BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM HÀ NỘI

TRẦN THỊ HÀ PHƯƠNG

DẠY HỌC THEO DỰ ÁN MỘT SỐ CHỦ ĐỀ TOÁN RỜI RẠC CHO HỌC SINH CHUYÊN TOÁN

Chuyên ngành: **Lý luận và Phương pháp dạy học bộ môn Toán**
Mã số: **9.14.01.11**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC GIÁO DỤC

Hà Nội - 2018

Công trình được hoàn thành tại:

KHOA TOÁN – TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM HÀ NỘI

Người hướng dẫn khoa học:

1. **PGS. TS. Chu Cẩm Thơ**
2. **TS Lưu Bá Thắng**

Phản biện 1: GS. TS Nguyễn Hữu Châu
Đại học Quốc Gia Hà Nội

Phản biện 2: PGS. TS Nguyễn Danh Nam
Trường Đại học Thái Nguyên

Phản biện 3: PGS. TS Trần Trung
Trường Cán bộ Dân tộc

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Trường

họp tại Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Vào hồi .....giờ ... ngày ... tháng... năm...

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Quốc Gia, Hà Nội
- Thư viện Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

MỞ ĐẦU

1. Lí do chọn đề tài

Ở Việt Nam, những lớp chuyên Toán cấp 3 đầu tiên bắt đầu được thành lập từ năm 1966 tại một số tỉnh, thành phía Bắc theo chủ trương bồi dưỡng, phát hiện nhân tài cho tương lai của đất nước. Ngày 24-6-2010, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 959/QĐ -TTg phê duyệt Đề án phát triển hệ thống trường THPT chuyên giai đoạn 2010-2020. Đề án đã xây dựng một số nhiệm vụ, giải pháp, trong đó có "*Biên soạn tài liệu về hướng dẫn, phát triển chương trình các môn chuyên, về đổi mới PPDH, đổi mới kiểm tra đánh giá; về dạy học trực tuyến, dạy học theo dự án*" [26]. Theo đó, một trong những nhiệm vụ của trường chuyên là nâng cao khả năng tự học, nghiên cứu khoa học và sáng tạo của HS. Trong quá trình học tập, ngoài khả năng tự học thì kĩ năng học tập đóng một vai trò quan trọng, quyết định chất lượng học tập của mỗi HS. Một trong những kĩ năng đó là kĩ năng học tập hợp tác. Để thực hiện việc đổi mới đáp ứng hiệu quả mục tiêu trong Đề án thì trước hết đội ngũ GV dạy chuyên nói chung, trong đó có GV dạy chuyên Toán nói riêng, phải có những đổi mới trong hình thức tổ chức dạy học và trong đánh giá.

Trong nửa cuối thế kỉ XX nhiều PPDH tích cực được triển khai, trong đó có dạy học theo dự án (DHTDA). DHTDA là PPDH mà nội dung dạy học được thiết kế thành dự án học tập (DAHT), trong đó người học tham gia vào việc giải quyết một nhiệm vụ học tập và tạo ra sản phẩm có ý nghĩa. Dự án được phát triển từ những vấn đề mang tính vận dụng, sáng tạo, đặt người học vào những vai trò tích cực như: giải quyết vấn đề, ra quyết định, điều tra viên hay người viết báo cáo. DHTDA có nhiều đặc trưng như định hướng thực tiễn, định hướng hứng thú, định hướng hành động, định hướng sản phẩm, đề cao tính tự lực của người học nhưng được gắn kết với môi trường làm việc hợp tác,... Như vậy DHTDA có nhiều đặc trưng phù hợp với yêu cầu đổi mới PPDH. DHTDA vừa phù hợp với mục tiêu chuyên sâu một lĩnh vực, đồng thời định hướng phát triển toàn diện, phát triển năng lực tư duy độc lập, sáng tạo, kỹ năng thực hành, tăng khả năng hoạt động thực tiễn cho HS chuyên Toán tại các trường THPT chuyên.

Toán rời rạc (TRR) là một trong những nội dung Toán học có vai trò quan trọng trong việc rèn luyện tư duy Toán học và kỹ năng giải toán, khuyến khích một cách tiếp cận khám phá trong giảng dạy. DHTDA có những đặc điểm tích cực. Áp dụng DHTDA vào tổ chức dạy học chủ đề TRR cho HS chuyên Toán sẽ có nhiều thuận lợi, tạo điều kiện HS chuyên toán luyện khả năng tự học, tích cực trong hoạt phát triển tư duy, kỹ năng giải toán và khả năng vận dụng thực tế. Hiện nay ở Việt Nam đã có một số tác giả nghiên cứu về DHTDA, tuy nhiên chưa có nghiên cứu nào cụ thể trên đối tượng HS chuyên Toán ở trường THPT chuyên, và cũng chưa có DAHT nào về chủ đề TRR. Vì thế, có thể tổ chức DHTDA một số nội dung của TRR cho HS chuyên Toán hay không, và cần phải tổ chức dạy học như thế nào để việc học tập được hiệu quả, phát triển toàn diện cho HS, nhất là HS chuyên Toán, đến nay vẫn là những câu hỏi cần nghiên cứu. Xuất phát từ những lý do trên, chúng tôi lựa chọn đề tài: "*Dạy học theo dự án một số chủ đề Toán rời rạc cho học sinh chuyên Toán*".

2. Mục đích nghiên cứu

Mục đích nghiên cứu của đề tài là: Nghiên cứu, vận dụng DHTDA dạy một số chủ đề của TRR nhằm tạo điều kiện để HS nâng cao năng lực hợp tác, năng lực tự học, qua đó góp phần đổi mới PPDH, nâng cao chất lượng dạy học môn Toán ở trường THPT chuyên.

3. Đối tượng nghiên cứu và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu là DHTDA chủ đề TRR cho HS chuyên Toán ở trường THPT chuyên.

- Phạm vi nghiên cứu là chủ đề TRR trong chương trình chuyên Toán hệ THPT chuyên.

4. Giả thuyết khoa học

Nếu vận dụng DHTDA phù hợp với đặc điểm đối tượng HS, chương trình chuyên Toán để thiết kế được một số chủ đề TRR thành DAHT thì sẽ nâng cao năng lực hợp tác, năng lực tự học của HS, góp phần đổi mới PPDH, nâng cao chất lượng dạy học môn Toán ở trường THPT chuyên.

5. Nhiệm vụ nghiên cứu

- Nghiên cứu cơ sở lý luận về DHTDA.

- Khảo sát, điều tra thực trạng dạy và học Toán ở một số trường THPT chuyên nhằm phân tích thực tiễn việc dạy học TRR, từ đó là cơ sở định hướng đổi mới PPDH chủ đề này.

- Xây dựng hệ thống tài liệu tham khảo nội dung TRR.

- Đề xuất quy trình thiết kế và tổ chức DHTDA chủ đề TRR cho HS chuyên Toán.

- Thiết kế DAHT một số chủ đề thuộc TRR trong chương trình chuyên Toán THPT và bộ công cụ đánh giá kết quả học tập của HS sau DAHT.

- Thiết kế một số tiêu chí đánh giá năng lực hợp tác và năng lực tự học của HS thể hiện trong quá trình thực hiện DAHT.

- Thực nghiệm sư phạm để kiểm chứng giả thuyết khoa học của đề tài, kiểm nghiệm tính khả thi và hiệu quả của phương án dạy học đã thiết kế.

6. Phương pháp nghiên cứu

- *Phương pháp nghiên cứu lí luận:* Nghiên cứu các công trình khoa học về quy chế tổ chức hoạt động, mục tiêu trường chuyên và định hướng đổi mới PPDH của GV trong dạy học môn Toán tại trường THPT chuyên; phân tích, tổng hợp lý thuyết về DHTDA, các tài liệu về một số chủ đề TRR và các tài liệu khác liên quan đến đề tài.

- *Phương pháp điều tra quan sát:* Dự giờ, quan sát và điều tra thực trạng về việc DHTDA trong dạy học môn Toán ở trường THPT; thu thập và phân tích các dữ liệu thông qua điều tra, quan sát quá trình dạy học chủ đề TRR ở trường THPT chuyên.

