NGHIÊN CỨU VẬN DỤNG PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH HÓA TRONG DẠY HỌC MÔN TOÁN Ở TRƯỜNG PHỔ THÔNG

TỔNG QUAN

Ý tưởng về sử dụng mô hình hóa trong dạy học được đề xuất Aristides C. Barreto từ giữa những năm 70 của thế kỉ trước. Mô hình hóa là quá trình tạo ra các mô hình để giải quyết các vấn đề toán học. Từ quan điểm này, có thể nói không có một định nghĩa thống nhất nào về mô hình hóa toán học. Mô hình toán học được xây dựng bằng cách phiên dịch các vấn đề từ thực tiễn bằng phương tiện ngôn ngữ viết sang phương tiện ngôn ngữ biểu tượng, kí hiệu hay nói cách khác, mô hình hóa là bỏ đi các tính chất không bản chất của vấn đề và được trình bày dưới dạng ngôn ngữ toán học.

Mô hình hóa toán học được đặc trưng bởi môi trường mà trong đó học sinh được yêu cầu khám phá tri thức thông qua môn toán hoặc các tình huống thực tế có tính chất liên môn khác. Vì vậy, tích hợp các tình huống thực tế hàng ngày vào các tình huống dạy học trên lớp học đóng vai trò rất quan trọng, với mục đích cho học sinh thấy tính ứng dụng thực tiễn của toán học. Do đó, với tri thức toán học, giáo viên có thể sử dụng mô hình để giải thích và giúp học sinh hiểu về các hiện tượng trong thực tế cuộc sống. Các mô hình toán học cụ thể như đồ thị, bảng biểu, phương trình, hệ phương trình,... đều biểu thị các hiện tượng trong tự nhiên và xã hội. Mason & Davis (1991) cho rằng mô hình được mô tả như một vật dùng thay thế mà qua đó ta có thể thấy được các đặc điểm đặc trưng của vật thể thực tế. Thông qua mô hình, ta có thể thao tác và khám phá các thuộc tính của đối tượng mà không cần đến vật thật. Tuy nhiên, các nghiên cứu của Swetz & Hartzler (1991) và Verschaffel (2002) lại cho thấy điều này còn phụ thuộc vào ý đồ của người thiết kế mô hình và bối cảnh áp dụng của mô hình đó. Mô hình ở đây còn có thể hiểu là các hình vẽ, bảng biểu, hàm số, đồ thị, phương trình, sơ đồ, biểu đồ, biểu tượng hay thậm chí cả các mô hình ảo trên máy vi tính (Van Den Heuvel-Panhuizen, 2003; Van de Walle, 2004). Mô hình toán học là một mô hình trừu tượng sử dụng ngôn ngữ toán học để mô tả về một hệ thống nào đó. Bassanezi và Biembengut (1999) cho rằng, trong dạy học toán, mô hình hóa có liên hệ với các dự án học tập, giáo viên có thể chia học sinh thành các nhóm nhỏ có cùng mối quan tâm để tìm hiểu, khám phá thế giới bằng phương tiện toán học, với sự hướng dẫn của giáo viên.

Kaiser-Messmer (1991) đã gợi ý hai hướng khai thác mô hình hóa toán học. Thứ nhất, mô hình toán học được sử dụng để hiểu và giải quyết các vấn đề thực tiễn như một phương tiện để dạy và học toán ở trường phổ thông. Thứ hai, mô hình toán học được dùng để phục vụ nghiên cứu khoa học. Tuy nhiên, các nhiều nghiên cứu tập trung khai thác theo hướng thứ nhất. Barbosa (2002) cho rằng mô hình toán học đóng vai trò quan trọng trong dạy học toán. Mô hình hóa là môi trường để học sinh tìm hiểu, khám phá các kiến thức toán học cũng như các kiến thức liên môn khác.

Mô hình hóa trong dạy học toán là quá trình giúp học sinh tìm hiểu, khám phá các tình huống nảy sinh từ thực tiễn bằng công cụ toán học với sự hỗ trợ của công nghệ thông tin. Quá trình này đòi hỏi các kỹ năng và thao tác tư duy toán học như phân tích, tổng hợp, so sánh, khái quát hóa, trừu tượng hóa. Mô hình hóa cũng cho thấy mối quan hệ giữa thực tiễn với các vấn đề trong sách giáo khoa dưới góc nhìn của toán học. Các nghiên cứu của Mason & Davis (1991) và Niss (1989) cho rằng, ở trường phổ thông, cách tiếp cận này giúp việc học toán của học trở nên có ý nghĩa hơn, tạo động cơ và niềm say mê học toán.

