

MÔ HÌNH HÓA VÀ MÔ PHỎNG TRONG DẠY HỌC TIN HỌC

Nguyễn Thế Dũng

Nhận bài:

11 – 03 – 2016

Chấp nhận đăng:

29 – 06 – 2016

<http://jshe.ued.udn.vn/>

Tóm tắt: Sự hỗ trợ của các phần mềm mô phỏng trong giảng dạy đã làm cho quá trình truyền thụ kiến thức của giáo viên, quá trình nhận thức của người học được thuận tiện hơn. Tuy nhiên, nếu việc sử dụng các phần mềm mô phỏng chỉ nhằm minh họa các thiết bị, hiện tượng, qui trình nào đó... một cách tường minh hơn thì phương pháp giảng dạy vẫn chưa có thay đổi về chất. Trong bài báo này, chúng tôi mong muốn đóng góp một phần nhỏ về lý luận nhằm đổi mới phương pháp dạy học với việc áp dụng mô hình và mô phỏng trong dạy học Tin học. Bài báo trình bày một số khái niệm cơ bản của mô hình và mô phỏng (MH-MP). Các phân tích cho thấy mô hình và mô phỏng là quan điểm cơ bản của phương pháp luận nghiên cứu khoa học và cũng là cơ sở của phương pháp luận dạy học. Quá trình MH-MP trên máy tính, mô hình hóa trong dạy học lập trình và một số ví dụ minh họa cho việc ứng dụng MH-MP trong dạy học Tin học sẽ được đề cập trong bài báo.

Từ khóa: mô hình; mô phỏng; mô hình toán học; mô hình dữ liệu; dạy học Tin học.

1. Mở đầu

Mô hình hóa và mô phỏng trong dạy học vật lý, dạy học kỹ thuật đã được đề cập khá nhiều ([2], [3], [5],...). Tuy vậy, có một nghịch lý là: Trong khi ngành Tin học đi xây dựng các công cụ mô phỏng cho các ngành học khác, thì bản thân ngành học Tin học lại có khá ít chương trình mô phỏng và lý luận cho việc dạy học Tin học với phương pháp mô phỏng cũng ít được quan tâm.

Sự hỗ trợ của các phần mềm mô phỏng trong giảng dạy đã làm cho quá trình truyền thụ kiến thức của giáo viên, quá trình nhận thức của người học được thuận tiện hơn. Tuy nhiên, nếu việc sử dụng các phần mềm mô phỏng chỉ nhằm minh họa các thiết bị, hiện tượng, qui trình nào đó... một cách tường minh hơn, thì phương pháp giảng dạy vẫn chưa có thay đổi về chất. Như sẽ thấy trong phần 2 của bài báo, MH-MP là quan điểm cơ bản của phương pháp luận nghiên cứu khoa học và đồng thời cũng là cơ sở của phương pháp luận của quá trình

dạy học.

Bài báo này mong muốn đóng góp một phần nhỏ về lý luận nhằm đổi mới phương pháp dạy học với việc áp dụng MH-MP trong dạy học Tin học.

Phần tiếp theo của bài báo trình bày một số khái niệm cơ bản của MH-MP, các phân tích cho thấy MH-MP là quan điểm cơ bản của phương pháp luận nghiên cứu khoa học và cũng là cơ sở của phương pháp luận dạy học, đồng thời mối quan hệ giữa MH-MP trong nghiên cứu khoa học và MH-MP trong dạy học cũng được đưa ra. Phần 3, trình bày MH-MP trên máy tính, mô hình hóa trong dạy học lập trình và một số ví dụ minh họa cho việc ứng dụng MH-MP trong dạy học Tin học. Các kết luận và hướng phát triển được đưa ra trong phần 4, phần Kết luận.

2. Mô hình - mô phỏng trong dạy học và trong nghiên cứu khoa học

2.1. Mô hình và mô phỏng

Theo [3], mô hình, theo nghĩa chung nhất, được hiểu là một thể hiện bằng thực thể hoặc bằng khái niệm - theo một cách tiếp cận xác định - một số thuộc tính và quan hệ tiêu biểu của một đối tượng nào đó (gọi là

* Liên hệ tác giả

Nguyễn Thế Dũng

Nghiên cứu sinh Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Email: Zungnguyen2003@yahoo.com

nguyên hình) nhằm một trong hai, hoặc cả hai, mục đích nhận thức sau:

- Làm đối tượng quan sát (nhận dạng) thay cho nguyên hình;
- Làm đối tượng nghiên cứu (thực nghiệm hay suy diễn) về nguyên hình.

