

## CREATING EDUCATIONAL VIDEOS AS A TOOL TO TEACH GENERAL PHYSICS CORRESPONDING TO MEET PROGRAM LEARNING OUTCOMES AT HANOI UNIVERSITY OF PHARMACY

Nguyen Duc Thien\*, Nguyen Thi Hong Duc, Ly Cong Thanh, Nguyen Anh Vu, Tran Thi Huyen  
Hanoi University of Pharmacy

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Received:</b> 14/11/2023</p> <p><b>Revised:</b> 23/01/2024</p> <p><b>Published:</b> 23/01/2024</p>	<p>Educational videos are an important means to improve student learning and increase interaction between students and lecturers in university courses. Creating educational videos meet viewer psychology, pedagogical purposes and standard video designs. Applying cognitive load theory to make educational videos to improve the quality of training according to the output standards has been used to students at Hanoi University of Pharmacy. Three factors to consider when designing educational videos are: the amount of knowledge to be given, the design of the video and the questions to help learners actively record knowledge. This article shows principles and suggests practical ways that teachers can use the principles to make videos as an educational tool.</p>
<p><b>KEYWORDS</b></p> <p>Educational videos</p> <p>Cognitive load</p> <p>Make</p> <p>Memory</p> <p>Basic physics</p>	

## XÂY DỰNG VIDEO GIÁO DỤC LÀM CÔNG CỤ DẠY HỌC VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG ĐÁP ỨNG CHUẨN ĐẦU RA Ở TRƯỜNG ĐẠI HỌC DƯỢC HÀ NỘI

Nguyễn Đức Thiện\*, Nguyễn Thị Hồng Đức, Lý Công Thành, Nguyễn Anh Vũ, Trần Thị Huyền  
Trường Đại học Dược Hà Nội

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
<p><b>Ngày nhận bài:</b> 14/11/2023</p> <p><b>Ngày hoàn thiện:</b> 23/01/2024</p> <p><b>Ngày đăng:</b> 23/01/2024</p>	<p>Video giáo dục là phương tiện quan trọng để cải thiện sự học tập của sinh viên và tăng cường tương tác giữa sinh viên với giảng viên trong các khóa học ở trường đại học. Việc xây dựng các video giáo dục phải phù hợp với tâm lý người xem, mục đích sư phạm và chuẩn thiết kế video. Vận dụng lý thuyết tải nhận thức để xây dựng các video giáo dục nhằm nâng cao chất lượng đào tạo đáp ứng chuẩn đầu ra đã được ứng dụng cho sinh viên ở Trường Đại học Dược Hà Nội. Ba yếu tố cần xem xét khi thiết kế các video giáo dục là: khối lượng kiến thức cần truyền tải, thiết kế video và các câu hỏi để giúp người học chủ động ghi nhận kiến thức. Bài viết này chỉ ra các nguyên tắc và đề xuất những cách thiết thực mà giảng viên có thể sử dụng nguyên tắc này để làm video như một công cụ giáo dục.</p>
<p><b>TỪ KHÓA</b></p> <p>Video giáo dục</p> <p>Tải nhận thức</p> <p>Thiết kế</p> <p>Trí nhớ</p> <p>Vật lý đại cương</p>	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.9220>

\* Corresponding author. Email: [thiennd@hup.edu.vn](mailto:thiennd@hup.edu.vn)