Tóm lại, có thể nói mô hình được dùng để mô tả một tình huống thực tiễn nào đó, mô hình toán

học được hiểu là sử dụng công cụ toán học để thể hiện nó dưới dạng của ngôn ngữ toán học, trong đó mô hình hóa là quá trình tạo ra mô hình nhằm hướng tới giải quyết một vấn đề nào đó. Quá trình này tuân theo một quy trình sử dụng các quy tắc đặc biệt để thành lập giả thuyết hay cấu trúc toán học như: công thức, thuật toán, phương trình, bảng biểu, biểu tượng, đồ thị biểu diễn,… để từ đó học sinh có một cái nhìn rõ ràng hơn về các vấn đề tồn tại trong thực tiễn.

Quy trình mô hình hóa được Swetz & Hartzler (1991) mô tả gồm bốn giai đoạn. Giai đoạn thứ nhất là quan sát hiện tượng, phác thảo tình huống và nhận ra các yếu tố quan trọng (như biến số, tham số) có tác động đến vấn đề. Giai đoạn thứ hai là lập giả thuyết về mối quan hệ giữa các yếu tố dưới góc nhìn của toán học. Từ đó phác họa mô hình toán học tương ứng. Giai đoạn thứ ba là áp dụng các phương pháp, công cụ toán học phù hợp để mô hình hóa vấn đề và phân tích mô hình. Giai đoạn thứ tư là thông báo kết quả, đối chiếu mô hình với thực tiễn và kết luận. Quá trình giải quyết vấn đề và mô hình hóa có những đặc điểm tương tự nhau, rèn luyện cho học sinh những kỹ năng toán học cần thiết. Do đó, chúng hỗ trợ và bổ sung cho nhau. Mô hình hóa có thể xem là một quy trình khép kín. Nó được nảy sinh từ các tình huống thực tiễn và kết quả của nó được dùng để giải thích và cải thiện các vấn đề trong thực tiễn.

Thực hiện quy trình trên, trong quá trình dạy học toán, giáo viên cần giúp học sinh nắm được yêu cầu của từng giai đoạn của quá trình mô hình hóa.

- Toán học hóa: Hiểu vấn đề thực tế, thành lập các giả thuyết để đơn giản hóa vấn đề, mô tả và diễn đạt vấn đề bằng ngôn ngữ toán học. Đây là quá trình chuyển các vấn đề từ thực tiễn sang toán học bằng cách tạo ra các mô hình toán học tương ứng của chúng. Quá trình này đòi hỏi phải hiểu vấn đề, có thể là vấn đề mở hoặc có độ phức tạp khác nhau. Lập các giả thuyết, đơn giản hóa vấn đề để có thể giải được bài toán. Xác định các khái niệm toán học liên quan, các biến số, biểu diễn vấn đề bằng ngôn ngữ toán học và lập mô hình toán học như bảng biểu, hình vẽ, đồ thị, hàm số hay phương trình hay công thức toán học.
- Giải bài toán: Sử dụng các công cụ và phương pháp toán học thích hợp để giải bài toán, bao gồm cả sự hỗ trợ của công nghệ thông tin. Yêu cầu học sinh lựa chọn, sử dụng các phương pháp và công cụ toán học thích hợp để thành lập và giải quyết vấn đề sử dụng ngôn ngữ toán học. Ở giai đoạn này, công nghệ thông tin sẽ hỗ trợ học sinh phân tích dữ liệu, thực hiện tính toán phức tạp và đưa ra đáp số của bài toán.
- Thông hiểu: Hiểu lời giải của bài toán đối với tình huống trong thực tiễn (bài toán ban đầu). Hiểu được ý nghĩa lời giải của bài toán trong thực tiễn, trong đó cần nhận ra được những hạn chế và khó khăn có thể có khi áp dụng kết quả này vào tình huống thực tiễn.
- Đối chiếu: Xem xét lại các giả thuyết, tìm hiểu các hạn chế của mô hình toán học cũng như lời giải của bài toán, xem lại các công cụ và phương pháp toán học đã sử dụng, đối chiếu thực tiễn để cải tiến mô hình đã xây dựng. Đây là giai đoạn đòi hỏi học sinh có hiểu biết rõ về các công cụ toán học cũng như việc sử dụng nó để giải quyết các vấn đề nảy sinh trong cuộc sống. Từ đó, xem lại các phương pháp và công cụ toán học đã sử dụng; xem lại các giả thuyết, hạn chế của mô hình và tiến tới cải tiến mô hình cũng như lời giải của bài toán.