Theo [1], mô hình là một mẫu, một đại diện, một minh họa được thiết kế để mô tả cấu trúc của hệ thống, cách vận hành của một hoặc các sự vật, hiện tượng thuộc hệ thống này.

Mô hình là một bản sao, một ví dụ, có những tính chất đặc trưng cho sự vật gốc mà mô hình đó biểu diễn. Cũng có thể hiểu mô hình là một biểu diễn cho các phần quan trọng của một hệ thống (có sẵn hoặc sắp được xây dựng) với mục đích nghiên cứu hệ thống đó. Mô hình là cái thu được từ việc diễn đạt theo một ngôn ngữ nào đó các đặc trưng chủ yếu của một tình huống, một hệ thống mà người ta cần nghiên cứu.

Mô phỏng liên quan đến mô hình hóa các vấn đề của thế giới thực. Mô phỏng là sự bắt chước, phỏng theo một hiện tượng, sự vật hay quá trình nào đó bằng cách xây dựng những mô hình động, xử lý chúng trong tác động qua lại nhằm nghiên cứu các sự vật, hiện tượng, quá trình đó trên những mô hình này [5].

Mô phỏng có thể hiểu là các thí nghiệm quan sát được và điều khiển được trên mô hình của đối tượng khảo sát. Quan sát được và điều khiển được là các tính chất mặc định của thí nghiệm nhưng cần nêu rõ với mô phỏng vì nếu hiểu mô phỏng là sự bắt chước thì phải tái hiện được, không nhiều thì ít, một số nét tiêu biểu của cái thật, nhằm bắt chước (mô hình và mô hình hóa). Hơn nữa bắt chước thì phải thử xem có giống thật không, nếu chưa giống lắm thì sửa lại cho giống hơn (thực nghiệm quan sát được và điều khiển được).

Có thể tìm hiểu thêm về lý thuyết MH-MP trong [3].

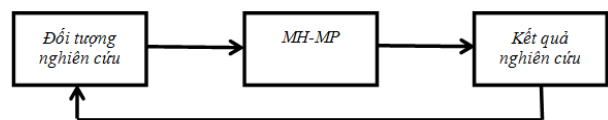
2.2. Mô hình và mô phỏng là quan điểm cơ bản của phương pháp luận nghiên cứu khoa học và cũng là cơ sở của phương pháp luận dạy học

Nhìn chung mọi quá trình nghiên cứu khoa học nhằm tìm hiểu tính chất và quy luật của thế giới khách quan đều là quá trình: phát hiện vấn đề cần nghiên cứu về đối tượng khách quan và mô hình hóa đối tượng

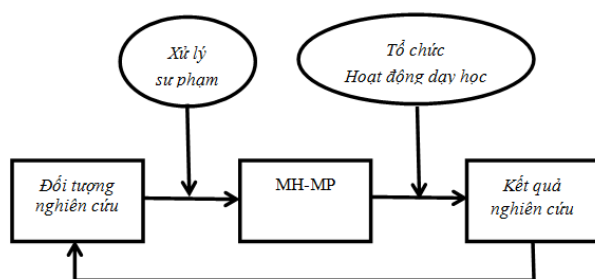
nghiên cứu, phát biểu bài toán trên mô hình theo một cách tiếp cận nào đó. Vận dụng tri thức và công nghệ hiện có để giải quyết bài toán trên mô hình, kiểm chứng mức độ đáp ứng của kết quả đạt được so với yêu cầu của thực tiễn với một sai số cho phép. Kết quả nghiên cứu được ứng dụng làm cơ sở khoa học cho việc vận dụng vào những hoạt động sáng tạo vì lợi ích vật chất hay tinh thần của cộng đồng, đồng thời làm luận cứ cho những nghiên cứu tiếp theo. Khi đó mô phỏng chính là quá trình giải quyết vấn đề đặt ra với đối tượng thực bằng cách giải bài toán trên mô hình tương ứng. Do đó có thể kết luận rằng MH-MP là quan điểm cơ bản của phương pháp luận nghiên cứu khoa học.

