

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IN 3D HỖ TRỢ DẠY HỌC CHỦ ĐỀ “THỂ TÍCH KHỐI TRÒN XOAY” (TOÁN 12)

Nguyễn Đăng Minh Phúc⁺,
Phạm Thị Mỹ Nhân

Trường Đại học Sư phạm - Đại học Huế
+ Tác giả liên hệ • Email: nguyendangminhphuc@dhsphue.edu.vn

Article history

Received: 28/8/2023

Accepted: 28/9/2023

Published: 05/12/2023

Keywords

3D printing technology,
volume of a solid of
revolution, students, 12th
grade math

ABSTRACT

3D printing technology is gaining in popularity and application in a number of different fields and topics in education in general and mathematics education in particular. Thanks to this technology, the concepts and abstract properties of mathematics can be clearly visualized and easily touched with the learner's own senses. This study presents some experimental results of applying 3D printing technology in facilitating teaching the topic “volume of a solid of revolution” (Math 12). The research results showed that the students were very interested in performing mathematical tasks using 3D printing models; they could perform the measurements and calculations on real samples, thereby understanding their characteristics, discovering the properties and solving the problems.

1. Mở đầu

Công nghệ in 3D xuất hiện từ những năm 1980 (Novak và Wisdom, 2020), cung cấp cho GV công cụ hỗ trợ trực quan 3 chiều trong giảng dạy, nhanh chóng tạo ra những mô hình có tính tương tác cao (Huleihil, 2017; Dilling và Witzke, 2018). Slavkovsky (2012) khi nghiên cứu tính khả thi của việc sử dụng máy in 3D trong dạy học môn Toán đã cho rằng, máy in 3D là cần thiết cho HS ngày nay và trong tương lai để nâng cao hiệu quả học tập. GV có thể hướng dẫn HS thiết kế, chế tạo các sản phẩm trong lớp học và có cơ hội thử nghiệm các ý tưởng, vừa học, vừa làm với máy in 3D (Dilling & Witzke, 2018). Theo Cheng và cộng sự (2020), ứng dụng công nghệ in 3D yêu cầu tương tác giữa người dùng với các đối tượng vật lý. Do đó, so với nhiều công nghệ kỹ thuật số khác, công nghệ in 3D mang lại tiềm năng lớn, thu hút HS tham gia học tập, thực hành và trải nghiệm.

Một trong những ứng dụng của tích phân là tính thể tích khối tròn xoay, tức là tính thể tích của vật tròn xoay được tạo thành khi quay một hình phẳng quanh các trục tọa độ Ox , Oy . Đây là một trong những nội dung cơ bản trong chương trình môn Toán lớp 12 và thường có trong các kì thi HS giỏi, kì thi tốt nghiệp. Nội dung kiến thức về thể tích khối tròn xoay có tính trừu tượng cao nên trong dạy học chủ đề “Thể tích khối tròn xoay”, cần có thêm các trải nghiệm thực tế về các mô hình vật lý để giúp người học có thể dễ dàng tiếp cận và nhanh chóng lĩnh hội kiến thức.

Trong bài báo này, chúng tôi triển khai nghiên cứu thực nghiệm sử dụng công nghệ in 3D để thiết kế các mô hình hỗ trợ dạy học chủ đề “Thể tích khối tròn xoay” (Toán 12) (các hình khối cơ bản như: hình trụ, hình nón, hình nón cụt, hình cầu, ...) và ứng dụng của tích phân để tính thể tích một vật thể khi biết phương trình đường sinh. Mục đích nghiên cứu trọng tâm của bài báo là chúng tôi sẽ giải đáp 2 vấn đề sau: “Công nghệ in 3D có những tiềm năng như thế nào trong hỗ trợ dạy học chủ đề “Thể tích khối tròn xoay” (Toán 12)?; “HS đã thể hiện năng lực giải quyết vấn đề như thế nào khi làm việc với mô hình in 3D trong dạy học chủ đề này?”.