Tại Việt Nam, phương pháp mô hình hóa vẫn còn khá mới mẻ đối với giáo viên khi dạy học môn toán. Chưa có nhiều công trình nghiên cứu về việc vận dụng phương pháp này trong dạy và học toán ở nhà trường phổ thông. Một số nghiên cứu bước đầu của nhóm tác giả đề tài này được thể hiện trong các công trình nghiên cứu [13, 14, 15, 16] dưới đây. Tuy nhiên, các công trình này mới đưa ra các định hướng vận dụng, chưa trình bày rõ quy trình vận dụng phương pháp này trong dạy học toán ở các trường phổ thông Việt Nam. Trong các nghiên cứu gần đây [13, 16], tác giả

đã trình bày một cách khái quát vai trò của phương pháp mô hình hóa trong dạy học toán, phương pháp này giúp học sinh làm quen với việc sử dụng các loại biểu diễn dữ liệu khác nhau; giải quyết các bài toán thực tiễn bằng cách lựa chọn và sử dụng các công cụ, phương pháp toán học phù hợp. Qua đó, giúp học hiểu sâu và nắm chắc các kiến thức toán học. Ngoài ra, sử dụng phương pháp mô hình hóa trong dạy học giúp học sinh phát triển các kỹ năng toán học, đồng thời nó còn hỗ trợ giáo viên tổ chức dạy học theo phương pháp phát hiện và giải quyết vấn đề có hiệu quả hơn. Hơn nữa, phương pháp này giúp việc học toán của học sinh trở nên có ý nghĩa hơn bằng cách tăng cường và làm sáng tỏ các yếu tố toán học trong thực tiễn. Năng lực phân tích và giải quyết các vấn đề thực tiễn cũng được quan tâm khi sử dụng phương pháp này bởi các giai đoạn của quá trình mô hình hóa giúp rèn luyện các thao tác tư duy toán học như phân tích và tổng hợp, trừu tượng hóa và tổng quát hóa, so sánh và tương tự, hệ thống hóa và đặc biệt hóa, suy diễn và quy nạp,... Nguyễn Danh Nam (2012) cũng chỉ ra rằng, phương pháp mô hình hóa nâng cao tinh thần hợp tác trong học tập, tăng cường tính độc lập và tự tin cho học sinh thông qua trao đổi nhóm, sử dụng phần mềm dạy học hỗ trợ quá trình giải quyết vấn đề, mô hình hóa và cải tiến mô hình cho phù hợp với thực tiễn. Qua đó, tăng cường tính liên môn trong học tập các môn như địa lý, khoa học, lịch sử, môi trường. Trong nghiên cứu này, tác giả cũng chỉ ra sử dụng phương pháp mô hình hóa trong dạy học một số tình huống như: tạo tình huống có vấn đề, làm sáng tỏ một số yếu tố của toán học trong thực tiễn và hiểu được ý nghĩa của các số liệu thống kê từ thực tiễn. Những kết quả này sẽ là cơ sở cho những nghiên cứu tiếp theo về khả năng vận dụng phương pháp mô hình hóa trong dạy học toán ở các trường phổ thông hiện nay, đặc biệt là tiếp cận hướng tăng cường đưa các bài toán thực tiễn vào chương trình sách giáo khoa mới sau 2015 [15].

Danh mục công trình nghiên cứu, tài liệu liên quan đến đề tài:

[1]. Richard Lesh, Peter L. Galbraith, Christopher R Haines & Andrew Hurford (2010). Modeling students' mathematical modeling competencies. ICTMA 13, Springer-Verlag, Heidelberg.

[2]. Berinderjeet Kaur & Jaguthsing Dindyal (2010). Mathematical applications and modelling. World Scientific Publishing, Singapore.

[3]. Myint Swe Khine & Issa M. Saleh (2011). Models and modeling: Cognitive tools for scientific enquiry. Springer-Verlag, London.

[4]. Peter Lancaster (1976). Mathematics: Models of the real world. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

[5]. Dirk Ifenthaler, Pablo Pirnay-Dummer & J. Michael Spector (2008), Understanding models for learning and instruction. Springer-Verlag, Heidelberg.

[6]. Kai Velten (2009). Mathematical modelling and simulation. WILEY-VCH Verlag, Weinheim.

[7]. Jonathan Borwein, Keith Devlin (2009). Experimentelle Mathematik. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

[8]. Dörte Haftendorn (2010). Mathematik sehen und stehen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

[9]. Blum, Niss (1991). Applied mathematical problem solving, modeling, applications and links to other subjects. Educational Studies in Mathematics, 22 (1), pp. 36-38.