Quá trình dạy học là quá trình khám phá tri thức từ kho tàng văn hóa của nhân loại, các tri thức tiếp nhận trong sách vở có thể được xem là sản phẩm của mô hình hóa và mô phỏng của các nghiên cứu khoa học. Hơn nữa các hoạt động thực hành của người học đặt dưới sự tổ chức hướng dẫn của người dạy. Các hoạt động này được tổ chức theo cách tiếp cận của người dạy và diễn ra trong bối cảnh cụ thể cho phép của cơ sở dạy học và do đó cũng chỉ có thể mô hình hóa và mô phỏng thế giới khách quan. Những hình thức tổ chức học tập khác như tham quan, kiến tập, thực tập, tham gia nghiên cứu tại hiện trường... đều mang tính bổ sung nhằm nâng cao tính xác thực của việc học tập. Như vậy, từ các hoạt động học tập lý thuyết đến thí nghiệm và thực hành, rèn luyện kỹ năng... trong nhà trường đều chứng tỏ rằng MH-MP cũng là cơ sở của phương pháp luận của quá trình dạy học.

Có thể thấy rõ mối quan hệ giữa MH-MP trong nghiên cứu khoa học và MH-MP trong dạy học qua các sơ đồ ở Hình 1 và Hình 2 dưới đây [2].



Hình 1. Cấu trúc của phương pháp mô phỏng trong nghiên cứu khoa học



Hình 2. Cấu trúc của phương pháp mô phỏng trong dạy học

Như vậy, MH-MP trong dạy học cũng tương tự như MH-MP trong nghiên cứu khoa học với sự tác động của các yếu tố sự phạm đó là: mục đích dạy học, nội dung dạy học, các giai đoạn của sự học tập, đặc điểm người học.

Dạy học với MH-MP không những tăng hiệu quả minh họa trực quan cho người học, mà còn giúp người học nâng cao năng lực nghiên cứu khoa học.

Các phân tích trên cho thấy: sự thống nhất biện chứng giữa học tập và nghiên cứu khoa học là một nguyên tắc của dạy học ở đại học.

3. MH-MP trong dạy học Tin học

3.1. MH-MP trên máy tính

Với việc sử dụng mô hình toán học của hệ thống thực ở dạng chương trình máy tính, MH-MP trên máy tính (MH-MPMT) được sử dụng rất hiệu quả để nghiên cứu trạng thái động của nguyên hình trong những điều kiện nếu nghiên cứu trên vật thật sẽ khó khăn, tốn kém và không an toàn.

Trong dạy học, các bài giảng có ứng dụng MH-MP kết hợp với phương tiện nghe nhìn sẽ mang lại cho người học nhiều khả năng như: khả năng hoạt động quan sát (các hình ảnh tĩnh hoặc động), khả năng thao tác trên đối tượng, khả năng sáng tạo, lựa chọn con đường tối ưu trong nhận thức.

MH-MPMT có thể diễn tả những quá trình động bên trong của các quá trình, của các thiết bị mà trước đây không thể thực hiện trong phạm vi nhà trường. Đó là các thí nghiệm và thực hành ảo đã được áp dụng khá rộng rãi.

MH-MPMT không chỉ dừng lại ở việc hiển thị một chuỗi các hình ảnh hoặc khung hình trên màn hình phỏng theo một chuyển động nào đó (tính quan sát được) như các phương tiện nghe nhìn khác, mà còn có

khả năng điều khiển được, tức có thể chọn được các đầu vào thích hợp để có thể chuyển đổi trạng thái cần khảo sát từ trạng thái T_0 nào đó đến trạng thái T_i cho trước.

MH-MPMT còn cho phép tương tác tham biến, tức có thể tùy biến các đầu vào theo ý muốn của người học dẫn đến biến thiên đầu ra khác nhau, nhằm khảo sát các trạng thái của đối tượng nghiên cứu. Các tương tác này có ý nghĩa rất lớn trong dạy học theo quan điểm tương tác, vì người học có thể tương tác với nội dung học tập – đã qua xử lý sự phạm của người dạy – một cách trực quan nhất. Có thể nói tương tác với nội dung học tập ở đây là “*tương tác động*” hay “*tương tác với nội dung học tập động*”.

Với khả năng điều khiển được và tương tác tham biến, MH-MPMT tạo điều kiện cho người học được học qua trải nghiệm trên mô hình sát với hệ thống thực hơn. Qua đó, người học không chỉ tiếp nhận kiến thức một cách sâu sắc, mà còn tìm ra cách tiếp cận vấn đề, phát hiện quan niệm mới, cũng như rèn luyện kỹ năng. MH-MPMT không những giúp người học nắm vững kiến thức môn học mà còn giúp họ thấy con đường dẫn đến kiến thức; có thể quan sát những hình ảnh trừu tượng không thể trực tiếp tri giác được.