2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Công nghệ in 3D

2.1.1. Giới thiệu sơ lược về công nghệ in 3D

In 3D (Three Dimensional Printing) là một dạng công nghệ được gọi là sản xuất đắp dần/đắp lớp (Additive Manufacturing). Các quá trình đắp dần tạo ra các đối tượng theo từng lớp (layer). Khác với các kỹ thuật đúc hoặc cắt gọt như gia công CNC, có thể hiểu công nghệ in 3D là in ra một vật thể trong không gian 3 chiều, có thể sờ, nắm và quan sát được, chứ không phải là in ra một hình ảnh mà ta nhìn vào hình ảnh đó thì thấy nổi khối 3 chiều.

Để bắt đầu in 3D, cần một bản thiết kế vật thể 3D trên các phần mềm như Geogebra, Maple, phần mềm CAD (Computer Aided Design), hoặc các phần mềm chuyên dụng khác. Khi đó, mô hình của vật thể được thiết kế trực tiếp trên các phần mềm này hoặc thông qua việc sử dụng thiết bị quét laser. Sau khi bản thiết kế được hoàn thành, phần mềm có thể xuất ra tệp STL/OBJ, là các định dạng tập tin quen thuộc với công nghệ FDM. Tập tin sẽ được đưa vào các phần mềm cắt lớp (Slicer) như Ultimaker Cura, Simplify 3D, rồi xuất ra một tệp tin định dạng G-code, chuyển tập tin này đến máy in 3D. Máy in dựa theo thông tin trong tệp sẽ in vật thể theo từng lớp đến khi hoàn thiện.

FDM là công nghệ in 3D giá rẻ, người dùng dễ sửa chữa và thay thế các chi tiết máy móc, in với số lượng lớn, ít tốn nguyên liệu; thường sử dụng trong việc tạo các sản phẩm cần chịu lực và có tốc độ tạo hình 3D nhanh. Quá trình tạo mẫu nhanh của FDM khá đơn giản, độ tin cậy cao, bảo dưỡng dễ dàng và hay sử dụng vật liệu nhựa nhiệt dẻo không độc (nhựa PLA), không mùi, do đó sẽ không gây ô nhiễm môi trường xung quanh, thiết bị hoạt động tạo ra ít tiếng ồn. Những vật liệu phổ biến nhất dành cho máy in 3D FDM thông dụng là các loại nhựa PLA, ABS và PETG (Shahrubudina et al., 2019).

2.1.2. Ứng dụng công nghệ in 3D trong dạy học môn Toán

In 3D có những ứng dụng thiết thực trong giáo dục, đặc biệt là liên quan đến các môn Khoa học, Công nghệ, Kỹ thuật và Toán học (STEM). Người học hoàn toàn có thể thiết kế và sản xuất các sản phẩm trong lớp học và có cơ hội thử nghiệm các ý tưởng, vừa học vừa làm với máy in 3D. Các mô hình vật thể 3D tự sản xuất giúp người học hình dung được khái niệm và có thể tiến hành thí nghiệm ngay tại lớp. Theo Skedsmo và Huber (2019), có hai mô hình đưa công nghệ 3D vào GD-ĐT, đó là: (1) Mô hình từ trên xuống (Top-down): Xem xét toàn diện nền giáo dục, sau đó nghiên cứu giải pháp tổng thể và triển khai ứng dụng trên diện rộng; (2) Mô hình từ dưới lên (Bottom-up): tìm các giải pháp nhỏ lẻ, sau đó nghiên cứu tổng thể và triển khai ứng dụng trên diện rộng.

In 3D (hoặc sản xuất bồi đắp) được coi là công cụ để tăng cường tính trực quan trong dạy học hình học. Mô hình cho một hoạt động điển hình thường bao gồm 3 bước: thiết kế trên giấy, thiết kế trên các phần mềm CAD và sản xuất (Huleihil, 2017). Công nghệ in 3D cho phép người dùng tạo ra một đối tượng vật lý từ một đối tượng ảo (Dilling & Witzke, 2020). Trong nghiên cứu của Novak và Wisdom (2020), người học được trải nghiệm những thách thức với việc học và sử dụng phần mềm TinkerCAD trong thiết kế các mô hình in 3D.

