trước, thiết bị dùng chung hoặc hoạt động ngoại tuyến khi cần. Trên cơ sở đó, nghiên cứu tập trung làm rõ ba nội dung có quan hệ chặt chẽ: (1) các biểu hiện NLS có thể hình thành và được quan sát trong quá trình học chủ đề Ester; (2) các nguyên tắc thiết kế bảo đảm công nghệ phù hợp với đặc điểm và điều kiện học tập của HV GDTX; (3) quy trình thiết kế, triển khai, đánh giá và cải tiến hoạt động dạy học theo định hướng phát triển NLS.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích tài liệu định tính có chủ đích, phù hợp với mục tiêu xây dựng đề xuất lý luận và thiết kế sư phạm ban đầu. Nguồn tài liệu gồm: (1) văn bản pháp lý và chương trình giáo dục có liên quan; (2) tài liệu nền tảng về DigComp và Khung NLS cho người học của Việt Nam; (3) các công trình công bố trong giai đoạn 2013-2025 về NLS, người học trưởng thành hoặc HV GDTX, dạy học Hóa học và tích hợp công nghệ số. Các từ khóa định hướng tìm kiếm gồm “digital competence”, “DigComp”, “continuing education”, “adult learners”, “chemistry education”, “organic chemistry”, “Ester” và “digital technology”. Tài liệu được lựa chọn khi đáp ứng đồng thời ba điều kiện: có nguồn xuất bản xác định và truy xuất được; cung cấp căn cứ trực tiếp cho ít nhất một trong bốn vấn đề gồm cấu trúc NLS, yêu cầu cần đạt của chủ đề Ester, đặc điểm người học GDTX hoặc nguyên tắc thiết kế hoạt động tích hợp công nghệ; và có nội dung phù hợp với mục tiêu xây dựng khung đề xuất. Những tài liệu chỉ đề cập chung đến chuyển đổi số nhưng không đóng góp trực tiếp cho mục tiêu nghiên cứu được loại bỏ. Vì vậy, cách tiếp cận này không được trình bày như một tổng quan hệ thống bao quát toàn bộ công bố hiện có, mà là quá trình lựa chọn tài liệu nền tảng và tài liệu chuyên biệt phục vụ việc xây dựng khung đề xuất.

Sau khi lựa chọn, tài liệu được đọc toàn văn và mã hóa theo bốn nhóm nội dung: (1) yêu cầu cần đạt của chủ đề Ester; (2) biểu hiện NLS có thể quan sát trong nhiệm vụ Hóa học; (3) đặc điểm và rào cản học tập của HV GDTX; (4) khả năng hỗ trợ của công nghệ số đối với việc trực quan hóa cấu trúc, phản ứng và xử lý thông tin Hóa học. Các kết quả mã hóa sau đó được đối chiếu với DigComp 2.2, Khung NLS cho người học của Việt Nam và yêu cầu của chủ đề Ester. Một biểu hiện chỉ được đưa vào khung đề xuất khi đồng thời có căn cứ lý luận, gắn với một nhiệm vụ Hóa học xác định và có thể quan sát qua quá trình hoặc sản phẩm học tập. Cách làm này phù hợp với nguyên tắc của DigComp rằng khung tham chiếu cần được thích nghi theo nhu cầu của nhóm đích và bối cảnh sử dụng (Vuorikari và cộng sự, 2022). Bên cạnh đó, thông tin thư mục được đối chiếu với trang chính thức của cơ quan ban hành, tạp chí hoặc nhà xuất bản và DOI; danh mục tài liệu tham khảo được kiểm tra hai chiều để bảo đảm mỗi nguồn liệt kê đều được trích dẫn trong bản thảo và mỗi trích dẫn đều có mục tương ứng. Nghiên cứu không sử dụng mẫu thực nghiệm, nhóm đối chứng, đo trước - sau hoặc kiểm định thống kê; vì vậy, các kết quả chỉ được diễn giải ở mức đề xuất lý luận và thiết kế sư phạm ban đầu, không được xem là bằng chứng về hiệu quả can thiệp.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Một số vấn đề lý luận

3.1.1. Năng lực số của học viên giáo dục thường xuyên trong dạy học chủ đề Ester

3.1.1.1. Khái niệm

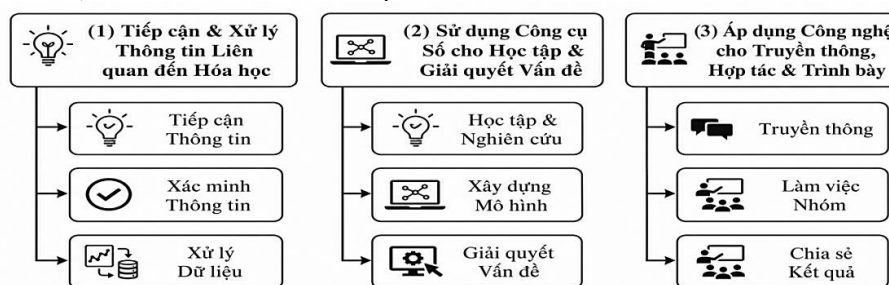
“Năng lực số” được hiểu là khả năng huy động kiến thức, kỹ năng và thái độ để sử dụng công nghệ số một cách hiệu quả, có phê phán, sáng tạo và có trách nhiệm trong học tập, công việc và đời sống. DigComp 2.2 xác định năm lĩnh vực cốt lõi gồm thông tin và dữ liệu; giao tiếp và hợp tác; sáng tạo nội dung số; an toàn; GQVĐ (Vuorikari và cộng sự, 2022). Tại Việt Nam, Thông tư số 02/2025/TT-BGDĐT quy định NLS gắn với khả năng sử dụng công nghệ số để thực hiện nhiệm vụ và GQVĐ trong học tập, công việc và đời sống (Bộ GD-ĐT, 2025, Điều 3). Một số nghiên cứu trong nước cũng sử dụng cấu trúc này làm điểm tham chiếu khi xây dựng hoặc kiểm định khung NLS cho các nhóm người học cụ thể (Hồ Minh Sánh, 2024). Từ các quan niệm trên, trong dạy học chủ đề Ester, NLS không được xem là tập hợp kỹ năng công nghệ tách rời môn học, mà được thể hiện ở khả năng tìm kiếm và kiểm chứng thông tin Hóa học; sử dụng công cụ số để quan sát, biểu diễn cấu trúc và phản ứng; hợp tác trong môi trường số; và tạo lập sản phẩm có nội dung chính xác, có nguồn, tuân thủ đạo đức học thuật.