MH-MPMT được xem là có thể lặp lại nhiều lần tùy thích, thực hiện được mọi lúc, mọi nơi và với các mức độ mô phỏng khác nhau cho hệ thống thực, nhằm tạo thuận lợi cho nghiên cứu tình huống trong dạy học và tự học của người học. Vì vậy MH-MPMT giúp cung cấp những kinh nghiệm gián tiếp trước khi người học thực hành thực tế đối với những công việc có thể gây nhiều nguy hiểm cho con người, để khi bước vào thực tế người học đã thuần thục các qui trình, qui tắc cần làm để giảm thiểu tối đa rủi ro có thể gây ra cho con người và thiết bị. Cũng vì MH-MPMT có thể được lặp lại vô hạn lần với các tùy biến khác nhau, nên MH-MPMT cho phép người học có thể học theo nhịp độ riêng và tự điều khiển cách học của bản thân, kích thích sự say mê học tập của họ. MH-MPMT tạo điều kiện cho người học được học với một người thầy vô cùng kiên nhẫn, khắc phục được các hạn chế của phương pháp giáo viên làm mẫu, người học làm theo.

MH-MPMT nếu được thực hiện trên các bảng tương tác (active board) hay màn hình cảm ứng, trong một chừng mực nào đó giúp người học có thể được trải nghiệm thao tác thực hiện trên các thiết bị ở mức 2

chiều (2D), với công nghệ thực tại ảo thì các mức trải nghiệm thao tác thực hiện trên các thiết bị ở mức độ 3D và mức độ xác thực với thực tiễn càng cao.

Các MH-MPMT còn được xem là các tài nguyên học tập, các đối tượng học tập trong dạy học b-learning (một hình thức học tập kết hợp giữa dạy học giáp mặt truyền thống và dạy học trực tuyến) được cung cấp đến người học, thay vì các video ghi lại bài giảng, các slide, các bài text... giúp cho người học tránh nhàm chán khi phải nghe các đoạn video bài giảng trong một thời gian dài.

3.2. Mô hình hóa toán học trong dạy học lập trình

Mô hình toán học là mô hình khái niệm dưới dạng một cấu trúc toán học hay một hệ thức toán học [3]. Rất nhiều bài toán trong Toán học được giải gần đúng bằng phương pháp số trên máy tính (giải tích số hay phương pháp tính).

Khi giải một bài toán thực tiễn trên máy tính, việc đầu tiên là cần phải lập mô hình hóa toán học cho bài toán. Đó chính là quá trình trừu tượng hóa dữ liệu và trừu tượng hóa chức năng, nhằm mô tả những đại lượng đặc trưng của bài toán và mối quan hệ giữa chúng. Bước tiếp theo là quá trình thiết kế dữ liệu và thuật giải để thực hiện mô hình toán học của bài toán; viết chương trình và thực hiện chạy chương trình trên máy tính; kiểm chứng kết quả thực hiện chương trình với thực tiễn của bài toán. Nếu sai số vượt quá giới hạn cho phép, trước hết cần xem xét lại việc lập mô hình toán học của bài toán, có thể chúng ta đã bỏ qua một số đại lượng đặc trưng của bài toán hay mô tả sai mối quan hệ giữa chúng. Tiếp đó xem xét lại dữ liệu, thuật giải và việc lập trình trên máy tính. Với mỗi bài toán thực tiễn có thể có nhiều mô hình toán học khác nhau để giải quyết. Với mỗi mô hình toán học, ta có các cách thiết kế giải thuật, tổ chức dữ liệu khác nhau. Các mô hình như nhánh – cận, qui hoạch động, chia để trị... là các mô hình toán học thường gặp trong dạy học lập trình ở lớp trung học phổ thông chuyên Tin hay dạy học kỹ năng giải bài toán trên máy tính cho sinh viên ở các khoa Tin học trong trường Đại học Sư phạm.

Thông qua hoạt động mô hình hóa, người học biết cách xây dựng, cải tiến các mô hình toán học để giải quyết vấn đề trong thực tiễn cuộc sống. Vì để làm được điều này, người học cần phải xử lý các dữ liệu thực tế, sử dụng các phương pháp biểu diễn dữ liệu khác nhau, lựa chọn và áp dụng các công cụ và thuật giải phù hợp

để giải quyết bài toán nảy sinh từ chính các tình huống trong thực tiễn. Như vậy có thể nói dạy học lập trình với tiếp cận mô hình hóa toán học sẽ giúp phát triển năng lực giải quyết vấn đề thực tiễn của người học.