- *Phương pháp thực nghiệm sư phạm:* Triển khai một số DAHT chủ đề TRR nhằm kiểm định tính khả thi và hiệu quả của đề tài.

7. Luận điểm đưa ra bảo vệ

Việc vận dụng DHTDA một số chủ đề TRR cho HS chuyên Toán là phù hợp và có hiệu quả, nâng cao năng lực hợp tác, năng lực tự học của HS, góp phần đổi mới PPDH, nâng cao chất lượng dạy học môn Toán ở trường THPT chuyên.

8. Những đóng góp của luận án

- Làm rõ thêm cơ sở thực tiễn của DHTDA trong dạy học cho HS chuyên Toán THPT.

- Phản ảnh được một số thực trạng dạy học TRR ở một số trường THPT chuyên và những yếu tố tiềm năng để thực hiện DHTDA nội dung TRR.

- Đưa ra một quy trình thiết kế và tổ chức DHTDA một số chủ đề TRR.

- Xây dựng hệ thống một số tài liệu tham khảo nội dung TRR.

- Thiết kế một số tiêu chí đánh giá năng lực hợp tác và năng lực tự học của HS thể hiện trong quá trình thực hiện DAHT.

- Thiết kế và tổ chức DHTDA năm DAHT nội dung TRR cho HS chuyên Toán; thiết kế bộ công cụ đánh giá kết quả học tập của HS sau khi thực hiện DAHT.

9. Cấu trúc luận án

Ngoài phần mở đầu, kết luận, tài liệu tham khảo và phụ lục, nội dung luận án gồm có 3 chương:

Chương 1. Cơ sở lý luận và thực tiễn của việc dạy học theo dự án cho học sinh chuyên Toán

Chương 2. Thiết kế và tổ chức dạy học theo dự án một số chủ đề Toán rời rạc.

Chương 3. Thực nghiệm sư phạm.

Chương 1. CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ THỰC TIỄN CỦA VIỆC DẠY HỌC THEO DỰ ÁN CHO HỌC SINH CHUYÊN TOÁN

1.1. Định hướng đổi mới phương pháp dạy học ở trường trung học phổ thông

1.1.1. Định hướng chung về đổi mới PPDH trong các trường THPT

1.1.2. Định hướng về đổi mới PPDH trong dạy học môn Toán tại trường THPT chuyên

1.1.2.1. Nhiệm vụ và mục tiêu giáo dục của trường THPT chuyên

Nhiệm vụ của trường THPT chuyên là "Nghiên cứu vận dụng phù hợp, hiệu quả các PP quản lý, dạy học, kiểm tra đánh giá tiên tiến; tổ chức hiệu quả các hoạt động giáo dục giá trị sống, kỹ năng sống và kỹ năng hoạt động xã hội của HS; tạo điều kiện cho HS nghiên cứu khoa học, sáng tạo kỹ thuật, vận dụng kiến thức vào giải quyết những vấn đề thực tiễn và sử dụng ngoại ngữ trong học tập, giao tiếp" [4]. Mục tiêu giáo dục được đặt ra với các trường THPT chuyên là "... phát hiện những HS có tư chất thông minh, đạt kết quả xuất sắc trong học tập và phát triển năng khiếu của các em về một số môn học trên cơ sở đảm bảo giáo dục phổ thông toàn diện; giáo dục các em thành người có lòng yêu nước, tinh thần vượt khó, tự hào, tự tôn dân tộc; có khả năng tự học, nghiên cứu khoa học và sáng tạo; có sức khỏe tốt để tiếp tục đào tạo thành nhân tài đáp ứng yêu cầu phát triển đất nước".

1.1.2.2. Một số đặc điểm về hoạt động dạy và học môn Toán ở trường THPT chuyên

Theo Đề án phát triển hệ thống trường THPT chuyên giai đoạn 2010-2020 [4], các trường chuyên đã đặt ra yêu cầu giáo dục toàn diện cho HS. Ngoài trang bị kiến thức cơ bản, nhiều trường đã chú trọng giáo dục kỹ năng sống, trải nghiệm sáng tạo và hoạt động xã hội, để giúp HS cơ hội phát triển về cả đức, trí, thể, mỹ,... Để thực hiện giáo dục toàn diện hiệu quả, GV dạy chuyên Toán cần có sự thay đổi về mục tiêu giáo dục, về nội dung dạy học, về PP và các hình thức tổ chức dạy học.

+ *Mục tiêu giáo dục chuyên Toán:* Tạo điều kiện để HS được học, được nghiên cứu chuyên sâu, chú trọng nâng cao chất lượng giáo dục toàn diện, tăng cường khả năng học tập hợp tác, sử dụng ngoại ngữ và áp dụng công nghệ thông tin hỗ trợ trong môn Toán; phát triển năng lực tư duy độc lập, sáng tạo; kỹ năng thực hành, nâng cao khả năng vận dụng kiến thức Toán học vào thực tiễn.

+ *Nội dung chương trình:* GV dạy các lớp chuyên Toán cần chủ động biên soạn khung tài liệu chuyên sâu, hướng phát triển chương trình phù hợp với năng lực của HS, chủ động tìm các tài liệu về tổ chức các hoạt động giáo dục nhằm bồi dưỡng năng khiếu Toán học

+ *PP và hình thức tổ chức dạy học:* GV dạy chuyên Toán cần thay đổi cách tổ chức

dạy học ở trường THPT chuyên theo hướng phát triển toàn diện, không chỉ là trang bị kiến thức mà cần dạy cho HS cách nghĩ, cách giải quyết vấn đề và cách ứng dụng trong thực tiễn.

Qua nghiên cứu, chúng tôi nhận thấy PP DHTDA có những đặc trưng phù hợp với đổi mới PPDH, có sự hỗ trợ mạnh trong việc thay đổi cách thức tổ chức dạy học của GV dạy chuyên Toán. Mục tiêu cũng như quy chế chủ động trong xây dựng phân phối chương trình của trường THPT chuyên tạo điều kiện thuận lợi cho GV tổ chức DHTDA, nhất là thực hiện các DAHT đối với đối tượng HS chuyên toán.

1.2. Cơ sở lí luận và thực tiễn về dạy học theo dự án

1.2.1. Lịch sử vấn đề nghiên cứu và một số hướng nghiên cứu về DHTDA

Các công trình chủ yếu tập trung vào các vấn đề: *-Đánh giá hiệu quả của DHTDA -Nghiên cứu đặc điểm của DHTDA và một số yếu tố đặc trưng của người học ảnh hưởng đến hiệu quả của DHTDA -Nghiên cứu các thách thức trong thực hiện DHTDA. -Nghiên cứu nâng cao hiệu quả của DHTDA.*

1.2.2. Khái niệm về dạy học theo dự án

1.2.2.1. Khái niệm dự án, dự án học tập

a)Khái niệm dự án: Dự án là một kế hoạch, một dự thảo hay một đề án cần được thực hiện nhằm đạt mục đích đề ra. Một dự án bao giờ cũng có một hoặc một số mục tiêu rõ ràng; trong quá trình thực hiện dự án thì người thực hiện luôn phải định hướng mục tiêu của dự án, sản phẩm cuối cùng sẽ được đánh giá xem có phù hợp với mục tiêu hay không. Một dự án đặt ra luôn yêu cầu giới hạn về thời gian, về kinh phí và các nguồn lực,...

b)Dự án học tập (DAHT): Khái niệm dự án dùng trong dạy học được gọi là DAHT. Một dự án học tập thường bao gồm tên dự án học tập, một số mục tiêu đặt ra nhằm đạt được mục đích học tập về nội dung kiến thức hay một kĩ năng nào đó, có quy định về thời gian, các thành viên thực hiện và phải tạo ra sản phẩm sau khi thực hiện dự án.

c)Phân loại DAHT: Phân loại dựa trên sự tham gia của người học, theo nội dung chuyên môn, theo quy mô, theo nhiệm vụ. Các loại dự án không hoàn toàn tách biệt nhau nên có thể phân loại DAHT theo đặc thù riêng trong từng lĩnh vực chuyên môn.