Trên cơ sở đó, NLS của HV GDTX có thể được nhận diện qua các biểu hiện gắn trực tiếp với nhiệm vụ học tập chủ đề Ester: (1) tìm kiếm, lựa chọn và đánh giá học liệu số về khái niệm, danh pháp, công thức cấu tạo, tính chất, điều chế và ứng dụng; (2) sử dụng phần mềm vẽ công thức, mô hình phân tử, video thí nghiệm hoặc bài tập trực

tuyển đề trực quan hóa và kiểm tra kiến thức; (3) giao tiếp, hợp tác và phản hồi trong môi trường số; (4) tạo lập, trình bày sản phẩm như sơ đồ phản ứng, bài trình chiếu, infographic, poster hoặc video; (5) kiểm chứng thông tin, trích dẫn nguồn, bảo vệ dữ liệu cá nhân và điều chỉnh sản phẩm theo yêu cầu học thuật. Những biểu hiện này tạo cơ sở để chuyển từ khung NLS tổng quát sang một cấu trúc có thể quan sát và đánh giá trong chủ đề Hóa học cụ thể.

3.1.1.2. Cấu trúc và thành tố của năng lực số trong dạy học chủ đề Ester

Trên cơ sở DigComp 2.2 và Khung NLS cho người học của Việt Nam, nghiên cứu đề xuất các tiêu chí quan sát NLS của HV GDTX trong dạy học chủ đề Ester dựa trên những hành vi có thể nhận diện qua nhiệm vụ và sản phẩm học tập. Việc quy tụ các biểu hiện thành ba thành tố không nhằm rút gọn hay thay thế năm lĩnh vực của DigComp 2.2, mà là một lựa chọn theo ngữ cảnh: thành tố (1) chủ yếu tương ứng với thông tin và dữ liệu; thành tố (2) gắn với sáng tạo nội dung số và GQVĐ; thành tố (3) gắn với giao tiếp và hợp tác. Cách tiếp cận này phù hợp với quan điểm rằng khung tham chiếu cần được thích nghi theo nhu cầu của nhóm đích, thay vì được áp dụng như một cấu trúc cứng cho mọi bối cảnh (Vuorikari và cộng sự, 2022, tr 8-9). Các yêu cầu về an toàn, bảo vệ dữ liệu cá nhân, bản quyền, trích dẫn nguồn và đạo đức học thuật được tích hợp xuyên suốt trong các tiêu chí xác minh thông tin, sử dụng công cụ số và chia sẻ sản phẩm. Để làm rõ mối quan hệ giữa khung tham chiếu và các biểu hiện được lựa chọn trong ngữ cảnh chủ đề Ester, cấu trúc đề xuất được khái quát ở hình 1.



Hình 1. Cấu trúc NLS của HV GDTX trong dạy học chủ đề Ester

(Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở Vuorikari và cộng sự, 2022; Bộ GD-ĐT, 2025)

Hình 1 cho thấy ba thành tố không tồn tại tách rời mà cùng tham gia vào quá trình giải quyết một nhiệm vụ Hóa học. Trước hết, HV cần tiếp cận và kiểm chứng thông tin; tiếp đó, lựa chọn và sử dụng công cụ phù hợp; cuối cùng, trao đổi, hợp tác và trình bày kết quả trong môi trường số. Các yêu cầu về an toàn, trách nhiệm, bản quyền và đạo đức học thuật được xem là điều kiện xuyên suốt, không phải một hoạt động riêng biệt. Trên cơ sở cấu trúc này, bảng 1 cụ thể hóa từng thành tố thành những hành vi có thể quan sát trực tiếp trong quá trình học chủ đề Ester.

Bảng 1. Biểu hiện hành vi của HV GDTX trong dạy học chủ đề Ester

Thành tố năng lực	Biểu hiện hành vi (Tiêu chí)
(1) Tiếp cận và xử lý thông tin liên quan đến chủ đề Ester	- Tiếp cận thông tin: Tìm kiếm, lựa chọn và sử dụng học liệu số phù hợp với chủ đề Ester. - Xác minh thông tin: Đối chiếu nguồn, kiểm tra độ tin cậy và tính đúng của công thức, danh pháp, phương trình hoặc thông tin ứng dụng Ester. - Xử lý dữ liệu: Tổ chức, lưu trữ và xử lý thông tin về công thức, phản ứng, ứng dụng Ester bằng công cụ số.
(2) Sử dụng công cụ số cho học tập và GQVĐ	- Học tập và nghiên cứu: Sử dụng nền tảng số, video, học liệu mở hoặc bài tập trực tuyến để học chủ đề Ester. - Sử dụng công cụ số để trực quan hóa cấu trúc và phản ứng: Dùng phần mềm, mô phỏng hoặc công cụ trực quan để biểu diễn nhóm chức, công thức cấu tạo, đồng phân và phản ứng Ester hóa/thủy phân. - GQVĐ: Vận dụng công cụ số để phân tích, so sánh, giải thích và giải quyết nhiệm vụ học tập về Ester.
(3) Áp dụng công nghệ cho truyền thông, hợp tác và trình bày	- Truyền thông: Dùng công cụ số để trao đổi, thảo luận và phản hồi về nội dung học tập. - Làm việc nhóm: Hợp tác trực tuyến để phân công nhiệm vụ, chia sẻ tài liệu và xây dựng sản phẩm về Ester. - Chia sẻ kết quả: Trình bày sản phẩm số như báo cáo, sơ đồ phản ứng, bài trình chiếu, poster hoặc video; ghi nguồn học liệu, tôn trọng bản quyền và tuân thủ đạo đức học thuật.