Có nhiều cách để ứng dụng công nghệ in 3D vào dạy học môn Toán ở các nội dung khác nhau. Một trong những cách thông thường đó là sử dụng công nghệ in 3D để giúp HS hình dung ra biểu đồ và mô hình toán học, dễ dàng nhận thấy các phương trình, đồ thị và mô hình toán được hiện thực hóa hữu hình, có thể dùng tay để chạm, cảm giác được. Mặt khác, công nghệ in 3D “thổi” vào các chủ đề mang tính trừu tượng cao của toán học một “làn gió tươi mới” (Ha & Fang, 2013; Halverscheid & Labs, 2019).

Việc tạo ra các mô hình trực quan toán học có thể là một công cụ tích cực trong quá trình dạy học Toán, đặc biệt là trong giai đoạn hình thành khái niệm. Theo Dilling và Witzke (2020), khi chạm lên mô hình vật thể 3 chiều bằng đầu ngón tay, HS có thể “cảm thấy tính liên tục của đồ thị là tính liên tục động”. Độ dốc thay đổi có thể được cảm nhận bằng cách trượt trên mô hình bằng bàn tay mở rộng. Cách tiếp cận này đặc biệt thúc đẩy việc hiểu khái niệm đạo hàm dưới dạng hệ số góc của tiếp tuyến.

2.2. Quy trình sử dụng công nghệ in 3D trong dạy học môn Toán

Công nghệ in 3D đã cho thấy tiềm năng trong việc hỗ trợ dạy học môn Toán, bởi nó cho phép tạo ra các mô hình vật lý và biểu diễn trực quan mà HS có thể thu nhận được từ việc thao tác với mô hình. Dưới đây, chúng tôi đề xuất quy trình 5 bước sử dụng công nghệ in 3D trong dạy học môn Toán:

- *Bước 1: Xác định khái niệm/nội dung toán học.* GV xác định các khái niệm, nội dung toán học mà HS có thể khám phá bằng cách sử dụng công nghệ in 3D. Đó có thể là các hình dạng hình học, đồ thị, hàm số, phương trình, các nội dung liên quan khác trong chương trình học.

- *Bước 2: Thiết kế và chọn mô hình 3D.* GV thiết kế mô hình 3D bằng phần mềm tạo mô hình như TinkerCAD, OpenSCAD, Maple, Geogebra,..., hoặc có thể tìm kiếm các mô hình 3D có sẵn trong các kho lưu trữ trực tuyến như Thingiverse, hoặc Printables. Các nền tảng và cộng đồng giáo dục cung cấp quyền truy cập vào nhiều loại mô hình 3D liên quan đến toán học. Nếu đang sử dụng mô hình có sẵn, GV có thể cần sửa đổi mô hình đó cho phù hợp với mục tiêu dạy học cụ thể. Chẳng hạn, GV có thể tùy chỉnh kích thước, màu sắc hoặc nhãn trên mô hình để minh họa rõ hơn khái niệm toán học.

- *Bước 3: In ấn và xử lý hậu kỳ.* Bước này bao gồm kiểm tra các lỗi (nếu có) của mô hình, chọn vật liệu in phù hợp như nhựa PLA hay ABS, cấu hình tham số in, tiến hành in mô hình. GV có thể xử lý mẫu in, thường bao gồm loại bỏ các cấu trúc hỗ trợ (support) nếu chúng đã được sử dụng, chà nhám các cạnh thô hoặc phủ lớp hoàn thiện bề mặt để cải thiện hình thức của mô hình.

- *Bước 4: Tích hợp các mô hình 3D vào dạy học.* Kết hợp các mô hình 3D được in vào các bài học, hoạt động học tập. GV có thể sử dụng mô hình 3D để minh họa, phát hiện đặc điểm, tính chất, mối quan hệ; đo đạc và tính toán các dữ liệu. GV cần khuyến khích HS khám phá thực hành và tổ chức các buổi thảo luận.