1.2.2.2. Khái niệm dạy học theo dự án

Có nhiều quan điểm khác nhau khi xếp loại DHTDA:

+ Theo nghĩa hẹp thì DHTDA được hiểu là một PPDH [63];

+ Theo nghĩa rộng hơn DHTDA là một hình thức tổ chức dạy học vì trong đó có kết hợp nhiều PPDH cụ thể khác nhau [5], [8];

+ Theo nghĩa rộng nhất thì DHTDA được hiểu là một quan điểm, một mô hình hay nguyên tắc dạy học, đó là dạy học định hướng dự án [36], [70].

- So sánh PPDH theo nhóm và DHTDA, so sánh học thuyết trình giải quyết vấn đề thực tiễn và DHTDA

- Bảng 1.2. Bảng so sánh dạy học thuyết trình giải quyết vấn đề thực tiễn và DHTDA

PPDH thuyết trình	Dạy học theo dự án
GV đặt ra vấn đề gắn với thực tiễn và chủ động thuyết trình giải quyết vấn đề	GV đặt ra vấn đề, HS chủ động tìm phương án giải quyết vấn đề
Nhiệm vụ được xác định cụ thể ngay trong buổi học	Xác định được kết quả và sản phẩm đầu ra sau khi nhận DAHT, tuy nhiên ngay từ đầu HS chưa hoàn

PPDH thuyết trình	Dạy học theo dự án
	toàn xác định nhiệm vụ cụ thể cần thực hiện
Kết quả HS thu được sau buổi học chưa được cụ thể, rõ ràng	Xác định rõ ràng kết quả, sản phẩm sau khi học
Hướng đến mục tiêu nội dung bài học chủ yếu là kiến thức	Hướng đến phát triển năng lực về kiến thức, kĩ năng và phương diện khác
Việc truyền đạt và tiếp thu kiến thức thường theo giáo trình soạn sẵn của GV	Được định hướng theo mục tiêu của DAHT và nhiều tình huống xảy ra không theo kịch bản của GV
GV dùng lời nói truyền đạt nội dung bài học	GV đóng vai trò định hướng, thúc đẩy quá trình tự học dựa trên nhu cầu tiếp nhận tri thức, hình thành kĩ năng của HS
Cá nhân độc lập trong việc học tập, tiếp thu tri thức, hình thành kĩ năng. Mối quan hệ thường là đơn chiều giữa GV và từng HS	Hợp tác theo nhóm, các thành viên được phân công nhiệm vụ cụ thể nhưng lại phụ thuộc nhau một cách chặt chẽ. Mối quan hệ thường là đa chiều giữa GV với nhiều HS và giữa các thành viên trong nhóm
Thường GV đóng vai trò chủ đạo, nắm giữ và truyền thụ kiến thức; GV cung cấp kiến thức trực tiếp cho người học, quản lý HS trong giờ học, đánh giá việc học của HS	- GV đề xuất DAHT cho HS lựa chọn, GV đặt câu hỏi, định hướng, hỗ trợ HS thực hiện DAHT. Kiến thức và kĩ năng của HS được hình thành thông qua quá trình tự định hướng tiếp và tự học. GV cung cấp tài liệu cần thiết, giám sát việc học, chia sẻ thông tin, đánh giá cả quá trình học tập của từng nhóm
Hiệu quả thường thể hiện qua các bài kiểm tra, đánh giá, các câu hỏi trắc nghiệm	Hiệu quả thể hiện trên chất lượng và báo cáo sản phẩm, dựa vào các thao tác, kĩ năng hình thành và bộc lộ trong quá trình làm việc của HS

Trong nghiên cứu này chúng tôi hiểu *DHTDA là một PPDH trong đó người học thực hiện một dự án học tập (phù hợp với khả năng, bám sát nội dung chương trình, có ứng dụng thực tiễn), có sự kết hợp giữa lí thuyết và thực hành, có tạo ra các sản phẩm có ý nghĩa sau dự án. Dự án này được người học thực hiện với tính tự lực cao, từ việc xác định mục đích, lập kế hoạch đến việc thực hiện, kiểm tra, điều chỉnh, đánh giá quá trình và kết quả thực hiện dự án. Làm việc theo nhóm là hình thức cơ bản của DHTDA.*

1.2.2.3. Cơ sở khoa học của dạy học theo dự án

a) Cơ sở triết học

b) Cơ sở tâm lí học

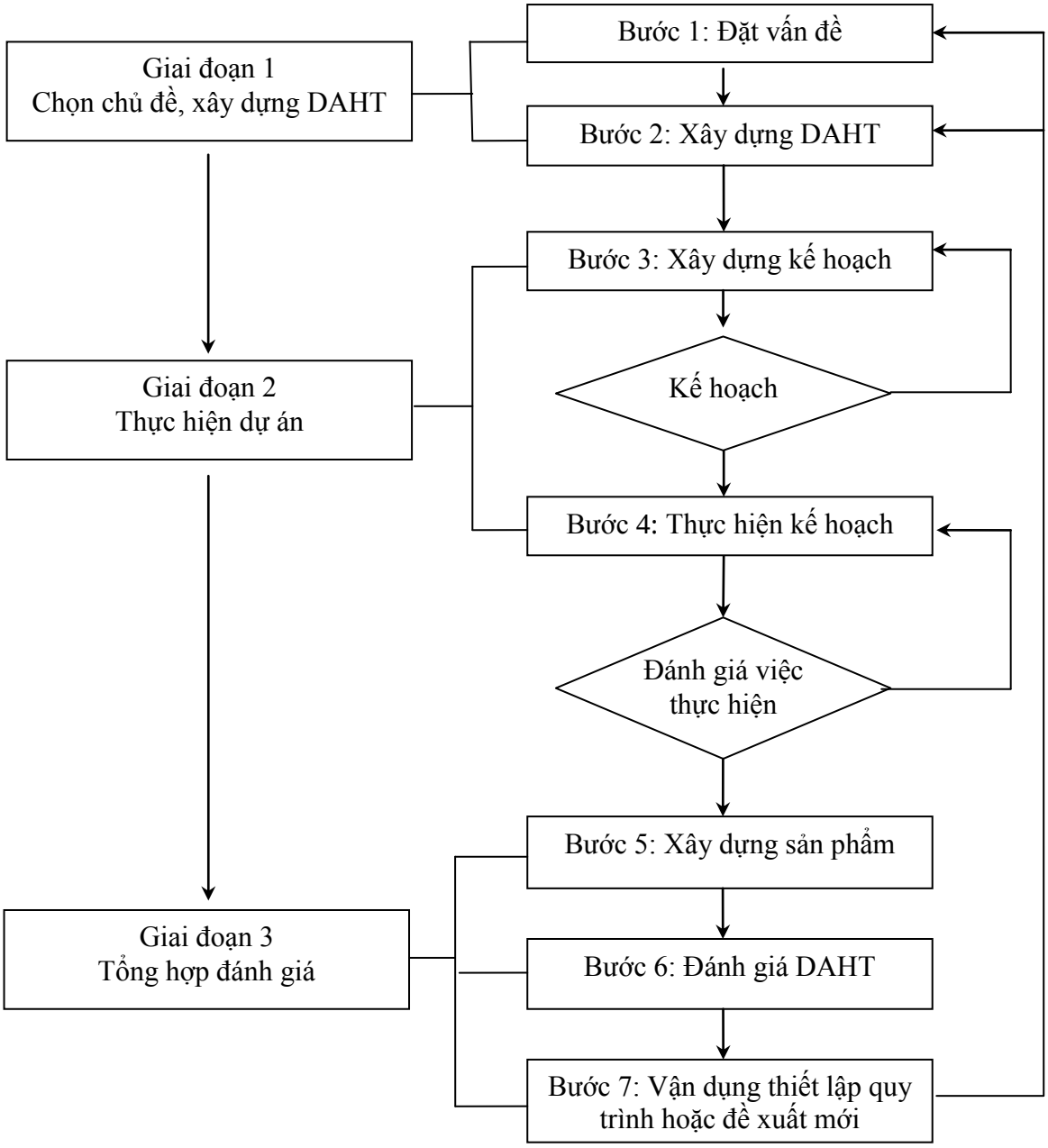
c) Cơ sở giáo dục học

1.2.3. Đặc điểm của dạy học theo dự án

DHTDA có đặc điểm định hướng thực tiễn, định hướng hứng thú người học, định hướng hành động, định hướng sản phẩm, cộng tác làm việc, có tính phức hợp và mang tính tự lực cao của người học.