Bảng 1 cho thấy ba thành tố được cụ thể hóa thành chín tiêu chí quan sát, bao quát từ tìm kiếm, xác minh và xử lý thông tin đến sử dụng công cụ để trực quan hóa cấu trúc, phản ứng, GQVĐ, truyền thông, làm việc nhóm và chia sẻ kết quả. Điểm cốt lõi là mỗi tiêu chí đều gắn với một hành vi số xuất hiện trong nhiệm vụ Hóa học, qua đó tránh đồng nhất NLS với việc sử dụng thiết bị hoặc phần mềm đơn thuần.

Hệ thống tiêu chí trên được xem là khung định hướng ban đầu để GV thiết kế nhiệm vụ học tập và thu thập minh chứng về quá trình HV tìm kiếm, kiểm chứng, xử lý dữ liệu, sử dụng công cụ, hợp tác, trình bày sản phẩm, trích dẫn nguồn và tuân thủ đạo đức số. Nếu bảng 1 xác định nội dung cần quan sát, thì bảng 2 tiếp tục mô tả mức độ thực hiện của từng tiêu chí bằng các chỉ báo hành vi cụ thể, qua đó giảm sự phụ thuộc vào những nhận xét định tính chung chung.

Bảng 2. Các mức độ đánh giá NLS của HV trong dạy học chủ đề Ester

Tiêu chí	Mức 1: Chưa đạt	Mức 2: Đạt yêu cầu	Mức 3: Tốt
1. Tiếp cận thông tin	Không tìm được nguồn phù hợp hoặc dùng nguồn không rõ xuất xứ.	Tìm và chọn được ít nhất 2 nguồn phù hợp, có tác giả hoặc tổ chức phát hành xác định.	Lựa chọn được ít nhất 3 nguồn phù hợp với nhiệm vụ và ghi nguồn khi sử dụng thông tin.
2. Xác minh thông tin	Không kiểm tra nguồn; chấp nhận thông tin sai hoặc mâu thuẫn.	Đối chiếu được ít nhất 2 nguồn và nhận ra điểm chưa thống nhất.	Đối chiếu ít nhất 2 nguồn độc lập; phát hiện và điều chỉnh thông tin sai về công thức, danh pháp hoặc phương trình.
3. Xử lý dữ liệu	Lưu trữ thông tin rời rạc, khó truy xuất.	Sắp xếp được tệp hoặc thông tin theo thư mục, bảng phân loại đơn giản.	Tổ chức dữ liệu có tên tệp, nhãn và cấu trúc để truy xuất; tổng hợp được thông tin cần cho nhiệm vụ.
4. Học tập và nghiên cứu	Cần trợ giúp nhiều để truy cập hoặc sử dụng học liệu số.	Tự sử dụng được học liệu hoặc nền tảng số để hoàn thành nhiệm vụ.	Chủ động lựa chọn học liệu phù hợp và điều chỉnh cách sử dụng theo yêu cầu nhiệm vụ.
5. Sử dụng công cụ số để trực quan hóa	Không biểu diễn đúng nhóm chức, cấu trúc hoặc phản ứng bằng công cụ số.	Biểu diễn đúng cấu trúc hoặc phản ứng cơ bản khi có hướng dẫn.	Biểu diễn đúng nhóm chức, cấu tạo, đồng phân hoặc biến đổi trong phản ứng Ester hóa/thủy phân; không có lỗi làm thay đổi bản chất kiến thức.
6. GQVĐ	Không xác định được công cụ phù hợp với nhiệm vụ.	Chọn được công cụ phù hợp cho nhiệm vụ đơn giản và hoàn thành yêu cầu cơ bản.	Kết hợp công cụ và bằng chứng số để phân tích, so sánh và giải thích nhiệm vụ Hóa học.
7. Truyền thông	Trao đổi không đúng kênh hoặc phản hồi thiếu liên quan đến nhiệm vụ.	Trao đổi và phản hồi đúng nhiệm vụ bằng công cụ số.	Trao đổi rõ ràng, có dẫn chứng và phản hồi giúp nhóm điều chỉnh sản phẩm.
8. Làm việc nhóm	Chưa thực hiện được việc chia sẻ tài liệu hoặc phối hợp bằng công cụ số.	Tham gia phân công và chia sẻ tài liệu để hoàn thành phần việc được giao.	Phân công rõ, cập nhật tiến độ, chia sẻ đúng phiên bản và hỗ trợ thành viên khi cần.
9. Chia sẻ kết quả	Sản phẩm thiếu nội dung chính, trình bày chưa rõ hoặc không có nguồn.	Sản phẩm đúng kiến thức cơ bản, bố cục rõ và có ghi nguồn ở mức tối thiểu.	Sản phẩm có nội dung Hóa học chính xác, bố cục rõ, hình ảnh phù hợp, ghi nguồn và tuân thủ đạo đức học thuật.