- *Bước 5: Phản ánh và đánh giá.* GV phản ánh về hiệu quả của việc sử dụng công nghệ in 3D, thu thập phản hồi từ HS, đánh giá tác động của công nghệ in 3D đối với sự hiểu biết, sự tham gia và khả năng ghi nhớ các khái niệm toán học của HS, điều chỉnh cách tiếp cận khi cần thiết để tối ưu hóa trải nghiệm học tập.

Với các bước trên, GV có thể sử dụng công nghệ in 3D để nâng cao chất lượng dạy học Toán, làm cho giờ học có tính tương tác, hấp dẫn hơn đối với HS.

2.3. Nghiên cứu thực nghiệm

2.3.1. Mục đích và phương pháp thực nghiệm

- *Mục đích thực nghiệm:* Chúng tôi thực hiện các phân tích, tổng hợp, đánh giá để thấy được tiềm năng của công nghệ in 3D trong dạy học môn Toán, đặc biệt là trong dạy học chủ đề “Thể tích khối tròn xoay” (Toán 12).

- *Phương pháp thực nghiệm:* Thực nghiệm được chúng tôi sử dụng phương pháp đánh giá định tính. Từ quy trình sử dụng công nghệ in 3D trong dạy học môn Toán ở tiểu mục 2.2, chúng tôi phân tích các dạng toán liên quan đến chủ đề “Thể tích khối tròn xoay” để thiết kế 4 mẫu vật, sau đó tích hợp với hai phiếu học tập và phát cho HS. Các mẫu vật này chủ yếu được thiết kế trên các phần mềm Geogebra và OpenSCAD, được in thử để đánh giá. Sau đó, chúng tôi tiến hành thực nghiệm trên 20 HS lớp 12B3, Trường THPT Phú Bài, tỉnh Thừa Thiên Huế (chia làm 4 nhóm, mỗi nhóm 5 HS) vào tháng 3/2023. HS được giới thiệu lần lượt về 4 mẫu vật, quan sát và tiếp xúc trực tiếp với mẫu vật. GV phát lần lượt hai phiếu học tập để HS thực hiện các nhiệm vụ trong mỗi phiếu, các em thực hành khảo sát trên mô hình và thảo luận để giải quyết vấn đề. Sau khi HS hoàn thành hai phiếu học tập, chúng tôi phát phiếu điều tra, thu thập dữ liệu bằng cách quay phim quá trình HS thực hành, thu lại phiếu học tập của các nhóm và phiếu điều tra của mỗi HS. Kết quả trả lời của HS sẽ được lưu lại như là các minh chứng.

- *Công cụ nghiên cứu:* Các công cụ nghiên cứu bao gồm 4 vật thể 3D đã được thiết kế sẵn (viết tắt là VT1, VT2, VT3, VT4), cùng với phiếu học tập với các nhiệm vụ tương ứng; phiếu điều tra, bảng khảo sát thu thập thông tin phản hồi về vai trò của công nghệ in 3D, các công cụ và phương tiện học Toán. Trong khuôn khổ của bài báo, chúng tôi chỉ trình bày hai bài toán trong hai phiếu học tập liên quan đến việc tính thể tích của các khối tròn xoay.

Bài toán 1 (tính thể tích của vật thể tròn xoay tạo bởi 1 đường thẳng): Cho hai vật thể tròn xoay được tạo thành từ việc quay duy nhất một đường thẳng quanh trục Ox (hình bên phải của hình 1) và Oy (hình bên trái của hình 1).



Hình 1. Hai vật thể VT1 & VT2 tạo bởi đường thẳng

Em hãy thực hiện các nhiệm vụ sau:

Nhiệm vụ 1: Xác định hàm số biểu diễn đường sinh của khối tròn xoay theo các bước sau:

Bước 1. Vị trí tương đối của 2 vật thể trong không gian như thế nào?

Bước 2. Sử dụng các dụng cụ đo đạc, hãy đo chiều cao và các đường kính đường tròn đáy của hai hình khối tròn xoay trên.

Bước 3. Quan sát các vật mẫu, em hãy xác định hình dạng của đồ thị hàm số và phương trình của hàm số biểu diễn đường sinh của các khối tròn xoay.