## 1. Giới thiệu

Video giáo dục đã trở thành một phần quan trọng của giáo dục đại học. Nó được tích hợp như một phần của giảng dạy truyền thống và thường là một bộ phận để cung cấp thông tin chính trong giảng dạy trực tuyến [1]. Một số phân tích tổng hợp đã chỉ ra rằng công nghệ có thể nâng cao khả năng học tập và giảng dạy, trong đó nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng video giáo dục có thể là một công cụ giáo dục hiệu quả cao [2], [3]. Video giáo dục rất phù hợp khi cần làm sáng tỏ các hiện tượng trừu tượng hoặc khó hình dung ra bản chất cốt lõi của hiện tượng hay quá trình [4]. Trong giáo dục ngày nay, các sinh viên đã rất quen thuộc và tích cực tham gia vào các nền tảng truyền thông xã hội (Facebook, Twitter hoặc YouTube), nên các kiến thức được trình bày trong các video giáo dục gắn liền với các nền tảng truyền thông sẽ giúp họ có thể tăng kiến thức bất cứ lúc nào [5]. Tuy nhiên, một số ý kiến cho rằng sinh viên thường bỏ qua vài phân đoạn quan trọng của video giáo dục và một số video đóng góp rất ít vào kết quả của sinh viên [6]. Vậy thì đâu là những nguyên tắc cho phép giảng viên lựa chọn hoặc phát triển các video giáo dục hiệu quả trong việc lôi cuốn, giúp người học đạt được kết quả học tập mong muốn.

Lí thuyết tải nhận thức, ban đầu được phát triển bởi Sweller [7], nêu ra các đặc điểm của trí nhớ và con đường để có thể nhận thức một thực thể học tập. Lí thuyết tải nhận thức đã được sử dụng để phát triển một số phương pháp dạy học và đã chứng minh tính hiệu quả bằng thực nghiệm [8]. Triết lí nền tảng của lí thuyết tải nhận thức là chất lượng của thiết kế dạy học, do đó có thể vận dụng lí thuyết này trong các hình thức dạy học khác nhau [9], môn học khác nhau [10], [11]. Ở các trường đại học khối kĩ thuật, học phần vật lí đại cương thuộc khối kiến thức cơ bản được dạy cho sinh viên năm thứ 1 và 2, tuy vậy học phần này ít được coi trọng và bị cắt giảm thời lượng giảng dạy. Với 3- 4 tín chỉ dành cho học phần vật lí đại cương để giảng dạy lí thuyết và thực tập, nhưng mục tiêu học phần vẫn phải đáp ứng thì giảng viên phải vận dụng nhiều phương pháp giảng dạy và kết hợp với các công cụ dạy học linh hoạt.

Bài viết này vận dụng lí thuyết tải nhận thức khi xem xét các yếu tố để thiết kế và triển khai video giáo dục có thể giúp giảng viên tối đa hóa lợi ích của video khi giảng dạy vật lí đại cương ở Trường Đại học Dược Hà Nội. Ba yếu tố được nêu ra để phát triển video giáo dục làm công cụ dạy học vật lí đại cương gồm: (1) Khối lượng kiến thức cần truyền tải; (2) Thiết kế video; (3) Các câu hỏi kiểm tra để giúp người học chủ động ghi nhận kiến thức. Sự kết hợp giữa các yếu tố này tạo ra nền tảng vững chắc cho sự phát triển và sử dụng video như một công cụ phát triển giáo dục hiệu quả ở các trường đại học.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lí thuyết tải nhận thức về cách thức để hình thành kiến thức, về trí nhớ khi triển khai thực tế học tập từ việc xây dựng các video giáo dục. Để xây dựng các video giáo dục hấp dẫn phù hợp với tâm lí sinh viên, nhưng vẫn đạt được mục tiêu giáo dục thì phương pháp chuyên gia đã sử dụng ngay từ khi lên kịch bản, đến giai đoạn cuối cùng là đóng gói video giáo dục.

## 3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

### 3.1. Cơ sở lí luận về lí thuyết tải nhận thức

Một trong những điểm cần ghi nhớ khi xây dựng tài liệu giáo dục trong đó có video giáo dục là lí thuyết tải nhận thức. Lí thuyết tải nhận thức, ban đầu được phát triển bởi Sweller [7], nêu ra rằng trí nhớ có một số thành phần. *Trí nhớ cảm giác* là tạm thời, thu thập thông tin từ môi trường xung quanh. Thông tin từ *trí nhớ cảm giác* có thể được chọn để lưu trữ và xử lí tạm thời trong *trí nhớ vận hành* (dung lượng rất hạn chế). Quá trình xử lí này là điều kiện tiên quyết để mã hóa thành *trí nhớ dài hạn* (dung lượng không giới hạn). Vì *trí nhớ vận hành* rất hạn chế nên người học phải chọn lọc những thông tin từ *trí nhớ cảm giác* cần chú ý trong quá trình học tập, đây là lưu ý quan trọng với việc xây dựng tài liệu giáo dục.