Hơn nữa đối với nghiên cứu khoa học thì việc đưa ra mô hình mới để giải quyết một lớp bài toán cho các vấn đề thực tiễn có thể xem như một phát kiến mới. Trong dạy học, đa phần các mô hình là đã tồn tại và người học tìm tòi xây dựng lại các mô hình đó với sự hướng dẫn của người dạy. Nhưng cũng có thể cho rằng, để nâng cao năng lực sáng tạo của người học cần tổ chức dạy cách thức mô hình hóa để các giải quyết vấn đề thực tiễn.

Tuy vậy, thường thì các bài tập lập trình trong sách đã cho trước dữ liệu vào và dữ liệu ra, cũng như qui định các biến, các ẩn... của bài toán. Vô hình trung, bước mô hình hóa toán học cho bài toán thực tiễn đã được ẩn chứa trong các bài tập này. Điều này làm cho các giáo viên khi dạy học lập trình thường bỏ qua bước mô hình hóa toán học cho bài toán thực tiễn. Cũng do vậy, chúng ta thường xem nhẹ vai trò của toán học trong dạy học lập trình và gặp khó khăn trong việc phân tích, thiết kế, đánh giá, chứng minh tính đúng đắn của thuật giải cho các bài toán thực tiễn.

3.3. Một số ví dụ minh họa cho việc ứng dụng MH-MP trong dạy học Tin học

Một dạng MH-MP khá quen thuộc trong dạy học Tin học, đó là mô phỏng thuật toán bằng chương trình Crocodile ICT, các mô phỏng này không chỉ đơn thuần là mô tả, minh họa thuật toán bằng ngôn ngữ sơ đồ khối, mà người học còn có thể tương tác để thấy được sự hoạt động của thuật toán với tham biến khác nhau [6].

Trong dạy học Tin học, các minh họa cần được thực hiện cụ thể trên các chương trình thay vì chỉ giảng giải trên trình chiếu. Vì các minh họa như thế chính là quá trình mô phỏng lại các mô hình của các hoạt động thực tiễn. Ví dụ như trong khi dạy các phần Office trong môn học Tin học cơ sở, có thể thấy các minh họa trực tiếp trên các phần mềm này chính là mô phỏng các thao tác của mô hình tạo các văn bản, các bảng tính... trong thực tiễn. Khi dạy học lập trình, thì quá trình minh họa các kết quả của các đoạn chương trình được tiến hành bằng cách thực hiện ngay trên máy sẽ là một mô phỏng cho mô hình toán học của bài toán thực tiễn mà ta đang lập chương trình để giải quyết.

Có thể sử dụng MH-MP trong các phần như: khái niệm thông tin, cấu trúc máy tính điện tử, hoạt động mạng máy tính, giao thức mạng máy tính... trong chương trình Tin học lớp 10 trung học phổ thông.

Bên cạnh đó, mô hình hóa được sử dụng khá nhiều trong dạy học cơ sở dữ liệu, cụ thể đó là việc mô hình hóa dữ liệu.

Theo [4], thì:

Mô hình dữ liệu là một tập các khái niệm và kí pháp dùng để mô tả dữ liệu, các mối quan hệ của dữ liệu, các ràng buộc trên dữ liệu của một tổ chức.

Như vậy có thể xem một mô hình dữ liệu có ba thành phần:

Phần mô tả cấu trúc của cơ sở dữ liệu.

Phần mô tả các thao tác, định nghĩa các phép toán được phép trên dữ liệu.

Phần mô tả các ràng buộc toàn vẹn để đảm bảo sự chính xác của dữ liệu.

Hiểu theo nghĩa của mô hình đã nêu trong mục 2.1, thì mô hình dữ liệu là một thể hiện bằng các khái niệm - theo một cách tiếp cận xác định - một số thuộc tính và quan hệ tiêu biểu của các đối tượng dữ liệu cần được mô tả để tổ chức lưu trữ trong cơ sở dữ liệu.

Hiểu theo [1], mô hình dữ liệu là một mẫu, một đại diện, một minh họa được thiết kế để mô tả cấu trúc của hệ thống dữ liệu, cách vận hành của một hoặc các sự vật, hiện tượng thuộc hệ thống dữ liệu này.