Nhiệm vụ 2: Tính thể tích các khối tròn xoay.

Bài toán 2 (thể tích của vật thể tròn xoay tạo bởi các đường cong bậc hai): Cho hai vật thể tròn xoay VT3, VT4 được tạo thành khi quay hình phẳng giới hạn bởi các đường cong quanh trục Ox (hình bên phải của hình 2) và Oy (hình bên trái của hình 2).



Hình 2. Hai vật thể VT3 và VT4 được tạo bởi các đường cong bậc hai

Em hãy thực hiện các nhiệm vụ sau:

Nhiệm vụ 1: Xác định hàm số biểu diễn các đường sinh của khối tròn xoay thông qua các bước sau:

Bước 1: Sử dụng các dụng cụ học tập, em hãy đo chiều cao và đường kính đường tròn đáy của các hình khối tròn xoay trên.

Bước 2: Quan sát mô hình, em hãy xác định đồ thị hàm số và phương trình của hàm số biểu diễn các đường sinh của hai hình khối tròn xoay (VT3 và VT4).

Bước 3: Xác định công thức tính thể tích các hình khối tròn xoay.

Nhiệm vụ 2: Tính thể tích các khối tròn xoay.

- *Thu thập và phân tích dữ liệu:* Các dữ liệu thu được bao gồm: phiếu học tập của các nhóm, bảng hỏi khảo sát, dữ liệu ghi âm các trao đổi của HS. Để phân tích dữ liệu, chúng tôi sử dụng bảng các cấp độ năng lực giải quyết vấn đề của Griffin và cộng sự (2012) để đánh giá kết quả của HS trên các phiếu học tập (xem bảng 1):

Bảng 1. Các cấp độ năng lực giải quyết vấn đề

Cấp độ	Định nghĩa	Giải nghĩa
P0	Không thể hiện gì	HS không thực hiện được các yêu cầu của phiếu học tập hoặc đưa ra một số ý nhưng không đúng.
P1	Quan sát	HS quan sát mô hình và viết ra được một số nhận xét về tính chất của vật mẫu.
P2	Dự đoán, xác định	HS viết ra được những nhận xét về mô hình, có những dự đoán về dạng của hàm số biểu diễn đường sinh của mô hình khối tròn xoay, hình dạng của mô hình.
P3	Tính toán, kiểm tra	HS có thể tính thể tích khi đã thao tác với mô hình, những phỏng đoán về đồ thị hàm số, xác định đồ thị hàm số nhưng kết quả tính chưa đúng, trình bày chưa đủ.
P4	Hoàn thành	HS thực hành tính thể tích có kết quả đúng và trình bày đầy đủ.

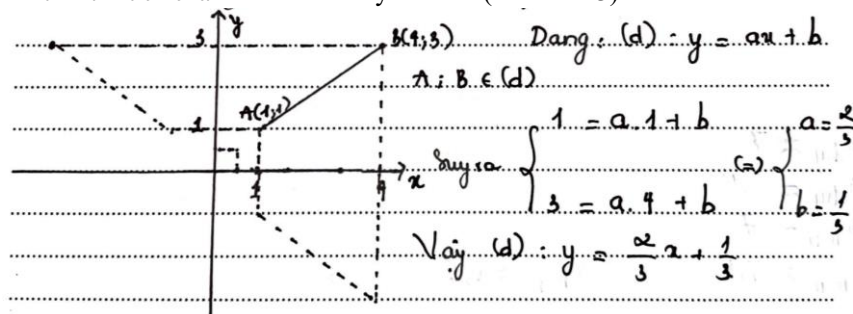
2.3.2. Kết quả thực nghiệm

2.3.2.1. Phân tích kết quả các bài toán

Bài toán 1: Trong bài toán này, HS đưa ra dự đoán và xác định phương trình biểu diễn đường sinh của một mô hình khối tròn xoay dưới sự hướng dẫn của GV. Từ dạng phương trình đường thẳng $y = ax + b$ ($a \neq 0$), thông qua đo đạc trên hai mô hình, HS xác định được phương trình là $y = \frac{2}{3}x + \frac{1}{3}$. Từ đó, thể tích khối tròn xoay được tính theo công thức: $V_1 = \pi \int_1^3 \left(\frac{3}{2}y - \frac{1}{2}\right)^2 dy = 14\pi(\text{cm}^3)$ và $V_2 = \pi \int_1^4 \left(\frac{2}{3}y + \frac{1}{3}\right)^2 dx = 13\pi(\text{cm}^3)$.