Dựa trên mô hình trí nhớ này, lí thuyết *tải nhận thức* gợi ý rằng bất kì thực thể học tập nào cũng có ba thành phần. Đầu tiên trong ba thành phần này là *tải nhận thức cốt lõi*, là đặc trưng vốn có

của đối tượng nghiên cứu và được xác định một phần bởi mức độ liên kết trong đối tượng. Thành phần thứ hai của thực tế học tập là *tải nhận thức phức đồ*, là mức độ hoạt động nhận thức để đạt được kết quả học tập mong muốn—ví dụ: so sánh, phân tích, vận dụng để làm sáng tỏ kiến thức và để nắm vững bài học. Mục tiêu cuối cùng của các hoạt động này là để người học kết hợp chủ đề đang học vào một sơ đồ gồm các kiến thức được liên kết với nhau. Thành phần thứ ba của thực tế học tập là *tải nhận thức do truyền*, là sự nhận thức không giúp người học đạt được kết quả học tập mong muốn. Nó là yếu tố ngăn cản phát sinh từ bài học được thiết kế kém (ví dụ: hướng dẫn khó hiểu, nhiều thông tin phụ), nhưng cũng có thể là yếu tố phát sinh do sự khuôn mẫu, giả tạo.

Những khái niệm về mức độ ghi nhận kiến thức và vận dụng vào nghiên cứu giáo dục cần được ứng dụng nhiều hơn trong các cấp học, các dạng kiến thức, các dạng kỹ năng, cả thái độ và mức độ tự chủ, tự chịu trách nhiệm của người học [12]. Những định nghĩa này có ý nghĩa đối với việc thiết kế các tài liệu và thực tế giảng dạy. Cụ thể, người giảng viên nên tìm cách giảm thiểu *tải nhận thức do truyền* và nên xem xét *tải nhận thức cốt lõi* của chủ thể khi xây dựng tài liệu học tập, cần cẩn thận trong thiết kế cấu trúc khi tài liệu có tải nhận thức cốt lõi cao. Bởi vì *trí nhớ vận hành* có dung lượng hạn chế và thông tin phải được xử lý bằng *trí nhớ vận hành* để được mã hóa trong *trí nhớ dài hạn*, điều quan trọng là phải nhắc *trí nhớ vận hành* chấp nhận, xử lý và chỉ gửi đến *trí nhớ dài hạn* những thông tin quan trọng nhất.

Lý thuyết nhận thức của học tập đa phương tiện được xây dựng trên lý thuyết tải nhận thức, lưu ý rằng *trí nhớ vận hành* có hai kênh để thu thập và xử lý thông tin: kênh hình ảnh/hình tượng và kênh xử lý thính giác/lời nói. Mặc dù mỗi kênh có dung lượng hạn chế, nhưng việc sử dụng hai kênh có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc tích hợp thông tin mới vào các cấu trúc nhận thức hiện có. Sử dụng cả hai kênh sẽ tối đa hóa dung lượng của *trí nhớ vận hành*, nhưng một trong hai kênh có thể bị quá tải nhận thức. Do đó, khi có các chiến lược thiết kế quản lý tải nhận thức cho cả hai kênh trong tài liệu học tập đa phương tiện sẽ tăng cường khả năng học tập của người học.

### 3.2. Vận dụng lý thuyết tải nhận thức trong thiết kế video giáo dục

Dựa trên những lý thuyết về tải nhận thức, chúng ta có thể đưa ra một số khuyến nghị về video giáo dục (xem Bảng 1).