[10]. Kaiser-Messmer (1991). Application-oriented mathematics teaching: a survey of the theoretical debate. In: Niss, Blum, Huntley (Ed.), Chichester: Ellis Horwood.

[11]. Matos, Carreira (1996). The quest for meaning in students' mathematical modelling activity. Proceedings of the PME 20, vol.3, pp. 345-352.

[12]. Blum, Galbraith, Henn & Niss (2007). Modelling and applications in mathematics education. The 14th ICMI Study. Springer.
[13]. Trần Trung, Đặng Xuân Cương, Nguyễn Văn Hồng, Nguyễn Danh Nam (2011). Ứng dụng công nghệ thông tin vào dạy học môn toán ở trường phổ thông. Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.
[14]. Trần Trung (2011). Vận dụng mô hình hóa vào dạy học môn toán ở trường phổ thông. Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, số 06, tr.104-108.
[15]. Danh Nam Nguyen, Trung Tran (2013). Recommendations for mathematics curriculum development in Vietnam. Proceedings of the 6th International Conference on Educational Reform, pp.26-32.
[16]. Nguyễn Danh Nam (2013). Phương pháp mô hình hóa trong dạy học môn toán ở trường phổ thông. Kỷ yếu Hội thảo khoa học "Cán bộ trẻ các trường đại học sư phạm toàn quốc năm 2013", Nhà xuất bản Đà Nẵng, tr.512-516.

MỤC TIÊU

Mục tiêu của đề tài là xây dựng được quy trình triển khai vận dụng phương pháp mô hình hóa trong dạy học nhằm đổi mới phương pháp dạy học môn toán ở trường phổ thông trung học.

NỘI DUNG

Vấn đề 1. Nghiên cứu tính cấp thiết của đề tài

Vấn đề 2. Nghiên cứu cơ sở lý luận

2.1. Tổng quan về tình hình vận dụng phương pháp mô hình hóa trong dạy học toán

- Trên thế giới
- Tại Việt Nam

2.2. Định hướng tăng cường liên hệ toán học với thực tiễn

- Ứng dụng của toán học trong cuộc sống
- Tăng cường liên hệ toán học với thực tiễn trong dạy học toán
- Một số định hướng vận dụng mô hình hóa tăng cường liên hệ toán học với thực tiễn

2.3. Ứng dụng công nghệ thông tin trong quá trình mô hình hóa

- Ứng dụng công nghệ thông tin trong việc liên hệ toán học với thực tiễn

+ Mô hình hình học
+ Mô hình giải tích
+ Mô hình trừu tượng

- Sử dụng máy vi tính và phần mềm toán học: Tinkerplots và Fathom
- Sử dụng các thiết bị cầm tay: máy tính bỏ túi, điện thoại di động
- Sử dụng internet

2.4. Vai trò của phương pháp mô hình hóa trong dạy học toán ở trường phổ thông

- Tăng cường liên hệ toán học với thực tiễn
- Phát triển các dự án học tập
- Tăng cường hợp tác nhóm
- Phát triển năng lực phân tích vấn đề
- Phát triển năng lực giải quyết vấn đề thực tiễn
- Phát triển tư duy sáng tạo, tư duy thống kê
- Phát triển kĩ năng sử dụng công nghệ thông tin