3.1.2. Định hướng tổ chức dạy học chủ đề Ester nhằm phát triển năng lực số cho học viên giáo dục thường xuyên

Sau khi xác định cấu trúc NLS và các tiêu chí quan sát, vấn đề tiếp theo là chuyển chúng thành những nguyên tắc tổ chức dạy học có thể thực hiện trong bối cảnh GDTX. Theo đó, công nghệ số chỉ được tích hợp khi có mục đích sư phạm rõ ràng và hỗ trợ trực tiếp cho việc hình thành kiến thức, rèn luyện kỹ năng hoặc giải quyết nhiệm vụ Hóa học; không nên được sử dụng chỉ để làm mới hình thức trình bày. Đối với HV GDTX, công cụ cần dễ tiếp cận, mức độ thao tác tăng dần, có hướng dẫn kỹ thuật cơ bản và phương án dùng chung thiết bị hoặc học liệu ngoại tuyến khi cần. Cách tổ chức này vừa phù hợp với đặc điểm người học trưởng thành (Hồ Huyền Trang và Mai Thị Phương, 2024), vừa hạn chế nguy cơ dễ yêu cầu công nghệ tạo thêm tải nhận thức không cần thiết (Skulmowski và Xu, 2022).

Trong chủ đề Ester, công nghệ số nên được ưu tiên ở những nội dung cần trực quan hóa hoặc dễ gây nhầm lẫn như nhóm chức, công thức cấu tạo, đồng phân, tính thuận nghịch của phản ứng Ester hóa, sự khác biệt giữa thủy phân trong môi trường axit và kiềm, cũng các ứng dụng trong thực phẩm, mỹ phẩm, dược phẩm và vật liệu. Nghiên cứu về tích hợp công nghệ trong dạy học Hóa học chỉ ra nhiều chức năng như trực quan hóa, khai thác cơ sở dữ liệu mở, hỗ trợ biểu diễn đa mức, mô phỏng thí nghiệm và kết nối kiến thức với hiện tượng đời sống (Aroch và cộng sự, 2024). Riêng trong giáo dục Hóa hữu cơ, các công cụ như thực tế tăng cường, thực tế ảo, trí tuệ nhân tạo và in 3D ngày càng được quan tâm vì khả năng hỗ trợ các nội dung trừu tượng (Pabuçcu-Akış, 2025). Vì vậy, trong nghiên cứu này, công cụ được lựa chọn theo chức năng nhận thức: mô hình 3D hỗ trợ hình dung cấu trúc; video hoặc mô phỏng hỗ trợ quan sát phản ứng; công cụ vẽ công thức giúp kiểm tra biểu diễn; còn học liệu số hỗ trợ tìm kiếm, đối chiếu và kiểm chứng thông tin.

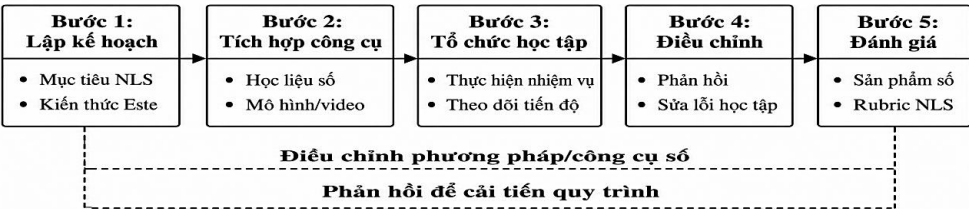
Đặc thù của HV GDTX cũng đòi hỏi mức độ sử dụng công nghệ được phân tầng. GV có thể bắt đầu bằng việc cho HV quan sát mô hình có sẵn và thao tác theo hướng dẫn, sau đó mới chuyển sang tự lựa chọn công cụ hoặc tạo sản phẩm. Không cần yêu cầu HV xây dựng mô hình 3D phức tạp nếu mục tiêu chỉ là nhận diện nhóm chức hoặc so sánh cấu trúc. Khi thiết bị hay kết nối Internet hạn chế, GV có thể tổ chức nhóm dùng chung thiết bị, cung cấp ảnh chụp mô hình, video ngoại tuyến, phiếu học tập kết hợp dữ liệu đã tải sẵn và hỗ trợ kỹ thuật ngăn trước khi thực hiện

nhiệm vụ. Cách thiết kế linh hoạt như vậy phù hợp với yêu cầu thích nghi hoạt động số theo điều kiện thực tế của người học trưởng thành (Hồ Huyền Trang và Mai Thị Phương, 2024).

Đánh giá trong dạy học chủ đề Ester theo hướng phát triển NLS cần kết hợp hai loại minh chứng: độ chính xác của kiến thức Hóa học và hành vi số được thể hiện trong quá trình thực hiện nhiệm vụ. GV vừa xem xét công thức, danh pháp, phương trình phản ứng, cách giải thích tính chất và ứng dụng, vừa quan sát khả năng tìm kiếm, xác minh thông tin, xử lý dữ liệu, sử dụng công cụ số, hợp tác, trích dẫn nguồn và tuân thủ đạo đức học thuật. Minh chứng có thể được thu thập từ rubric ban đầu, phiếu quan sát, nhiệm vụ trực tuyến, sản phẩm số, tự đánh giá và đánh giá đồng đẳng. Từ các định hướng này, mục 3.2 cụ thể hóa quy trình năm bước nhằm liên kết mục tiêu Hóa học, biểu hiện NLS, công cụ số và minh chứng đánh giá trong một chu trình có phản hồi và điều chỉnh.