**Bảng 1.** Các lưu ý khi xây dựng video giáo dục dựa trên yếu tố xem xét tải nhận thức

Mục đích sử dụng	Cơ sở lý luận	Lưu ý khi sử dụng
Sử dụng dấu hiệu làm nổi bật thông tin.	Có thể giảm <i>tải nhận thức do truyền</i> . Có thể tăng cường <i>tải nhận thức phức đồ</i> .	Từ khóa trên màn hình làm nổi bật các yếu tố quan trọng Thay đổi màu sắc hoặc độ tương phản để nhấn mạnh tổ chức thông tin Thay đổi màu sắc hoặc độ tương phản để nhấn mạnh các mối quan hệ trong thông tin Văn bản ngắn ngoài video giải thích mục đích và ngữ cảnh của video (ví dụ: mục tiêu học tập cho video)
Sử dụng phân đoạn để chia nhỏ thông tin.	Có thể tăng <i>tải nhận thức cốt lõi</i> . Có thể tăng cường <i>tải nhận thức phức đồ</i> .	Video ngắn (6 phút trở xuống) Các chương hoặc câu hỏi nhấp về phía trước trong video
Sử dụng công cụ để loại bỏ thông tin không liên quan.	Có thể giảm <i>tải nhận thức do truyền</i> .	Loại bỏ âm nhạc Loại bỏ nền phức tạp
Kết hợp sử dụng các kênh thính giác và thị giác để truyền đạt thông tin bổ sung.	Có thể tăng cường <i>tải nhận thức phức đồ</i> .	Các video hướng dẫn theo phong cách hàn lâm để minh họa và giải thích các hiện tượng Tường thuật nhanh, vui nhộn.
Xem xét các mục tiêu để thúc đẩy học tập tích cực: Đóng gói video với các câu hỏi tương tác.	Có thể tăng <i>tải nhận thức phức đồ</i> , cải thiện trí nhớ thông qua ứng kiểm tra và cải thiện khả năng tự đánh giá của người học	Tích hợp câu hỏi vào video. Theo dõi các video ngắn với các câu hỏi tương tác hoặc dùng Google biểu mẫu.

Phương pháp chuyên gia ở đây được sử dụng là chuyên gia về công nghệ thiết kế video có tương tác. Ngoài việc tự tìm hiểu, học tập cách thiết kế video thì khi được vài chuyên gia giải thích, hướng dẫn thì giảng viên có thể thực hiện được việc thiết kế video giáo dục. Với điều kiện nhân lực và trang thiết bị hiện có ngày nay thì việc sử dụng điện thoại thông minh để tạo các video ngắn phục vụ cho việc thiết kế các video giáo dục là thuận lợi và phù hợp nhất. Cũng sử dụng phương pháp chuyên gia và từ các nghiên cứu về tâm lý người dùng khi xem video, các kinh nghiệm được rút ra cần lưu ý khi xây dựng các video giáo dục được gợi ý như sau:

**Khoảng thời gian:** 3-6 phút hoặc 10-15 phút, trường hợp đặc biệt đến 45 phút.

**Nội dung video:** tự giới thiệu: 1-2 câu (10-15 giây); tóm tắt nội dung video/mục tiêu học tập mong muốn (10-15 giây); nội dung video bài học; tóm tắt lại video bài học; hướng dẫn áp dụng bài học.

**Trước và sau khi làm video:**

Kịch bản.

Khung, màu sắc và độ sáng.

Chia đoạn lời nói và mức độ âm lượng.

Tiêu đề.

**Nội dung video vật lý:**

Giới thiệu vấn đề để giải quyết và các khái niệm để giải thích là rõ ràng.

Kết hợp sử dụng hình ảnh trong bài hoặc thêm vào được sử dụng giúp hiểu bản chất vật lý.

Phương trình được sử dụng là những phương trình chính xác.

Với người học là sinh viên ở các trường đại học thì mục tiêu học tập rất rõ ràng là phải hiểu và áp dụng được các kiến thức vật lý để phục vụ cho kiến thức chuyên ngành. Cho nên các video giáo dục ở đại học môn học vật lý đại cương được thiết kế với mục tiêu sư phạm như bảng 2.