1.2.4. Quy trình thực hiện dạy học theo dự án

Trong luận án này, chúng tôi thiết kế các DAHT và chia quy trình tổ chức DHTDA thành ba giai đoạn tương ứng với 7 bước theo sơ đồ sau:



Hình 1.2. Quy trình tổ chức DHTDA

Việc vận dụng quy trình tổ chức DHTDA trong dạy học một số chủ đề TRR sẽ được chúng tôi trình bày cụ thể trong chương sau.

1.2.5. Nâng cao năng lực hợp tác và năng lực tự học của học sinh trong DHTDA

1.2.5.1. Khái niệm năng lực

"Năng lực là sự huy động tổng hợp các kiến thức, kĩ năng và các thuộc tính cá nhân khác như hứng thú, niềm tin, ý chí... để thực hiện một loại công việc trong một bối cảnh nhất định", "Có thể hiểu năng lực là thuộc tính cá nhân được hình thành, phát triển nhờ tố chất sẵn có và qua quá trình học tập, rèn luyện, cho phép con người thực hiện thành công một loại hoạt động nhất định, đạt kết quả mong muốn trong những điều kiện cụ thể..." [2]. Trong [5], [33] đã cho thấy DHTDA có thể rèn luyện và phát triển một số năng lực của HS. Mục tiêu chủ yếu của

DHTDA về các chủ đề của TRR là nhằm hình thành và phát triển ở người học năng lực hợp tác, năng lực tự học và năng lực vận dụng kiến thức Toán học vào tình huống thực tiễn.

1.2.5.2. Năng lực hợp tác

a) Khái niệm năng lực hợp tác

b) Biểu hiện của năng lực hợp tác

c) Một số biện pháp nâng cao năng lực hợp tác trong tổ chức DHTDA

- Nhận thức các biểu hiện của năng lực hợp tác và xác định công cụ đo năng lực hợp tác.

- GV thiết kế các DAHT phù hợp trong chủ đề TRR để phát triển năng lực hợp tác cho HS, tạo điều kiện để HS vừa cố gắng tự lực, vừa hợp tác chặt chẽ với nhóm trong quá trình thực hiện các nhiệm vụ trong dự án, giải quyết các nhiệm vụ học tập chung.

1.2.5.3. Năng lực tự học

a) Khái niệm năng lực tự học

b) Biểu hiện của năng lực tự học

c) Một số biện pháp nâng cao năng lực tự học trong tổ chức DHTDA

- GV cần thiết kế các DAHT phù hợp với khả năng của HS, có khả năng lôi cuốn các em thực hiện dự án và HS được trao quyền quyết định các hoạt động học tập ngay từ ban đầu. GV cần tạo môi trường thân thiện cho HS, kịp thời có sự hỗ trợ khi cần thiết.

- GV khuyến khích và tạo môi trường cho HS thảo luận trong các nhóm thực hiện dự án.

1.3. Dạy học theo dự án chủ đề Toán rời rạc ở trường THPT chuyên

1.3.1. Vai trò của Toán rời rạc và ứng dụng

1.3.1.1. Lịch sử hình thành và phát triển của chuyên ngành TRR

Khái niệm về TRR được sử dụng trong luận án: "TRR là một lĩnh vực của Toán học nghiên cứu các đối tượng rời rạc như số nguyên, đồ thị, các phát biểu logic,...Phạm vi nghiên cứu của TRR rất rộng, có thể chia thành các môn học khác nhau. Những chủ đề chính của TRR là: Lý thuyết khoa học máy tính,lý thuyết thông tin, lý thuyết tập hợp, lý thuyết đồ thị, lý thuyết trò chơi, logic, xác suất,..." [27]. TRR có liên quan đến nhiều lĩnh vực khác của Toán học như đại số, lý thuyết xác suất, hình học. Những công trình đầu tiên liên quan tới TRR, mà cụ thể là toán tổ hợp được các nhà toán học như Cardano, Pascal, Ferma và một số người khác đưa ra từ thế kỷ 16, 17, dựa trên thực tiễn từ các trò chơi.

1.3.1.2. Vai trò của TRR trong thực tiễn

Các bài TRR ngày càng có vai trò trong vận dụng vào thực tế, và điều này hoàn toàn phù hợp với xu hướng của toán học hiện đại.

1.3.1.3. Vai trò của TRR trong chương trình môn Toán THPT chuyên

- Các nội dung của TRR thường xuất phát từ thực tiễn nên HS sẽ thấy được rõ hơn vai trò ứng dụng của Toán học, đồng thời cũng nâng cao khả năng vận dụng Toán học vào thực tiễn của HS.

- Khi làm việc với TRR, những bài toán của chủ đề này thường không có một khuôn mẫu giải cố định, HS cần tư duy một cách tích cực, sáng tạo, có sự chuyển hướng tư duy linh hoạt trong việc tìm các phương án để giải quyết bài toán và không ngại khó khăn. Qua đó cũng góp phần rèn luyện phẩm chất, đạo đức của người lao động trong thời đại mới.

1.3.2. Mục tiêu dạy học chủ đề Toán rời rạc ở trường THPT Chuyên

- Cung cấp một số nội dung kiến thức trong TRR, bồi dưỡng và phát triển tri thức, trang bị kiến thức cho HS giúp HS có thể đáp ứng được yêu cầu về tri thức trong xã hội hiện đại sau này.

- Giới thiệu cho HS một bộ môn của Toán học có nhiều ứng dụng trong khoa học và thực tiễn, góp phần hình thành, củng cố và phát triển tư duy tổ hợp nói riêng và tư duy logic nói chung cho HS.

- Giúp HS làm quen được với các PP suy luận toán học hiện đại từ đó phát triển được khả năng suy luận, rèn luyện sự mềm dẻo của tư duy, phát triển tư duy sáng tạo, tư duy phản biện, tư duy logic và khả năng mô hình hóa.

- Bổ sung những nội dung Toán học gắn với thực tiễn vào chương trình dành cho HS chuyên Toán THPT, kích thích sự quan tâm và tạo hứng thú cho HS, kích thích sự say mê nghiên cứu tri thức và những vận dụng thực tiễn của Toán học.

- Hình thành một số năng lực cho HS: năng lực phát hiện và giải quyết vấn đề, năng lực tính toán, năng lực tự học, tự nghiên cứu, năng lực sáng tạo,...

1.3.3. Đặc điểm của học sinh năng khiếu Toán bậc THPT và tiềm năng dạy học theo dự án cho học sinh chuyên Toán

1.3.3.1. Đặc điểm của học sinh năng khiếu Toán

Bảng 1.3. Phân tích khả năng và một số biểu hiện của HS năng khiếu Toán:

STT	Khả năng	Biểu hiện
1	Hiểu rõ vấn đề Toán học và kiên trì trong việc giải quyết chúng	- Giải thích được ý nghĩa của vấn đề, phân tích thông tin đã có để đưa ra các hướng, biện pháp có thể giải quyết được vấn đề. - Kiên trì tìm kiếm giải pháp đối với nhiệm vụ phức tạp, lựa chọn được biện pháp thích hợp để phát triển, giải quyết vấn đề. - Kiểm tra lại tính chính xác và hợp lí của giải pháp đã đưa ra. - Hiểu và kết nối được với các giải pháp mà các thành viên khác đưa ra.
2	Khả năng định tính và định lượng được các đối tượng Toán học	- Chuyển các thông tin đã cho dưới các khái niệm hoặc các biểu diễn Toán học; có thể cấu trúc dữ liệu bằng nhiều cách khác nhau. - Định tính hoặc định lượng được các đối tượng và xem xét được ý nghĩa và mối quan hệ giữa các đại lượng liên quan. - Phân tích một vấn đề phức tạp bằng cách chia chúng thành những vấn đề nhỏ hơn.
3	Khả năng tranh luận và đánh giá	- Nắm rõ được cách tiếp cận vấn đề. Lắng nghe, hiểu, phân tích và trả lời được lập luận của các thành viên khác. - Xác định, giải thích và đánh giá một cách logic những vấn đề đã chính xác hoặc những vấn đề còn thiếu sót để có thể đồng ý hoặc bác bỏ một nội dung nào đó.
4	Khả năng mô hình hóa Toán học	- Sử dụng nhiều PP khác nhau để mô hình hóa Toán học, liên kết được khái niệm Toán học và trình bày, giải quyết những vấn đề thực tiễn. - Đơn giản hóa một vấn đề phức tạp bằng cách đưa thêm các giả thiết hoặc các vấn đề tương đương. - Giải thích được kết quả và có thể sửa đổi được mô hình Toán học nếu thấy cần thiết, và dẫn đến một mô hình Toán học tối ưu nhất.
5	Sử dụng phù hợp các công cụ Toán học	- Tự tin khi sử dụng các công thức và khái niệm toán học - Sử dụng các công cụ Toán học và đánh giá được các ưu nhược điểm nếu sử dụng chúng. - Xác định và sử dụng hiệu quả các nguồn tài liệu tham khảo. - Sử dụng có hiệu quả các phương tiện công nghệ hiện đại hỗ trợ quá trình giải quyết vấn đề.
6	Khả năng thiết lập được một quy trình trong Toán học	- Có khả năng nhận ra điểm tương đồng giữa một số đối tượng và tiến hành tìm hiểu, thực nghiệm lặp đi lặp lại với một quy trình để có thể tổng quát, phát triển thành một quy tắc hoặc thiết lập được một công thức Toán học. - Đánh giá được tính hợp lí của các kết quả hay quy trình đã thiết lập được.

1.3.3.2. Sự phù hợp khi tổ chức DHTDA cho học sinh năng khiếu Toán

1.3.3.3. Tiềm năng DHTDA một số chủ đề TRR cho học sinh chuyên Toán

- Nhiều nội dung của TRR gắn với những tình huống thực tiễn và có ứng dụng thực tế (bài toán đếm, bài toán tô màu, lí thuyết đồ thị, bài toán phủ...) nên có thể lựa chọn để thiết kế được các DAHT. Các bài toán trên thường đưa ra kết quả, chứng minh sự tồn tại hoặc thiết lập một chu trình,... do đó HS có thể đưa ra các sản phẩm trong DAHT, đảm bảo tính định hướng sản phẩm của DHTDA.

- Các bài TRR thường không có những khuôn mẫu giải nhất định mà đòi hỏi sự sáng tạo, tư duy logic của HS, gây ra sự hứng thú, kích thích sự say mê nghiên cứu tri thức, nhất là đối với đối tượng HS chuyên Toán. Điều này rất có ý nghĩa khi GV tổ chức cho HS xây dựng kiến thức thông qua DHTDA. HS có động lực, tích cực, chủ động trong các hoạt động, đảm bảo tính tự lực cao của người học và định hướng hứng thú của DHTDA.

- TRR là một chủ đề Toán học khó, đòi hỏi HS phải đầu tư thời gian vào nghiên cứu, không chỉ làm việc độc lập mà cần sự hợp tác với các thành viên trong lớp hoặc hỏi thầy cô, những người có kinh nghiệm. Nếu được học theo PP DHTDA thì HS được cộng tác làm việc trong nhóm và có điều kiện phỏng vấn thầy cô và người am hiểu về nội dung TRR,...

1.3.4. Thực tiễn dạy học chủ đề Toán rời rạc ở một số trường THPT chuyên

1.3.4.1. Khảo sát thực trạng dạy học chủ đề TRR với yêu cầu đổi mới PPDH ở trường THPT chuyên

1.3.4.2. Khảo sát khả năng tổ chức dạy học theo dự án một số chủ đề TRR

Khi thực hiện khảo sát 127 GV Toán để tổng hợp những nội dung nào của TRR có thể thiết kế được dự án học tập, chúng tôi thu được một số kết quả sau:

Bảng 1.4. Một số nội dung thuộc Toán rời rạc có thể thiết kế DAHT

STT	Tên nội dung trong Toán rời rạc	Số GV liệt kê (%)
1	Xác suất, thống kê	94%
2	Một số PP đếm nâng cao trong Đại số tổ hợp	87%
3	Các nguyên lí cơ bản của Toán học	84%
4	Các bài toán về lí thuyết đồ thị và ứng dụng	78%
5	Các bài toán tô màu	71%
6	Các bài toán phủ, lưới điểm nguyên trong mặt phẳng tọa độ	32%

Bảng 1.5. Kết quả khảo sát GV cho ý kiến đánh giá về chủ đề Toán rời rạc

STT	Ý kiến	Đồng ý	Bình thường	Không đồng ý
1	TRR là một "*mảnh đất tốt*" để tổ chức DHTDA	81%	17%	2%
2	Có thể bổ sung thêm một số chủ đề Toán rời rạc khác bên ngoài chương trình phù hợp với năng lực của HS nhằm đáp ứng mục tiêu đổi mới PPDH ở trường THPT chuyên.	77%	19%	4%

Kết luận chương 1

DHTDA là một PPDH đã được nghiên cứu từ đầu thế kỷ 20 với những đặc trưng cơ bản là định hướng thực tiễn, định hướng sản phẩm, hợp tác làm việc theo nhóm nhưng đồng thời cũng yêu cầu tính tự lực cao của người học,... DHTDA là một PPDH tích cực, phù hợp với định hướng đổi mới PPDH môn Toán và đáp ứng được nhiệm vụ, mục tiêu giáo dục của trường THPT chuyên. Chúng tôi đã phân tích một số đặc điểm, một số khả năng cũng như biểu hiện của HS chuyên Toán để thấy được những thuận lợi và khó khăn khi tiến hành tổ chức DHTDA. Quy trình tổ chức DHTDA gồm ba giai đoạn: Chọn chủ đề, mục tiêu của DAHT; Thực hiện dự án; Tổng hợp và đánh giá. Chúng tôi cũng đã tiến hành điều tra thực trạng dạy học chủ đề TRR của 127 GV dạy Toán tại 25 trường THPT chuyên thuộc khu vực phía Bắc. Qua điều tra cho thấy TRR có nhiều chủ đề có thể thiết kế được thành các DAHT; DHTDA phù hợp với mục tiêu đổi mới PPDH ở trường chuyên; DHTDA phù hợp với chủ đề TRR và đã được nhiều GV ở trường chuyên biết đến, ủng hộ, đánh giá cao nhưng chưa có cơ hội thực hiện.

Chương 2. THIẾT KẾ VÀ TỔ CHỨC DẠY HỌC THEO DỰ ÁN MỘT SỐ CHỦ ĐỀ TOÁN RỜI RẠC

2.1. Nội dung kiến thức và xây dựng tài liệu tham khảo trong dạy học theo dự án một số chủ đề Toán rời rạc thuộc chương trình chuyên Toán THPT

2.1.1. Các kiến thức về Toán rời rạc trong chương trình chuyên Toán THPT

a. Những nội dung TRR trong chương trình và SGK THPT môn Toán

b. Những nội dung TRR trong Tài liệu giáo khoa chuyên Toán và các tài liệu tham khảo khác

Các nội dung kiến thức sau về TRR được dạy trong chương trình THPT chuyên Toán:

- Mệnh đề, tập hợp, ánh xạ, các nguyên lí cơ bản của Toán học.
- Một số yếu tố của Đại số tổ hợp:
- Một số yếu tố của Hình học tổ hợp
- Lí thuyết đồ thị

2.1.2. Xây dựng và sử dụng tài liệu về Toán rời rạc trong tổ chức dạy học theo dự án

2.1.2.1. Sự cần thiết phải xây dựng tài liệu về chủ đề TRR

2.1.2.2. Yêu cầu về xây dựng và sử dụng tài liệu học tập nội dung TRR

GV cần kiểm tra tính chính xác, khoa học và phù hợp của tài liệu trước khi cung cấp cho HS. GV và HS có thể bổ sung vào tư liệu chung những tài liệu phù hợp tìm kiếm được trong quá trình học tập.