3.2. Quy trình đề xuất tổ chức dạy học chủ đề Ester theo định hướng phát triển năng lực số

Trên cơ sở các nguyên tắc vừa nêu, quy trình tổ chức dạy học chủ đề Ester theo định hướng phát triển NLS cho HV GDTX gồm năm bước: (1) lập kế hoạch và xác định mục tiêu; (2) thiết kế và tích hợp công cụ số; (3) tổ chức thực hiện và theo dõi việc học; (4) phân tích và điều chỉnh bài học; (5) đánh giá thông qua sản phẩm số. Mỗi bước gắn với một nút thắt nhận thức cụ thể của chủ đề Ester, chẳng hạn nhận diện nhóm chức và đồng phân, giải thích mối liên hệ cấu trúc - tính chất, hiệu tính thuận nghịch của phản ứng Ester hóa, phân biệt thủy phân trong môi trường axit và kiềm, hoặc biểu diễn sự biến đổi cấu trúc bằng phương trình và mô hình. Mối quan hệ giữa các bước, cơ chế phản hồi và khả năng điều chỉnh phương pháp hoặc công cụ số được khái quát ở hình 2. Để minh họa xuyên suốt mà không làm thay đổi cấu trúc quy trình, năm bước được cụ thể hóa bằng nhiệm vụ nhóm “Tìm kiếm, kiểm chứng và trình bày thông tin về một Ester tạo mùi thơm quen thuộc”.



Hình 2. Quy trình thiết kế, triển khai và cải tiến dạy học chủ đề Ester theo định hướng phát triển NLS (Nguồn: Tác giả đề xuất trên cơ sở phân tích tài liệu)

3.2.1. Bước 1. Lập kế hoạch và xác định mục tiêu

- Mục tiêu: Xác định rõ sự kết hợp giữa yêu cầu kiến thức, kỹ năng của chủ đề Ester với những biểu hiện NLS cần phát triển và có thể quan sát qua nhiệm vụ, quá trình thực hiện và sản phẩm số.
- Nội dung: Xác định nội dung cốt lõi và nút thắt nhận thức của chủ đề Ester; từ đó lựa chọn nhiệm vụ, công cụ, sản phẩm và minh chứng phù hợp với mục tiêu bài học cũng như điều kiện học tập của HV GDTX.
- Sản phẩm: Kế hoạch bài dạy và ma trận liên kết giữa nội dung chủ đề Ester, nút thắt nhận thức, công cụ số, nhiệm vụ học tập, sản phẩm số và tiêu chí quan sát NLS.
- Cơ hội phát triển NLS: Ngay từ đầu nhiệm vụ, HV được định hướng cách xác định từ khóa, lựa chọn nguồn, sử dụng công cụ trực quan hóa và ghi nguồn học liệu.

Tổ chức hoạt động:

Hoạt động của GV	Hoạt động của HV
Nêu tình huống: nhân hương dứa có ghi “ethyl butyrate”; xác định yêu cầu cần đạt về nhóm chức Ester, tên gọi, công thức cấu tạo, phản ứng tạo thành và thủy phân.	Quan sát tình huống; đặt câu hỏi: ethyl butyrate có cấu tạo nào, được tạo từ acid và alcohol nào, vì sao thuộc loại Ester và có thể bị thủy phân ra sao?
Lập ma trận liên kết nội dung Ester với biểu hiện NLS: tìm nguồn, kiểm chứng tên - công thức, vẽ cấu trúc, viết phương trình và trình bày có trích dẫn.	Xác định từ khóa tìm kiếm bằng tiếng Việt và tiếng Anh; dự kiến minh chứng cần có cho từng nội dung về ethyl butyrate.
Quy định nhiệm vụ nhóm: xác minh tên thông thường và tên thay thế, công thức phân tử, công thức cấu tạo, nhóm chức và nguồn gốc mùi của ethyl butyrate.	Phân công thành viên phụ trách nguồn, cấu trúc - danh pháp, phản ứng Ester hóa - thủy phân và thiết kế sản phẩm số.
Công bố yêu cầu sản phẩm: infographic hoặc 3-5 slide phải có cấu trúc, cách gọi tên, phương trình điều chế, hai trường hợp thủy phân, ứng dụng và tài liệu tham khảo.	Đối chiếu yêu cầu; lập dàn ý sản phẩm theo trình tự cấu tạo → điều chế → tính chất hóa học → ứng dụng.
Khảo sát thiết bị và chuẩn bị học liệu dự phòng gồm hình cấu trúc, dữ liệu đã tải trước và phiếu phương trình khi kết nối Internet hạn chế.	Báo cáo điều kiện truy cập; lựa chọn cách làm cá nhân hoặc dùng chung thiết bị và thống nhất nơi lưu trữ tệp của nhóm.

3.2.2. Bước 2. Thiết kế và tích hợp công cụ số

- Mục tiêu: Lựa chọn công cụ số theo vấn đề nhận thức cần giải quyết, thay vì theo mức độ mới lạ của công nghệ; ưu tiên công cụ dễ tiếp cận, thao tác vừa sức và có phương án thay thế khi thiết bị hoặc Internet hạn chế.

- Nội dung: Thiết kế nhiệm vụ sử dụng mô hình 3D để quan sát cấu trúc và đồng phân; video hoặc mô phỏng để phân tích phản ứng Ester hóa/thủy phân; công cụ vẽ công thức để kiểm tra biểu diễn cấu tạo và học liệu số để tìm kiếm, đối chiếu, kiểm chứng thông tin.

- Sản phẩm: Kịch bản dạy học tích hợp công nghệ số; bộ học liệu số về chủ đề Ester; phiếu học tập; nhiệm vụ học tập và tiêu chí đánh giá sản phẩm số.

- Cơ hội phát triển NLS: HV lựa chọn và sử dụng công cụ số để quan sát, kiểm chứng, biểu diễn và giải thích nhiệm vụ Hóa học; đồng thời ghi nguồn học liệu và chịu trách nhiệm về độ chính xác của sản phẩm.