**Bảng 2.** Mục tiêu sư phạm và thời gian các video giáo dục môn học vật lý đại cương

<b>Hướng dẫn khai thác kiến thức vật lý</b>	Hình thành khái niệm vật lý.	3- 6 phút
	Hình thành định luật vật lý.	3- 6 phút
	Liên hệ hiện tượng vật lý với chuyên ngành.	10-15 phút
<b>Rèn luyện kỹ năng vật lý</b>	Sử dụng, nhận biết dụng cụ, hóa chất.	3- 6 phút
	Sử dụng các máy đo đại lượng vật lý	3- 6 phút
	Sử dụng các máy phân tích vật lý đơn giản	10- 15 phút
	Phân tích, tổng hợp, viết báo cáo đơn giản.	10- 15 phút
	Sử dụng các máy phân tích vật lý hiện đại	30- 45 phút
	Phân tích, tổng hợp, báo cáo xác định chất lượng	30- 45 phút

Khi xem xét nội dung chương trình giảng dạy vật lý đại cương ở Trường Đại học Dược Hà Nội với các chuẩn đầu ra cần đạt được của học phần, chúng tôi có thể lập danh mục các video giáo dục để đạt được các chuẩn đầu ra. Ví dụ như để hình thành kỹ năng đo kích thước thì chúng tôi phải xây dựng các video sử dụng các dụng cụ đo như thước kẹp (cơ, điện tử), thước panme (cơ, điện tử). Từ các video giáo dục chỉ là hướng dẫn sử dụng đơn thuần, chúng tôi tiếp tục phát triển thành video giáo dục tiếp theo là ứng dụng trong các ngành nghề như bảng 3.

**Bảng 3.** Các video giáo dục phát triển kỹ năng thực tập được xây dựng để nâng cao chất lượng giáo dục đáp ứng với chuẩn đầu ra

TT	Kỹ năng	Video giáo dục 1	Video giáo dục 2
1	Đo kích thước	Sử dụng thước kẹp cơ, điện tử	Sử dụng thước kẹp và panme để xác định kích thước khuôn mẫu và chế phẩm thuốc
		Sử dụng thước panme cơ, điện tử	Đo kích thước tiểu phân, vẽ giản đồ phân bố và ý nghĩa
		Sử dụng kính hiển vi quang học đo kích thước	
2	Đo hệ số nhớt	Sử dụng nhớt kế mao quản đo độ nhớt chất lỏng Newton có hệ số nhớt nhỏ	Xác định độ nhớt của các chế phẩm dạng dung dịch có độ nhớt nhỏ
		Sử dụng quả cầu rơi đo độ nhớt chất lỏng Newton có hệ số nhớt lớn	Xác định độ nhớt của chế phẩm dạng siro.

TT Kỹ năng	Video giáo dục 1	Video giáo dục 2
	Sử dụng nhớt kế quay đo độ nhớt chất lỏng phi Newton	Xác định độ nhớt các chế phẩm dạng nhũ tương, cream, gel.
3 Đo hệ số căng mặt ngoài	Sử dụng ống mao quan đo hệ số căng mặt ngoài chất lỏng	Đo hệ số căng mặt ngoài của hỗn hợp chất lỏng
	Sử dụng ống nhỏ giọt đo hệ số căng mặt ngoài chất lỏng	Đo hệ số căng mặt ngoài của hỗn hợp chất lỏng Sử dụng ống nhỏ giọt để tạo vi nang cầu

Với việc coi video giáo dục như các công cụ dạy học để hình thành năng lực tư duy, kỹ năng của người học, chúng tôi đã đặt kế hoạch để xây dựng và phát triển các video giáo dục cho từng năm học. Bảng 3 là một ví dụ về việc xây dựng các video giáo dục để phát triển kỹ năng thực tập áp dụng từng đơn vị kiến thức vật lí, tiến đến ứng dụng cho kiến thức chuyên ngành.