Các phân tích trên đây cho thấy lý thuyết mô hình đóng vai trò quan trọng trong dạy học cơ sở dữ liệu. Bên cạnh đó, khái niệm mô hình dữ liệu cũng đã đóng góp một phần nhỏ cho khái niệm mô hình của lý thuyết MH-MP.

Quá trình mô tả các truy vấn bằng công cụ thuật sĩ (wizard) cũng chính là sự mô phỏng quá trình xây dựng bảng kết quả của câu truy vấn và mô hình hóa câu lệnh truy vấn bằng ngôn ngữ SQL.

4. Kết luận

Dạy học với MH-MP đã mang lại nhiều hiệu quả trong các ngành học khác và cũng đã có một số kết quả trong dạy học Tin học. Tuy nhiên, nếu sử dụng MH-MP chỉ nhằm minh họa các thiết bị, hiện tượng, qui trình

nào đó... một cách tường minh hơn, thì phương pháp giảng dạy vẫn chưa có thay đổi về chất.

Bài báo này nhằm đóng góp một phần nhỏ về lý luận nhằm đổi mới phương pháp dạy học áp dụng MH-MP trong dạy học Tin học.

Các phân tích cho thấy MH-MP là quan điểm cơ bản của phương pháp luận nghiên cứu khoa học và đồng thời cũng là cơ sở của phương pháp luận của quá trình dạy học đã được đưa ra. Quá trình MH-MP trên máy tính, mô hình hóa trong dạy học lập trình và một số ví dụ minh họa cho việc ứng dụng MH-MP trong dạy học Tin học cũng đã được đề cập.

Tuy vậy còn rất nhiều vấn đề cần được đặt ra như quy trình vận dụng MH-MP trong tổ chức dạy học Tin học, phương pháp dạy học với phương tiện MH-MP, quy trình chuẩn bị bài, các kỹ thuật dạy học nhằm phát huy khả năng của phương pháp MH-MP... cũng như các thực nghiệm sư phạm là rất cần được quan tâm trong những nghiên cứu tiếp theo.

Tài liệu tham khảo

- [1] Lê Thị Hoài Châu (2014), Mô hình hóa trong dạy học khái niệm đạo hàm, Tạp chí Khoa học ĐHSP TPHCM, Số 65, tr 5-18.
- [2] Ngô Tứ Thành (2008), Phương pháp mô phỏng trong giảng dạy các chuyên ngành kỹ thuật, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, ĐHQG TP HCM, Vol 11, No.10 – 2008, tr.114 - 125.
- [3] Nguyễn Xuân Lạc, Trần Kim Tuyền (2014), Lí luận và công nghệ mô phỏng trong dạy học hình học họa hình và vẽ kĩ thuật, Tạp chí Khoa học, ĐHSP Hà Nội, Vol. 59, No. 2, tr.112-124.
- [4] Nguyễn Thế Dũng (2013), Giáo trình Nhập môn Hệ Cơ sở dữ liệu, NXB ĐHQG Hà Nội.
- [5] Simulation, <http://en.wikipedia.org/wiki/Simulation>, ngày truy cập 25/04/2014.
- [6] Trần Chí Thu (2014), Sử dụng phần mềm crocodile ict 605 dùng để mô phỏng các thuật toán Tin học 10 nhằm nâng cao kết quả học tập của học sinh trường THPT Ngô Gia Tự, Đề tài Nghiên cứu KHSP ứng dụng, Sở Giáo dục và Đào tạo Khánh Hòa.

MODELLING AND SIMULATION IN INFORMATICS TEACHING AND LEARNING

Abstract: Simulation software in teaching facilitates the processes of teachers' knowledge transfer and learners' cognition. However, if the simulation software is only used to illustrate devices, phenomena and certain processes,... more explicitly, teaching methods still show no changes in terms of quality. In this paper, we hope to make a minor theoretical contribution in order to innovate teaching methods via the application of modelling and simulation in informatics teaching and learning. The paper presents some basic concepts of modelling and simulation. The analysis shows that modelling and simulation are basic standpoints of scientific research methodology and also bases for teaching methodology. This paper presents modelling and simulation processes on the computer, modelling in the teaching of programming and some examples that illustrate the applications of modelling and simulation in informatics teaching and learning.

Key words: model; simulation; mathematical model; database model; informatics teaching and learning