Tuy nhiên, trong quá trình thực nghiệm, chúng tôi nhận thấy các nhóm còn gặp khó khăn khi thực hiện phép đo các kích thước, sau đó xác định được đồ thị hàm số biểu diễn đường sinh. HS khảo sát vị trí tương đối của 2 mô hình khối tròn xoay trong không gian, tiến hành đo đạc để thu được kích thước của các vật thể. Trong nhiệm vụ này, ngoài cách ứng dụng tích phân để tính thể tích khối tròn xoay như tiên nghiệm, HS còn có một ý tưởng khác, đó là sử dụng công thức tính thể tích hình nón cụt và kết quả thu được cũng đúng.

Trong quá trình đưa mô hình vào mặt phẳng tọa độ, HS còn lúng túng. Với sự hỗ trợ của GV, HS nhóm 2 đã minh họa được hai mô hình lên hệ trục tọa độ Oxy , xác định phương trình đường thẳng biểu diễn đường sinh và thực hiện nhiệm vụ 2 để tính thể tích của 2 khối tròn xoay như sau (xem hình 3):



Hình 3. Vẽ hình và tìm phương trình đường thẳng biểu diễn đường sinh

Phân tích đoạn hội thoại và bài làm trên phiếu học tập, chúng tôi nhận thấy các nhóm đã từng bước hiểu được yêu cầu của hai nhiệm vụ. Trong quá trình thực nghiệm, HS cũng đã thực hiện xác minh kiểm tra lại bằng cách thử 2 điểm khác và so sánh kết quả các cách làm mà các nhóm đưa ra. Khi đã có đầy đủ giả thiết, HS ứng dụng tích phân vào tính toán, dựa vào hình minh họa để xác định tích phân và cận để tính thể tích 2 mô hình. Mặc dù HS đã học ứng dụng của tích phân và được GV hướng dẫn, tuy nhiên một số HS vẫn sử dụng công thức tính thể tích hình nón cụt mà không sử dụng đến kiến thức ứng dụng của tích phân. Trong bài toán này, các nhóm chủ yếu đạt cấp độ giải quyết vấn đề ở mức 3.

Bài toán 2: Với bài toán này, HS quan sát và thực hiện thao tác đo đạc trên hai mô hình phức tạp hơn. Có những HS còn lúng túng trong quá trình giải quyết vấn đề và một số HS không biết làm như thế nào. Sau khi đọc hiểu đề bài, các nhóm đều có được ý tưởng tương tự bài toán số 1 để dự đoán dạng biểu diễn đường sinh của các khối tròn xoay. Bài toán này phức tạp hơn bài trước vì các phương trình hàm số biểu diễn đường sinh của 2 vật thể VT3, VT4 có dạng parabol ứng với các phương trình là $y = \frac{1}{3}x^2$ và $y = \frac{1}{9}x^2 + 3$.

Sau một số lần thảo luận và vẽ hình minh họa, HS đã rút ra được cách đặt trục tọa độ, dựng các đường cong để có thể thu được khối tròn xoay.