Hình 1 là ảnh của một vài video giáo dục thực hiện tại Khoa Khoa học cơ bản, Trường Đại học Dược Hà Nội. Việc xây dựng các video giáo dục đòi hỏi sự đóng góp công sức, sự đồng lòng của tập thể thì chất lượng video và hiệu quả sử dụng mới phát huy tốt được. Để hoàn thiện video cho mỗi bài thực tập, chúng tôi có lựa chọn số sinh viên có trách nhiệm và giao nhiệm vụ góp ý về thời gian, màu sắc, âm thanh, điểm nhấn trong video để chỉnh sửa cho phù hợp với tâm lý lứa tuổi. Về nội dung học tập được cung cấp trong các video thì là sự đóng góp của tập thể giảng viên từ khi có kịch bản xây dựng mỗi video, tiếp đến là ghi nhận và sửa chữa khi có sự phản hồi về việc sử dụng video của sinh viên.



Hình 1. Ảnh trích ra từ các video giáo dục thực hiện tại trường Đại học Dược Hà Nội

Các video giáo dục kỹ năng thực tập được gửi cho các sinh viên trước ngày thực tập, được sinh viên xem đi xem lại nhiều lần, kết hợp với giáo trình thì sinh viên đã hình dung ra nhiệm vụ của mình trước các buổi thực tập. Cho nên công việc của giảng viên và kỹ thuật viên trong buổi thực tập được giảm đi nhiều, khi đó người giảng viên chỉ còn thực hiện rèn luyện thái độ, kỹ năng và lượng giá người học. Việc đánh giá các kỹ năng của sinh viên thông qua bảng kiểm cũng được xem xét để từ đó góp phần sửa chữa nội dung, cũng như chất lượng thiết kế các video giáo dục.

### 3.3. Kết thúc video với các câu hỏi kiểm tra, tự đánh giá

Khi kết thúc hoặc xen giữa các video giáo dục có thể có các bài kiểm tra, tự đánh giá hoặc tương tác với người học (câu hỏi kiểm tra, câu hỏi tự đánh giá hoặc câu hỏi trả lời) sẽ làm cho tâm trí người học tập trung hơn, trí nhớ vận hành được rèn luyện nhiều hơn, tăng dần trí nhớ dài hạn, từ đó kết quả học tập sẽ tốt hơn [5].

Người học nhận được các câu hỏi thì sẽ thể hiện ghi chép nhiều hơn, được hướng dẫn trả lời thì sự lo lắng học tập ít hơn trong bài học và ngay cả về bài kiểm tra cuối kỳ. Những kết quả này gợi ý rằng các câu hỏi có thể cải thiện việc học của người học từ video dựa trên một số yếu tố. Đầu tiên, chúng có thể giúp tối ưu hóa tải trọng nhận thức bằng cách giảm tải nhận thức bên ngoài (tức là lo lắng về bài kiểm tra sắp tới) và tăng tải trọng thông thường (tức là ghi chú, giảm suy nghĩ vẩn vơ). Hơn nữa, các câu hỏi có thể tạo ra một số lợi ích của chúng bằng cách khai thác "hiệu ứng kiểm tra", trong đó việc nhớ lại thông tin quan trọng giúp củng cố trí nhớ của người học và khả năng sử dụng thông tin được nhớ lại [13].

Cuối cùng, các câu hỏi tương tác có thể giúp người học tham gia vào quá trình tự đánh giá chính xác hơn, điều này dễ thực hiện hơn khi sử dụng câu hỏi kiểm tra bằng bản giấy. Các công cụ như Rapt Media, Wirewax, HapYak và Zaption cũng có thể cho phép người hướng dẫn nhúng câu hỏi trực tiếp vào video và đưa ra phản hồi cụ thể dựa trên phản hồi của người học. Cách tiếp cận này có lợi ích tương tự như các câu hỏi nội suy trong việc nâng cao thành tích của người học trong các lần đánh giá tiếp theo và có thêm ích lợi là làm cho video có tính tương tác.