Vấn đề 3. Nghiên cứu thực trạng, khảo sát thực tế

3.1. Phương pháp nghiên cứu thực trạng

3.2. Thực trạng của việc tăng cường liên hệ toán học với thực tiễn trong dạy học toán
3.3. Thực trạng của việc sử dụng phương pháp mô hình hóa ở trường phổ thông
3.4. Hội thảo chuyên đề "Vận dụng phương pháp mô hình hóa trong dạy học môn toán ở trường phổ thông"
- Mô hình hóa ở tiểu học
- Mô hình hóa ở trung học cơ sở
- Mô hình hóa ở THPT
Vấn đề 4. Nghiên cứu quy trình mô hình hóa trong dạy học môn toán ở trường phổ thông
4.1. Quy trình mô hình hóa trong dạy học môn toán ở trường phổ thông
- Toán học hóa
- Giải bài toán
- Thông hiểu
- Đối chiếu
4.2. Đặc điểm và nguyên tắc thiết kế hoạt động mô hình hóa
- Mô hình đóng vai trò phương tiện
- Mô hình đóng vai trò nội dung
4.3. Vận dụng phương pháp mô hình hóa trong các tình huống dạy học điển hình
4.4. Tổ chức các hoạt động học tập với phương pháp mô hình hóa
- Khám phá về thế giới
- Khám phá các sự kiện thể thao
- Tìm hiểu thông tin từ các phương tiện truyền thông: báo, TV, internet,…
- Khám phá, tìm hiểu thông tin từ các hoạt động khác
- Phân tích mô hình từ bản đồ
- Phân tích mô hình từ các dữ liệu thực tế
+ Hàm số bậc nhất
+ Hàm số bậc hai
+ Hàm số lượng giác, hàm số lôgarít, hàm số mũ, hàm số lũy thừa
+ Tỉ lệ vàng
- Phân tích các mô hình từ hình ảnh thực tế
- Phân tích các mô hình từ video
4.5. Mô hình hóa và phương pháp dạy học theo dự án
4.6. Mô hình hóa và vấn đề kiểm tra, đánh giá
4.7. Mô hình hóa trong các bài toán trong chương trình đánh giá PISA
4.8. Mô hình hóa với các thiết bị cầm tay
4.9. Năng lực mô hình hóa các tình huống thực tiễn
4.10. Vấn đề phát triển tư duy thống kê cho học sinh
Vấn đề 5. Thực nghiệm sư phạm và phân tích kết quả nghiên cứu
5.1. Tổ chức thực nghiệm
5.2. Phương pháp thu thập số liệu
5.3. Phương pháp phân tích số liệu
5.4. Phân tích kết quả thực nghiệm
5.5. Một số khó khăn trong quá trình thực nghiệm
- Hiểu ngữ cảnh
- Kĩ năng của giáo viên và học sinh

- Lựa chọn chủ đề
- Làm việc theo nhóm
5.6. Kết luận chung
Vấn đề 6. Xây dựng quy trình triển khai vận dụng phương pháp mô hình hóa
Danh mục các công trình công bố liên quan đến đề tài
Tài liệu tham khảo
Phụ lục

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Phương pháp nghiên cứu lý luận: Sử dụng các phương pháp phân tích, tổng hợp, hệ thống hóa, khái quát hóa hệ thống lý luận của đề tài.
- Phương pháp điều tra, quan sát: Thiết kế mẫu phiếu điều tra, bảng hỏi, quan sát thực tế.
- Phương pháp phỏng vấn: Phỏng vấn các chuyên gia, đội ngũ quản lý giáo dục, giáo viên và học sinh phổ thông.
- Phương pháp nghiên cứu trường hợp: Phân tích một số trường hợp cụ thể.
- Phương pháp thực nghiệm sư phạm: Tổ chức thực nghiệm trên phạm vi 5 tỉnh miền núi phía Bắc và đưa ra quy trình vận dụng trong thực tế.
- Phương pháp phân tích số liệu thống kê: Sử dụng các phần mềm thống kê toán học như Excel, SPSS để phân tích số liệu điều tra thực tế và kết quả thực nghiệm sư phạm.

HIỆU QUẢ KTXH

Đề tài nghiên cứu thành công góp phần đổi mới phương pháp dạy học môn toán ở trường phổ thông theo hướng tăng cường thực hành, thực tế, làm rõ mối liên hệ giữa toán học và thực tiễn.
Vận dụng phương pháp mô hình hóa trong dạy học toán ở trường phổ thông sẽ giúp học sinh tích cực hóa các hoạt động học tập, tăng cường các hoạt động ngoài giờ lên lớp, các dự án học tập,…

ĐƠN VỊ SỬ DỤNG

- Tổ chức tập huấn giáo viên phổ thông các tỉnh miền núi phía Bắc về quy trình vận dụng phương pháp mô hình hóa trong dạy học toán, hướng dẫn giáo viên phổ thông sử dụng công nghệ thông tin trong quá trình mô hình hóa.
- Kỷ yếu hội thảo chuyên đề là tài liệu tham khảo cho giáo viên phổ thông, sinh viên ngành toán các trường sư phạm.
- Một số chuyên đề của đề tài là tài liệu bồi dưỡng năng lực mô hình hóa trong quá trình dạy học toán ở trường phổ thông cho sinh viên trường Đại học Sư phạm – Đại học Thái Nguyên.
- Một số chuyên đề của đề tài là tài liệu bồi dưỡng năng lực ứng dụng công nghệ thông tin trong quá trình mô hình hóa cho sinh viên trường Đại học Sư phạm – Đại học Thái Nguyên.
- Sách chuyên khảo là tài liệu giảng dạy cho chuyên đề dành cho nghiên cứu sinh ngành "Lí luận và PPDH bộ môn toán" tại Trường Đại học Sư phạm – Đại học Thái Nguyên.
- Quy trình triển khai vận dụng phương pháp mô hình hóa trong dạy học toán.