Sau khi dựng hệ trục để dự đoán dạng phương trình biểu diễn đường sinh của hai mô hình, HS đã có kinh nghiệm hơn trong việc xác định tọa độ điểm thuộc đường sinh và các thông số của tích phân để tính thể tích của mỗi vật thể. Điều này cho thấy, HS đã có sự hiểu biết nhất định về các bài toán vận dụng kiến thức hàm số, chọn và dựng được hệ trục tọa độ vào mô hình để thu được phương trình biểu diễn đường sinh. Trong nhiệm vụ 2, các nhóm lập công thức tính thể tích của từng mô hình, từ đó tính được thể tích của các khối tròn xoay (nhóm 3 đã hoàn thành được hết các nhiệm vụ trong phiếu học tập, được đánh giá quá trình giải quyết vấn đề ở cấp P4; các nhóm khác chỉ mới đo được các kích thước, tìm ra được các đường sinh nhưng chưa thực hiện tính thể tích, nên chỉ đạt các cấp độ tới P3).

2.3.2.2. Đánh giá chung

Trong quá trình khảo sát hai bài toán tính thể tích ở trên, tất cả HS thực hiện được thao tác đo đạc nhưng không hoàn toàn chắc chắn. Thông qua buổi thực nghiệm, chúng tôi nhận thấy vai trò của GV chủ yếu thể hiện ở khâu hỗ trợ HS làm rõ nhiệm vụ của từng bài toán, hướng dẫn các em các thao tác trên mô hình in 3D trước khi bắt đầu tiến hành thực nghiệm, gợi nhớ một số kiến thức đã học. Các mẫu vật in 3D có thể giúp HS thay đổi cách đề xuất các nhiệm vụ toán học mở trong quá trình các em tìm kiếm các dữ liệu (có thể thông qua quan sát, đo đạc, vẽ hình) để giải quyết vấn đề thông qua mẫu vật. Do vậy, nếu HS làm việc độc lập với mô hình in 3D, các em có thể gặp khó khăn, lúng túng khi thực hiện các nhiệm vụ, nhất là trong việc chuyển từ mô hình thực tế (vật thể) sang mô hình toán học (biểu diễn đồ thị, hàm số). Ngoài ra, HS còn gặp những sai sót khi tính toán và trình bày bài làm (như xác định sai biểu thức tích phân, thiếu đơn vị, đo đạc sai dẫn đến kết quả tính sai). Sau đây là kết quả đánh giá tổng hợp của các nhóm.

Bảng 2. Tổng hợp kết quả đánh giá năng lực giải quyết vấn đề

Nhóm	Bài toán số 1		Bài toán số 2	
	VT1	VT2	VT3	VT4
1	P0	P3	P0	P2
2	P3	P4	P3	P4
3	P3	P3	P4	P4
4	P4	P4	P0	P0

2.3.2.3. Kết quả điều tra

Thông qua số liệu thu thập được, chúng tôi nhận thấy có 75% HS hứng thú trong giờ học có sự hỗ trợ của công nghệ in 3D; 85% HS cho rằng được chủ động hơn so với cách học truyền thống; phần lớn HS cho rằng ứng dụng công nghệ in 3D giúp nâng cao khả năng tương tác giữa HS với HS, HS với đối tượng toán, tăng tính chủ động hơn so với cách học truyền thống.

Về độ tự tin khi thực hiện các nhiệm vụ toán học trên mô hình in 3D, phần lớn HS cho rằng công nghệ in 3D giúp các em dễ dàng xác định được phương trình của các đồ thị hàm số. Tuy nhiên, có khoảng 25-30% HS được khảo sát không đồng ý quan điểm công nghệ in 3D giúp tăng khả năng hình dung và dễ dàng xác định phương trình của đồ thị hàm số vì một số khó khăn mà các em gặp phải.

2.3.2.4. Trả lời cho các câu hỏi nghiên cứu

- Các tiềm năng khi ứng dụng công nghệ in 3D trong dạy học chủ đề “Thể tích khối tròn xoay” có thể rút ra như sau:
+ Giúp HS tiếp cận kiến thức thông qua xúc giác (cầm nắm, miết tay lên mô hình,...); + Mở ra nhiều khả năng mới

cho việc học tập: khả năng sử dụng công cụ, phương tiện toán học; khả năng ứng dụng phương pháp tọa độ; + Phát triển năng lực giải quyết vấn đề, tạo điều kiện cho HS có thêm cơ hội tư duy, lập luận; + Giúp HS vận dụng được kiến thức đã học vào giải quyết vấn đề, bao gồm đo đạc, tính toán, phát hiện đặc điểm, tính chất của các mô hình in 3D và mối quan hệ của chúng.