2.1.2.3. Một số tài liệu học tập thuộc TRR

a) Một số tài liệu sách tham khảo trong nước về TRR

b) Một số tài liệu sách tham khảo tiếng Anh về TRR

c) Một số bài báo trong nước về chủ đề TRR

d) Một số tài nguyên mạng

2.1.3. Một số chủ đề Toán rời rạc có thể thiết kế thành dự án học tập

2.1.3.1. Đặc điểm những chủ đề TRR có thể thiết kế được DAHT

Các DAHT chủ đề TRR phải gắn với những nội dung đảm bảo thực hiện mục tiêu nội dung môn học và chương trình giáo dục THPT chuyên, bám sát chương trình, trong khả năng và thu hút được sự quan tâm của HS, tạo điều kiện để HS hợp tác đồng thời phát huy được năng lực tự học của HS. Các nội dung của DAHT phải có nguồn tài liệu phong phú, phù hợp với điều kiện cơ sở vật chất của nơi tổ chức DHTDA.

2.1.3.2. Đề xuất một số DAHT chủ đề TRR

Xác định được những chủ đề TRR có thể thiết kế được DAHT là bước đầu tiên trong việc thiết kế DAHT của GV. GV có thể điền thông tin vào bảng sau đây hoặc thực hiện xin ý kiến đồng nghiệp để tìm ra những nội dung TRR có khả năng thiết kế được DAHT:

Bảng 2.1. Bảng GV điền một số chủ đề TRR để tìm nội dung thiết kế DAHT

Đơn vị kiến thức	Mục tiêu dạy học	Ý tưởng dự án
Mệnh đề, tập hợp, ánh xạ	.....	.....
Các nguyên lí cơ bản của Toán học	.....	.....
...	.....	.....

Ý tưởng dự án và sản phẩm của mỗi một kiến thức TRR phụ thuộc vào GV thiết kế DAHT và phụ thuộc vào năng lực của từng đối tượng HS thực hiện dự án. Dưới đây chúng tôi đề xuất một số ý tưởng DAHT có thể khai thác được từ một số chủ đề TRR cho HS chuyên Toán THPT.

2.2. Thiết kế dự án học tập

2.2.1. Quy trình thiết kế DAHT

2.2.1.1. Đề xuất quy trình thiết kế DAHT

Quy trình gồm 4 bước:

Bước 1: Xác định chủ đề, xác định mục tiêu và dự kiến sản phẩm của DAHT; Bước 2: Dự kiến nguồn tài liệu tham khảo; Bước 3: Xây dựng bộ câu hỏi định hướng; Bước 4: Dự kiến kế hoạch hoạt động của HS.

2.2.1.2. Phân tích quy trình

2.2.2. Thiết kế một số dự án học tập chủ đề Toán rời rạc

2.3. Tổ chức dạy học theo dự án một số chủ đề Toán rời rạc

2.3.1. Phân tích quy trình tổ chức DHTDA một số chủ đề Toán rời rạc

2.3.1.1. Chọn chủ đề và xây dựng DAHT

- *Lựa chọn chủ đề của DAHT:* GV cần xác định các nội dung kiến thức có thể thiết kế được thành DAHT gắn với thực tiễn. GV có thể đặt câu hỏi trực tiếp với HS, HS thảo luận và GV sẽ quyết định chọn chủ đề được đa số các em quan tâm.

- *Hoạt động chia lớp học thành các nhóm*

- *HS xác định rõ mục tiêu của dự án*: Các nhóm thảo luận, đưa ra các ý kiến, những ý tưởng liên quan đến mục tiêu của dự án. HS cần xác định rõ mục tiêu của dự án để có sự định hướng trong quá trình thực hiện dự án, có sự phân công công việc để thực hiện các nhiệm vụ đảm bảo mục tiêu đề ra.

- GV xây dựng bộ câu hỏi định hướng, thiết kế tài liệu hỗ trợ, phổ biến cho HS trước khi thực hiện dự án: các trang web, các nguồn tài liệu tham khảo, mẫu phiếu phân công công việc trong nhóm, các tiêu chí đánh giá, các mẫu phiếu đánh giá trong bộ công cụ đánh giá của GV...

- *Xác định sản phẩm sau DAHT*: Các nhóm cần định hình được sản phẩm đạt được sau DAHT và các tiêu chí đánh giá sản phẩm mà GV đưa ra.

2.3.1.2. Thực hiện dự án

- *Xây dựng kế hoạch thực hiện:* HS xây dựng đề cương và kế hoạch bao gồm những công việc cần làm, thời gian dự kiến, PP tiến hành, phân công công việc cụ thể cho các thành viên và dự kiến kinh phí thực hiện. Kết quả của xây dựng kế hoạch thực hiện là bảng phân công nhiệm vụ chi tiết và sản phẩm, thời gian hoàn thành của mỗi thành viên.

- *Thực hiện dự án:* HS thu thập, xử lí và tổng hợp thông tin. Kết quả của giai đoạn này là sản phẩm của DAHT và quan trọng hơn là các kiến thức, kĩ năng được hình thành của mỗi cá nhân trong quá trình các em thực hiện dự án.

2.3.1.3. Tổng hợp và đánh giá dự án

- *Xây dựng sản phẩm:* chuẩn bị sản phẩm sau dự án, phân công báo cáo viên, chuẩn bị bài trình diễn Powerpoint, poster, mô hình, video clip hoặc diễn kịch,... chuẩn bị các phương án trả lời các câu hỏi của GV và các nhóm khác trong buổi báo cáo sản phẩm.

- *Báo cáo trình bày sản phẩm*.

- *Đánh giá DAHT:* Đánh giá trong DHTDA phải được thực hiện tại nhiều thời điểm khác nhau và kết hợp giữa sự đánh giá của GV tổ chức dự án, GV dự buổi báo cáo sản phẩm và của chính HS thông qua bảng kiểm sử dụng cho đánh giá của GV và HS, qua các phiếu đánh giá của HS.

2.3.2. Tổ chức dạy học theo dự án một số chủ đề Toán rời rạc

2.3.2.1. Dự án "Đề xuất một số tình huống thực tiễn có vận dụng PP đếm nâng cao"

2.3.2.2. Dự án "Điều tra thành tích học tập của HS đang học ở trường THPT chuyên Bắc Giang"

2.3.2.3. Dự án "Sử dụng bảng trong một số bài TRR"

2.3.2.4. Dự án "Đề xuất một số vận dụng của LTĐT vào thực tiễn"

2.3.2.5. Dự án "Khám phá khoảng cách Taxicab"

Quy trình tổ chức DAHT "Khám phá khoảng cách Taxicab"

a) Chọn chủ đề và xác định mục tiêu của DAHT

Bước 1: Trang bị kiến thức cần sử dụng trong dự án

HS cần được hệ thống, ôn tập lại các kiến thức về Hình học Giải tích trong tọa độ phẳng (tọa độ điểm, công thức khoảng cách, góc, phương trình đường thẳng, đường tròn, các đường Conic,..). Thời gian cần thiết là 3 tiết trên lớp.

Bước 2: Tiếp cận khái niệm khoảng cách Taxicab

Để HS có thể hình thành khái niệm khoảng cách Taxicab, GV có thể bắt đầu từ trường hợp thực tế: quy hoạch của một thành phố được chia thành các trục đường song song, cách đều nhau theo hướng Bắc - Nam, Đông - Tây, và ta có thể coi như một mặt phẳng tọa độ *(Oxy)*. Tình huống có một bệnh nhân ở vị trí X(1;4) cần đưa đi cấp cứu và trong thành phố có hai bệnh viện đặt tại vị trí là A(2;1) và B(-1;-1). Hỏi xe cấp cứu cần đưa bệnh nhân đến bệnh viện nào để quãng đường đi ngắn nhất? Rõ ràng xe cấp cứu cũng phải đi theo các tuyến đường chứ không để đi thẳng từ X tới A (hoặc B). Do đó khoảng cách Ơclit không được áp dụng trong tình huống thực tế này. Từ đó GV hướng HS đến việc thực hiện dự án để xây dựng được một công thức tính khoảng cách phù hợp hơn trong một số chu trình cụ thể và đi nghiên cứu vận dụng trong thực tế.