Tổ chức hoạt động:

Hoạt động của GV	Hoạt động của HV
Lựa chọn công cụ theo nhiệm vụ Ester: công cụ vẽ công thức để biểu diễn $C_3H_7COOC_2H_5$; mô hình 3D để nhận diện phân acid - alcohol; tài liệu số để kiểm chứng.	Thư về ethyl butyrate; đánh dấu liên kết -COO- và xác định phần gốc butyrate, gốc ethyl trong phân tử.
Thiết kế phiếu nhiệm vụ yêu cầu đối chiếu “ethyl butyrate” với “ethyl butanoate”, kiểm tra công thức và chỉ ra các thông tin sai hoặc thiếu căn cứ.	Chuẩn bị từ khóa; lựa chọn ít nhất hai nguồn độc lập để kiểm tra tên gọi, cấu trúc và ứng dụng.
Chuẩn bị học liệu về phản ứng giữa butanoic acid và ethanol; kèm sơ đồ thủy phân Ester trong môi trường axit và kiểm tra HV so sánh sản phẩm.	Xem học liệu; dự đoán chất tham gia, sản phẩm, điều kiện và sự khác nhau giữa hai phản ứng thủy phân.
Xây dựng câu hỏi định hướng: nước tạo ra ở phía nào của phản ứng Ester hóa; vì sao thủy phân kiềm tạo muối carboxylate; tên Ester được gọi theo thứ tự nào?	Ghi câu trả lời dự kiến; xác định nội dung cần dùng mô hình, phương trình hoặc nguồn số để chứng minh.
Chuẩn bị rubric gắn với độ chính xác của cấu trúc, danh pháp, phương trình Ester hóa - thủy phân, chất lượng nguồn và cách trình bày số.	Đọc rubric; tự kiểm tra khả năng sử dụng công cụ và đề xuất hỗ trợ kĩ thuật khi cần.

3.2.3. Bước 3. Tổ chức thực hiện và theo dõi việc học

- Mục tiêu: Tổ chức cho HV thực hiện nhiệm vụ bằng công cụ số, đồng thời theo dõi quá trình tìm kiếm, kiểm chứng, trực quan hóa và giải thích để kịp thời hỗ trợ khi khó khăn công nghệ cản trở việc học Hóa học.

- Nội dung: HV khai thác học liệu số về Ester; quan sát mô hình cấu trúc, video thí nghiệm hoặc mô phỏng phản ứng; hoàn thành nhiệm vụ về danh pháp, đồng phân, tính chất, phản ứng Ester hóa, thủy phân và ứng dụng; sau đó thảo luận kết quả trên nền tảng số. GV yêu cầu HV sử dụng minh chứng từ mô hình, video hoặc dữ liệu số để giải thích tính thuận nghịch của phản ứng Ester hóa và sự khác biệt về sản phẩm giữa thủy phân Ester trong môi trường axit và môi trường kiềm.

- Sản phẩm: Phiếu học tập số; bảng so sánh cấu trúc - tính chất; sơ đồ phản ứng Ester hóa/thủy phân; kết quả bài tập trực tuyến; mô hình hoặc hình ảnh phân tử và sản phẩm học tập ban đầu của cá nhân hoặc nhóm.

- Cơ hội phát triển NLS: HV trực tiếp tìm kiếm, xử lý và kiểm chứng thông tin Hóa học; sử dụng công cụ số để quan sát cấu trúc, phản ứng; trao đổi dữ liệu, giải thích hiện tượng và điều chỉnh sản phẩm theo phản hồi.

Tổ chức hoạt động:

Hoạt động của GV	Hoạt động của HV
Giao nhiệm vụ 45 phút: xây dựng hồ sơ số về ethyl butyrate, bắt đầu từ kiểm chứng tên gọi, công thức phân tử và công thức cấu tạo.	Tìm và đối chiếu nguồn; vẽ công thức $C_3H_7COOC_2H_5$, khoanh nhóm chức -COO- và giải thích cách gọi tên Ester.
Yêu cầu HV xác định acid và alcohol tạo Ester, viết phương trình Ester hóa thuận nghịch và nêu điều kiện phản ứng.	Suy luận ethyl butyrate được tạo từ butanoic acid và ethanol; hoàn thiện phương trình, kiểm tra sự bảo toàn nguyên tử và vai trò điều kiện.
Tổ chức phân tích thủy phân: so sánh sản phẩm trong môi trường axit với sản phẩm trong dung dịch NaOH; yêu cầu giải thích bằng phương trình.	Viết hai phương trình thủy phân; chỉ ra môi trường axit tạo acid và alcohol, còn môi trường kiềm tạo muối carboxylate và alcohol.
Đặt câu hỏi gợi mở về lỗi đặc trưng: có đảo vị trí gốc acid - alcohol không; công thức có đúng hóa trị không; sản phẩm thủy phân kiềm có phải acid không?	Dùng cấu trúc và phương trình để trả lời; phát hiện, sửa lỗi về danh pháp, nhóm chức và sản phẩm phản ứng.
Theo dõi lịch sử tệp, nguồn trích dẫn và sự đóng góp của từng thành viên; hỗ trợ kĩ thuật chỉ khi khó khăn cản trở việc giải quyết nội dung Ester.	Hoàn thiện phần cấu tạo, điều chế, thủy phân và ứng dụng; cập nhật tệp chung, ghi nguồn hình ảnh và thông tin sử dụng.

3.2.4. Bước 4. Phân tích và điều chỉnh bài học

- Mục tiêu: Phân tích mức độ phù hợp giữa mục tiêu Hóa học, nhiệm vụ, công cụ số, điều kiện học tập và biểu hiện NLS; trên cơ sở đó điều chỉnh mức hỗ trợ, học liệu hoặc độ khó của nhiệm vụ.