#### 4. Kết luận

Video giáo dục có thể cung cấp một phương tiện quan trọng để cải thiện việc học tập của người học và tăng cường sự tương tác của người học vào các khóa học vật lý đại cương ở các trường đại học. Tuy nhiên, để tối đa hóa lợi ích từ các video giáo dục, điều quan trọng là phải ghi nhớ ba thành phần chính khi xây dựng các video giáo dục là tải nhận thức, các yếu tố tác động đến tải nhận thức và các yếu tố thúc đẩy học tập tích cực. Khi thiết kế, xây dựng các video giáo dục với mục đích và hiệu quả sử dụng tối ưu thì người thiết kế phải soạn kịch bản, nội dung học tập, kết hợp sử dụng âm thanh với hình ảnh có chủ đích rõ ràng. Việc nhúng video vào bối cảnh học tập tích cực bằng cách sử dụng các câu hỏi hướng dẫn, hoặc các yếu tố tương tác sẽ cải thiện hiệu quả học tập. Để có thể sử dụng các video giáo dục một cách hiệu quả và đáp ứng được chuẩn đầu ra môn học thì cần phải có nhiều nghiên cứu sâu hơn và cần có cơ chế pháp lý từ cơ sở đào tạo.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] C. J. Brame, "Effective educational videos: Principles and guidelines for maximizing student learning from video content," *CBE Life Sci. Educ.*, vol. 15, no. 4, pp. es6.1-es6.6, 2016.
- [2] B. R. Stockwell, M. S. Stockwell, M. Cennamo, and E. Jiang, "Blended Learning Improves Science Education," *Cell*, vol. 162, no. 5, pp. 933-936, 2015.
- [3] A. I. Irvani and R. Warliani, "Development of Physics Demonstration Videos on Youtube (PDVY) as Physics Learning Media," *J. Pendidik. Fis. Indones.*, vol. 18, no. 1, pp. 1-12, 2022.
- [4] C. Watters, "Video views and reviews," *Cell Biol. Educ.*, vol. 1, no. 1-2, pp. 6-7, 2002.
- [5] K. K. Szpunar, H. G. Jing, and D. L. Schacter, "Implications of interpolated testing for online education," *J. Appl. Res. Mem. Cogn.*, vol. 3, pp. 2-5, 2014.
- [6] P. J. Guo, J. Kim, and R. Rubin, "How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos," *L@S 2014 - Proc. 1st ACM Conf. Learn. Scale*, 2014, pp. 41-50.
- [7] J. Sweller, "Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design," *Learn. Instr.*, vol. 4, no. 4, pp. 295-312, 1994.
- [8] A. N. Azman and M. Johari, "Investigating the Effectiveness of Videos Designed Using Cognitive Load Theory on Biology Students' Academic Achievement," *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 11, no. 3, pp. 461-468, 2022, doi: 10.15294/jpii.v11i3.37324.
- [9] K. G. Saw, "Cognitive load theory and the use of worked examples as an instructional strategy in physics for distance learners: A preliminary study," *Turkish Online J. Distance Educ.*, vol. 18, no. 4, pp. 142-159, 2017.
- [10] K. Hochberg, S. Becker, M. Louis, P. Klein, and J. Kuhn, "Using Smartphones as Experimental Tools—a Follow-up: Cognitive Effects by Video Analysis and Reduction of Cognitive Load by Multiple Representations," *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 29, no. 2, pp. 303-317, 2020.
- [11] S. Becker, P. Klein, A. Gößling, and J. Kuhn, "Investigating Dynamic Visualizations of Multiple Representations Using Mobile Video Analysis in Physics Lessons," *Zeitschrift für Didakt. der Naturwissenschaften*, vol. 26, no. 1, pp. 123-142, 2020.
- [12] T. de Jong, "Cognitive load theory, educational research, and instructional design: Some food for thought," *Instr. Sci.*, vol. 38, no. 2, pp. 105-134, 2010.
- [13] C. J. Brame and R. Biel, "Test-enhanced learning: The potential for testing to promote greater learning in undergraduate science courses," *CBE Life Sci. Educ.*, vol. 14, no. 2, pp. 1-12, 2015.