Bước 3: GV chia lớp học thành các nhóm

Bước 4: Xây dựng bộ câu hỏi định hướng

- *Câu hỏi khái quát:* Nghiên cứu về khoảng cách trong hình học Taxicab và một số vận dụng của hình học Taxicab vào thực tế.

- *Câu hỏi bài học*: Xây dựng khái niệm khoảng cách và một số đường cơ bản trong hình học Taxicab.

- *Câu hỏi nội dung*:

+ Em hãy vận dụng kiến thức hình học của mình để xác định đường đi ngắn nhất giữa hai vị trí trên thực tế. Khoảng cách được xác định có giống như khoảng cách em hay dùng trong hình học phẳng hay không? Em xác định khoảng cách đó như thế nào? Xây dựng một số tình huống thực tế và chỉ ra khoảng cách Taxicab đã được vận dụng trong tình huống đó.

+ So sánh một số tính chất quen thuộc của hình học Taxicab và hình học Ơclit, xây dựng các khái niệm tương tự về ba đường conic trong hình học Taxicab.

Bước 5: Thiết kế tài liệu hỗ trợ

- Sách tham khảo: *On the iso-taxicab trigonometry*, Applied Sciences.8: 101-111, *Taxicab Geometry, an adventure in non-Euclidean Geometry*.

- Các trang web: dethi.violet, diendantoanhoc.net, math.vn, mathscope, mathlink, art of problem solving,...-Sổ theo dõi dự án.

b)Thực hiện dự án

Nhiệm vụ (NV)	**Nội dung**		**Thời gian thực hiện**	**Người thực hiện**	**Kết quả**
NV 1	Tìm hiểu về bộ câu hỏi định hướng.				
1.1	Nghiên cứu các câu hỏi về ứng dụng của hình học Taxicab trong thực tế.		3 ngày	Thành viên 1+2+3	
1.2	Nghiên cứu các câu hỏi về tương tự hóa giữa hình học Ơclit và hình học Taxicab trong xây dựng khái niệm đường tròn và elip và áp dụng thực tiễn		3 ngày	Thành viên 4+5+6	
1.3	Sử dụng bản đồ, phần mềm Google maps để thực hiện các hoạt động GV yêu cầu. Xây dựng công thức tính khoảng cách trong hình học Taxicab.		3 ngày	Cả nhóm	
NV2	Chuẩn bị trước các tài liệu hỗ trợ tham khảo (photo, tải trên mạng, điều kiện truy cập các trang web).		3 ngày	Cả nhóm	
NV3	Nhóm dự án "*Ứng dụng của hình học Taxicab trong thực tế*".	Xây dựng các vận dụng thực tế của môn học. Tìm hình ảnh minh chứng.	5 ngày	Thành viên 1+2+3	
	Nhóm dự án: "*Xây dựng khái niệm tương tự về đường tròn, đường elip sử dụng khoảng cách Taxicab*".	Xây dựng các khái niệm tương tự trong hình học Taxicab.		Thành viên 4+5+6	
		Thiết kế tình huống thực tiễn minh họa.			
		Dùng phần mềm minh họa các quỹ tích trong hình học Taxicab.			
NV4	Thiết kế các sản phẩm báo cáo (In chuyên đề, chuẩn bị Powerpoint, Prezi,…).		5 ngày	Thành viên 1+4	
4.1	Chuẩn bị thuyết trình, cử đại diện báo cáo.			Nhóm trưởng	
4.2	Dự kiến trả lời các câu hỏi có thể được pháp vấn trong quá trình báo cáo.			Cả nhóm	
NV5	….		….	…..	

Tiến trình thực hiện dự án "Khám phá khoảng cách Taxicab"

STT	Nội dung hoạt động	Hoạt động của GV	Hoạt động của HS	Thiết bị
1	Xác định tên dự án và giao dự án cụ thể cho các nhóm.	Yêu cầu HS nghiên cứu, tìm hiểu và xây dựng các vận dụng thực tế của khoảng cách Taxicab.	Mỗi nhóm lựa chọn một trưởng nhóm, một thư kí. Trong nhóm có thể giao nhiệm vụ chi tiết hơn cho các thành viên để thực hiện dự án.	Máy tính phần mềm Google maps, các tài liệu tham khảo về HH Taxicab.
		GV đề xuất hướng nghiên cứu "*Ứng dụng của hình học Taxicab trong thực tế*".		
		GV đề xuất hướng nghiên cứu "*Xây dựng khái niệm tương tự về đường tròn, đường elip sử dụng khoảng cách Taxicab*".	HS hoạt động theo nhóm, xây dựng định nghĩa tương tự với hình học Ơclit.	
2	Hoạt động với câu hỏi định hướng	GV thiết kế bộ câu hỏi định hướng cho các nhóm.	HS nghiên cứu câu hỏi định hướng. Các nhóm có thể chia nhỏ để giải quyết các nhiệm vụ riêng.	
3	Xác định các sản phẩm cần xây dựng.	Các sản phẩm em đưa ra báo cáo là gì?	-Nghiên cứu "*Ứng dụng của hình học Taxicab trong thực tế*" Xây dựng được công thức khoảng cách Taxicab và tìm hiểu, xây dựng và minh chứng bằng hình ảnh các ứng dụng thực tế. Thuyết trình bằng Powerpoint. -Nhiệm vụ "*Xây dựng khái niệm tương tự về đường tròn, đường elip sử dụng khoảng cách Taxicab*".+Sản phẩm 1: Vẽ được hình trên nền Sketchpad minh họa các đường, xây dựng vận dụng thực tiễn; +Sản phẩm 2: Xây dựng các slide trình chiếu và thuyết trình.	
4	Lập kế hoạch thực hiện dự án	-Yêu cầu HS lập kế hoạch để thực hiện các nhiệm vụ. Xác định thời gian thảo luận nhóm, thời gian hoàn thành. Thông báo thời gian làm việc của GV với mỗi nhóm để kiểm tra tiến độ và định hướng thực hiện dự	HS có thể sử dụng sơ đồ tư duy để lập kế hoạch và các nhiệm vụ học tập chi tiết, phân công nhiệm vụ cụ thể cho các thành viên, định địa điểm và thời gian thảo luận nhóm, xác định các tài liệu nghiên cứu, các thiết bị cần thiết thực hiện nhiệm vụ,...	

STT	Nội dung hoạt động	Hoạt động của GV	Hoạt động của HS	Thiết bị
		án.		
5	Xây dựng sản phẩm	Các nhóm xây dựng các sản phẩm của dự án, GV có thể kiểm tra tiến độ thực hiện.	Nhóm thường xuyên thảo luận, kiểm tra, đánh giá tiến độ và chất lượng sản phẩm của mỗi thành viên, của cả nhóm. Lựa chọn các vận dụng thực tiễn có giá trị để đưa vào sản phẩm.	

c)*Tổng hợp và đánh giá*

STT	Nội dung hoạt động	Hoạt động của GV	Hoạt động của HS	Thiết bị
1	Chuẩn bị cho báo cáo, trình bày sản phẩm	Chuẩn bị cho HS các kĩ năng báo cáo, duyệt qua các tài liệu, dụng cụ hỗ trợ báo cáo.	+ Chuẩn bị các hình ảnh trên Google maps dẫn đến công thức khoảng cách mới +Xây dựng và phân tích ví dụ thực tế vận dụng khoảng cách Taxicab - Phân công thành viên đặt các câu hỏi tình huống và phương án trả lời	Máy chiếu
2	Tổ chức báo cáo sản phẩm.	Lên kế hoạch thời gian và địa điểm cho buổi báo cáo, thứ tự và thời gian trình bày sản phẩm của mỗi nhóm. Yêu cầu HS trình bày rõ về các vận dụng thực tiễn	Chuẩn bị đúng với thời gian GV đề ra.	
			Theo dõi nghiêm túc các bài thuyết trình sản phẩm. Đặt các câu hỏi thảo luận đối với nhóm khác	
3	Đánh giá sản phẩm	Hướng dẫn cách đánh giá cho điểm của GV và HS đối với mỗi nhóm thông qua các mẫu phiếu đánh giá đã soạn trước.	HS đánh giá sản phẩm của các nhóm khác dựa trên trình bày nội dung kiến thức, mức độ phong phú và sự vận dụng vào thực tế	Các phiếu đánh giá.
			Hoàn thiện phiếu đánh giá	
4	Tổng kết dự án	GV tổng kết về nội dung kiến thức trong dự án, hệ thống bài tập và phân tích vận dụng, hướng mở rộng của dự án,... GV tổng hợp các phiếu đánh giá của các GV dự thuyết trình và của các nhóm, cho điểm HS.	Trả lời về vấn đề mở rộng dự án.	