- Nội dung: Phân tích kết quả nhiệm vụ về danh pháp, đồng phân, phản ứng Ester hóa, thủy phân và ứng dụng; đồng thời xem xét phản hồi của HV, mức độ hoàn thành nhiệm vụ, hiệu quả của mô phỏng, video, bài tập số và những khó khăn phát sinh.

- Sản phẩm: Nhận xét về mức độ đạt mục tiêu bài học; danh sách lỗi thường gặp khi học chủ đề Ester và phương án điều chỉnh học liệu, câu hỏi gợi mở, công cụ số, nhiệm vụ nhóm hoặc mức hỗ trợ.

- Cơ hội phát triển NLS: HV tự rà soát cách tìm kiếm và xác minh thông tin, kiểm tra tính đúng của công thức, phương trình hoặc sơ đồ phản ứng, nhận diện hạn chế khi dùng công cụ số và điều chỉnh cách học dựa trên phản hồi.

Tổ chức hoạt động:

Hoạt động của GV	Hoạt động của HV
Thu thập minh chứng từ bản vẽ cấu trúc, bảng đối chiếu nguồn, phương trình Ester hóa - thủy phân và bản nháp sản phẩm về ethyl butyrate.	Tự rà soát: tên Ester có phù hợp cấu trúc, nhóm chức có được xác định đúng và các phương trình có cân bằng hay không.
Phân loại lỗi theo nội dung: nhầm thứ tự gọi tên, viết sai $C_3H_7COOC_2H_5$, chọn sai acid/alcohol hoặc nhầm sản phẩm thủy phân kiểm.	Đánh dấu lỗi của nhóm; giải thích nguyên nhân bằng quy tắc gọi tên, cấu tạo nhóm $-COO-$ và bản chất phản ứng.
Tổ chức đối chiếu giữa các nhóm bằng câu hỏi: nguồn nào đáng tin cậy hơn; cách biểu diễn nào làm rõ phân acid và alcohol; phương trình nào đúng?	So sánh sản phẩm; dùng ít nhất hai nguồn và kiến thức Hóa học để bảo vệ hoặc điều chỉnh kết luận.
Điều chỉnh học liệu theo lỗi: bổ sung sơ đồ tách $RCOO-R'$, mô hình màu cho nhóm chức hoặc câu hỏi phân biệt thủy phân axit và kiềm.	Sử dụng học liệu bổ sung; sửa cấu trúc, danh pháp, phương trình và phần giải thích trong sản phẩm số.
Yêu cầu lưu lại phiên bản trước - sau và ghi rõ nội dung đã sửa cùng căn cứ sửa.	Nộp bản chỉnh sửa có minh chứng: nguồn thay thế, công thức hoặc phương trình đã sửa và lý do lựa chọn.

3.2.5. Bước 5. Đánh giá thông qua sản phẩm số

- Mục tiêu: Đánh giá kết quả học tập và biểu hiện NLS thông qua sản phẩm số, dựa trên những minh chứng có thể quan sát về độ chính xác Hóa học, sử dụng công cụ, kiểm chứng thông tin, hợp tác và đạo đức học thuật.

- Nội dung: Đánh giá độ chính xác của kiến thức Ester trong sản phẩm, khả năng sử dụng học liệu và công cụ số, mức độ hợp tác, cách trình bày, trích dẫn nguồn, quản lý tệp và tuân thủ đạo đức số.

- Sản phẩm: Bài trình chiếu, infographic, sơ đồ tư duy, video ngắn, báo cáo số, bảng so sánh hoặc poster học tập về chủ đề Ester, kèm phiếu tự đánh giá và đánh giá đồng đẳng.

- Cơ hội phát triển NLS: HV hoàn thiện và chia sẻ sản phẩm số có nội dung Hóa học chính xác, sử dụng hình ảnh hoặc mô hình phù hợp, trích dẫn học liệu đúng cách, tiếp nhận phản hồi và tự điều chỉnh sản phẩm.

Tổ chức hoạt động:

Hoạt động của GV	Hoạt động của HV
Công bố rubric gồm hai nhóm tiêu chí: kiến thức Ester và NLS; trong đó bắt buộc đúng cấu trúc, danh pháp, Ester hóa, hai kiểu thủy phân và nguồn trích dẫn.	Đối chiếu sản phẩm với từng tiêu chí; hoàn thiện các phần còn thiếu trước khi trình bày.
Tổ chức trình bày hồ sơ số về ethyl butyrate; yêu cầu nhóm giải thích cấu tạo và phản ứng thay vì chỉ đọc thông tin trên slide.	Trình bày theo mạch cấu tạo $\rightarrow$ tên gọi $\rightarrow$ điều chế $\rightarrow$ thủy phân $\rightarrow$ ứng dụng; sử dụng mô hình hoặc phương trình làm minh chứng.
Tổ chức đánh giá đồng đẳng bằng câu hỏi kiểm chứng: tên có khớp cấu trúc không; chất ban đầu của Ester hóa là gì; thủy phân NaOH tạo sản phẩm nào?	Đặt câu hỏi, phát hiện lỗi và góp ý cho nhóm khác dựa trên kiến thức Ester cùng nguồn đã kiểm chứng.
Giao nhiệm vụ chuyển giao cá nhân với một Ester khác: từ công thức cấu tạo, xác định tên, acid - alcohol tạo thành và sản phẩm thủy phân kiểm.	Hoàn thành nhiệm vụ cá nhân để chứng minh khả năng vận dụng quy tắc, không chỉ ghi nhớ trường hợp ethyl butyrate.
Tổng hợp minh chứng từ sản phẩm, phần giải thích, nhiệm vụ chuyển giao, lịch sử chỉnh sửa và tự đánh giá; mô tả mức đạt mà không suy luận hiệu quả thực nghiệm.	Tự đánh giá điểm mạnh, lỗi còn mắc về Ester và kỹ năng số cần cải thiện; đề xuất cách khắc phục ở nhiệm vụ tiếp theo.