- Về quá trình giải quyết vấn đề của HS: Trong quá trình thực nghiệm, các em hoạt động nhóm tốt, cùng đưa ra các ý kiến và tìm cách giải các bài toán. HS ở các nhóm thực hiện thao tác đo đạc thu được kết quả đúng. Ở nhóm 1 và nhóm 4 vẫn có những em thực hiện được các thao tác đo đạc và tính toán đạt được cấp P4, tuy nhiên một số HS có kết quả đo sai dẫn đến kết quả tính sai, trình bày chưa đầy đủ, thiếu đơn vị đo.

3. Kết luận

Nghiên cứu cho thấy tiềm năng của công nghệ in 3D trong việc phát triển năng lực giải quyết vấn đề liên quan đến thể tích khối tròn xoay của HS, các em được trải nghiệm thực tế thông qua các mẫu vật cụ thể. Chúng tôi đã thiết kế được 4 mẫu vật in 3D, giúp HS có thể tìm tòi cách giải để tính thể tích của các khối tròn xoay. Nhờ các vật thể này, bài toán tính thể tích khối tròn xoay trở nên hấp dẫn và sinh động, các thao tác đối với vật thể 3D tạo điều kiện cho HS xác định giả thiết trên mô hình thực, rèn luyện kỹ năng sử dụng các công cụ và phương tiện học tập, vận dụng kiến thức đã học vào bài toán thực tiễn.

HS rất thích thú khi thực hiện các nhiệm vụ học tập, tích cực thao tác và tìm cách giải quyết vấn đề trong học tập môn Toán với mô hình 3D. Sử dụng công nghệ in 3D vào dạy học chủ đề “Thể tích khối tròn xoay” (Toán 12) cho phép HS có thể trực quan hóa các kiến thức, đo đạc, tìm mối quan hệ, xác định hàm số biểu diễn, tính thể tích hình khối một cách thú vị và hấp dẫn; từ đó các em có cơ hội tiếp cận và hiểu chủ đề một cách sáng tạo và tích cực hơn.

Tài liệu tham khảo

- Cheng, L., Antonenko, P. D., Ritzhaupt, A. D., Dawson, K., Miller, D., MacFadden, B. J.,... & Ziegler, M. (2020). Exploring the Influence of Teachers' Beliefs and 3D Printing Integrated STEM Instruction on Students' STEM Motivation. *Computer Education*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103983>
- Dilling, F., & Witzke, I. (2018). 3D-Printing-Technology in Mathematics education - Examples from the calculus. *Vietnam Journal of Education*, 5, 54-58.
- Dilling, F., & Witzke, I. (2020). The Use of 3D-Printing Technology in Calculus Education: Concept Formation Processes of the Concept of Derivative with Printed Graphs of Functions. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 6, 320-339.
- Ha, O., & Fang, N. (2013). *Development of interactive 3D tangible models as teaching aids to improve students' spatial ability in STEM education*. Proceedings of the Frontiers in Education Conference.
- Halverscheid, S., & Labs, O. (2019). *Felix Klein's mathematical heritage seen through 3D models*. The Legacy of Felix Klein, 131-152.
- Huleihil, M. (2017). *3D printing technology as innovative tool for math and geometry teaching applications*. The Arab Academic Institute of Education, The Academic Institute Beit-Berl, Kfar Saba 44905, Israel.
- Novak, E., & Wisdom, S. (2020). *Using 3D Printing in Science for Elementary Teachers*. Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice.
- Shahrubudin, N., Lee, T. C., & Ramlan, R. (2019). An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications. *Procedia Manufacturing*, 35, 1286-1296.
- Skedsmo, G., & Huber, S. G. (2019). Top-down and bottom-up approaches to improve educational quality: their intended and unintended consequences. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 31, 1-4.
- Slavkovsky, E. A. (2012). *Feasibility study for teaching geometry and other topics using three-dimensional printers*. Harvard University.