4. Kết luận và bình luận

Nghiên cứu đã đề xuất ba thành tố NLS trọng tâm có thể được hình thành và biểu hiện trong quá trình học chủ đề Ester của HV GDTX, đồng thời xây dựng quy trình năm bước để liên kết việc thiết kế, triển khai, thu thập minh chứng, điều chỉnh và đánh giá hoạt động tích hợp công nghệ số. Đóng góp chính không phải là tạo ra một khung

thay thế DigComp 2.2, mà là cụ thể hóa các lĩnh vực năng lực tổng quát thành những hành vi có thể quan sát trong nhiệm vụ Hóa học, phù hợp với nguyên tắc thích nghi khung tham chiếu theo nhu cầu của nhóm đích. Công nghệ được lựa chọn theo chức năng nhận thức và điều kiện học tập thực tế của HV GDTX. Cách tiếp cận này chỉ phát huy giá trị khi công cụ giúp người học tập trung vào bằng chứng và bản chất Hóa học; ngược lại, các thao tác không liên quan trực tiếp đến mục tiêu có thể làm gia tăng tải nhận thức ngoại lai.

Tuy vậy, kết quả nghiên cứu mới dừng ở mức khung định hướng ban đầu cho việc lựa chọn nội dung, công cụ, nhiệm vụ học tập và minh chứng đánh giá; chưa phải là bằng chứng khẳng định hiệu quả của một can thiệp sư phạm. Nghiên cứu tiếp theo cần được triển khai theo lộ trình: thẩm định nội dung bằng chuyên gia hoặc phương pháp Delphi; thử nghiệm quy mô nhỏ với HV GDTX để thu thập sản phẩm học tập, dữ liệu quan sát và phỏng vấn, đồng thời hiệu chỉnh các tiêu chí; sau đó mới tiến hành thực nghiệm có nhóm đối chứng, đo trước - sau và phân tích thống kê phù hợp. Lộ trình này giúp phân biệt rõ giá trị của đề xuất thiết kế với bằng chứng về hiệu quả can thiệp, qua đó bảo đảm tính thận trọng và khả năng kiểm chứng của nghiên cứu.

Tuyên bố về vai trò của các tác giả: Lữ Bảo Khánh viết bản thảo ban đầu; Huỳnh Gia Bảo xây dựng ý tưởng, thiết kế phương pháp, giám sát và phản biện bản thảo.

Tuyên bố về GenAI và Quyền tác giả: Trong quá trình chuẩn bị và chỉnh sửa bản thảo này, các tác giả có sử dụng ChatGPT (GPT-5.5 Thinking) để hỗ trợ rà soát thể thức và chuẩn hóa trình bày theo mẫu của Tạp chí Giáo dục. Các tác giả chịu hoàn toàn trách nhiệm về nội dung khoa học, tính chính xác của trích dẫn và bản thảo sau cùng.

Tuyên bố về xung đột lợi ích: Các tác giả tuyên bố không có xung đột lợi ích.

Thông tin tài trợ: Nghiên cứu này không nhận được tài trợ từ bên ngoài.

Tài liệu tham khảo

- Aroch, I., Katchevich, D., & Blonder, R. (2024). Modes of technology integration in chemistry teaching: Theory and practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 25(3), 843-861. <https://doi.org/10.1039/D3RP00307H>
- Bộ GD-ĐT (2025). *Thông tư số 02/2025/TT-BGDĐT ngày 24/01/2025 quy định Khung năng lực số cho người học*. <https://vanban.chinhphu.vn/?docid=212648&pageid=27160>
- Châu Thị Hồng Nhự (2023). Tổng quan về phát triển năng lực số trong dạy học cho sinh viên các trường đại học trên thế giới và Việt Nam hiện nay. *Tạp chí Giáo dục*, 23(số đặc biệt 7), 305-309. <https://tcgd.tapchigiaoduc.edu.vn/index.php/tapchi/article/view/924>
- Châu Thị Hồng Nhự (2024). Đề xuất khung năng lực số trong dạy học cho sinh viên sư phạm ở trường đại học. *Tạp chí Giáo dục*, 24(số đặc biệt 5), 1-7. <https://tcgd.tapchigiaoduc.edu.vn/index.php/tapchi/article/view/2027>
- Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe* (Y. Punie & B. N. Brečko, Eds.). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2788/52966>
- Hồ Huyền Trang, Mai Thị Phương (2024). Đề xuất khung năng lực số đáp ứng nhu cầu học tập suốt đời cho học viên người lớn ở trung tâm học tập cộng đồng. *Tạp chí Giáo dục*, 24(số đặc biệt 12), 22-28. <https://tcgd.tapchigiaoduc.edu.vn/index.php/tapchi/article/view/2817>
- Hồ Minh Sánh (2024). Khung năng lực số của sinh viên đại học: Nghiên cứu trường hợp tại Trường Đại học Nguyễn Tất Thành. *Tạp chí Giáo dục*, 24(số đặc biệt 9), 272-278. <https://tcgd.tapchigiaoduc.edu.vn/index.php/tapchi/article/view/2232>
- Pabuçcu-Akış, A. (2025). Using innovative technology tools in organic chemistry education: Bibliometric analysis. *Chemistry Teacher International*, 7(1), 141-156. <https://doi.org/10.1515/cti-2024-0055>
- Skulmowski, A., & Xu, K. M. (2022). Understanding cognitive load in digital and online learning: A new perspective on extraneous cognitive load. *Educational Psychology Review*, 34, 171-196. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-7>
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The digital competence framework for citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes* (EUR 31006 EN). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/115376>