2.4. Sự hỗ trợ của dạy học theo dự án đối với sự phát triển năng lực hợp tác và năng lực tự học của học sinh

2.4.1. Sự hỗ trợ của dạy học theo dự án đối với sự phát triển năng lực hợp tác của học sinh

2.4.1.1. Biểu hiện của một số kĩ năng hợp tác trong quá trình thực hiện DAHT

Bảng 2.7. Bảng các kĩ năng của năng lực hợp tác thể hiện qua hoạt động của HS

Quy trình thực hiện DAHT	Những hoạt động của HS	Các kĩ năng của năng lực hợp tác
Chọn chủ đề và xác định mục tiêu của DAHT	Thống nhất chọn chủ đề DAHT, phân chia được các nhóm thực hiện, nắm rõ nhiệm vụ chung và kết quả cần đạt được sau dự án	Kĩ năng tổ chức nhóm
Thực hiện dự án	Xây dựng kế hoạch thực hiện dự án và phân chia nhiệm vụ cho các thành viên, nhận nhiệm vụ được phân công, xác định rõ và thống nhất cách thực hiện nhiệm vụ của từng cá nhân, của nhóm	Kĩ năng lập kế hoạch hợp tác
	Nghiên cứu câu hỏi định hướng, tìm tài liệu tham khảo phục vụ cho nội dung của cả nhóm	Kĩ năng tổ chức nhóm Kĩ năng tạo môi trường hợp tác
	Thực hiện thảo luận nhóm, tổng hợp các kết quả của thành viên để thống nhất, xây dựng sản phẩm	Kĩ năng lắng nghe và phản hồi
	Trình bày, chia sẻ kết quả với các thành viên, thảo luận với tinh thần xây dựng	Kĩ năng diễn đạt
	Hỗ trợ thành viên trong nhóm hoặc nhờ trợ giúp, phát hiện và tháo gỡ được mâu thuẫn giữa ý kiến của các thành viên	Kĩ năng tổ chức nhóm Kĩ năng tạo môi trường hợp tác
Tổng hợp và đánh giá dự án	Xây dựng sản phẩm và thiết kế bài báo cáo.	Kĩ năng tổ chức nhóm Kĩ năng lập kế hoạch hợp tác
	Báo cáo sản phẩm	Kĩ năng diễn đạt Kĩ năng lắng nghe và phản hồi
	Đánh giá sản phẩm	Kĩ năng đánh giá và tự đánh giá

2.4.1.2. Một số tiêu chí đánh giá năng hợp tác học trong DHTDA

Bảng 2.8. Bảng một số tiêu chí đánh giá năng lực hợp tác và mức độ biểu hiện

Kĩ năng	Các mức độ biểu hiện		
	Mức 1	Mức 2	Mức 3
Kĩ năng tổ chức nhóm	Chưa dự kiến được công việc cần làm, chưa rõ vai trò cá nhân trong nhóm, chưa xác định được cách thức hợp tác để thực hiện nhiệm vụ	Đã xác định được nhiệm vụ cần làm, xác định được vai trò cá nhân trong nhóm nhưng cách thức hợp tác trong nhóm chưa cụ thể	Xác định cụ thể nhiệm vụ và kết quả thực hiện, xác định rõ vai trò cá nhân trong nhóm, xây dựng được cách thức hợp tác hiệu quả với các thành viên khác
Kĩ năng lập kế hoạch hợp tác	Lúng túng trong dự kiến thực hiện công việc theo trình tự thời gian, phân chia hoặc nhận nhiệm vụ không phù hợp với khả năng	Dự kiến được công việc theo thời gian nhưng chưa hợp lí, phân công hoặc nhận nhiệm vụ còn có điểm chưa phù hợp	Xác định cụ thể và hợp lí trình tự công việc theo thời gian, phân chia và nhận nhiệm vụ phù hợp với năng lực của các thành viên trong nhóm
Kĩ năng	Chưa có tinh thần xây	Có ý thức xây dựng	Có ý thức xây dựng, nhiệt

tạo môi trường hợp tác	dựng, hỗ trợ, động viên thành viên khác, chưa giải quyết được mâu thuẫn phát sinh trong quá trình thực hiện DAHT	tuy nhiên chưa động viên được các thành viên khác, đã giải quyết được các mâu thuẫn trong quá trình thực hiện	tình hỗ trợ, động viên các thành viên khác, không để mâu thuẫn phát sinh trong quá trình thực hiện DAHT
Kĩ năng diễn đạt	Diễn đạt dài dòng, các thành viên trong nhóm không nắm được nội dung trình bày, không có giải thích hoặc bảo vệ được quan điểm đưa ra	Trình bày rõ ràng, các thành viên nắm được nội dung trình bày, nhưng còn có chỗ chưa thuyết phục được người nghe	Diễn đạt rõ ràng, thuyết phục các thành viên, những nội dung trình bày, các luận điểm đưa ra có giải thích, có cơ sở
Kĩ năng lắng nghe và phản hồi	Không tập trung lắng nghe ý kiến các thành viên khác, không có sự phản hồi, không có tinh thần xây dựng	Lắng nghe ý kiến các thành viên khác với tinh thần xây dựng nhưng chưa có góp ý, phản hồi hiệu quả	Tập trung lắng nghe, ghi chép ý kiến của thành viên khác. Đặt câu hỏi, góp ý, nhận xét với tinh thần xây dựng, mang lại hiệu quả
Kĩ năng đánh giá và tự đánh giá	Đánh giá chưa chính xác, không rút ra được kinh nghiệm cho bản thân	Đánh giá chính xác bản thân và các thành viên khác. Rút ra kinh nghiệm cho bản thân	Đánh giá chính xác, khách quan, công bằng. Rút kinh nghiệm cho bản thân và có thể cho các thành viên khác

2.4.2. Sự hỗ trợ của dạy học theo dự án đối với sự phát triển năng lực tự học của học sinh

2.4.2.1. Biểu hiện của một số kĩ năng tự học trong quá trình thực hiện DAHT

Bảng 2.9. Bảng các kĩ năng của năng lực tự học thể hiện qua hoạt động của HS

Quy trình thực hiện DAHT	Những hoạt động của HS	Các kĩ năng của năng lực tự học
Chọn chủ đề và xác định mục tiêu của DAHT	Phân chia được các nhóm thực hiện dự án	Kĩ năng giao tiếp, kĩ năng lập kế hoạch
	Xác định rõ mục tiêu của dự án	Xác định rõ nhiệm vụ học tập một cách tự giác, có mục tiêu học tập cụ thể
	Xác định sản phẩm sau DAHT	
Thực hiện dự án	Xây dựng kế hoạch thực hiện DAHT: Phân chia nhiệm vụ cho các thành viên trong nhóm, xác định nội dung học tập cần đạt được, ấn định thời gian thảo luận và hoàn thành nhiệm vụ	-Kĩ năng lập kế hoạch -HS tự giác nhận nhiệm vụ
	Nghiên cứu câu hỏi định hướng, tìm tài liệu tham khảo, thu thập và xử lí thông tin	Kĩ năng giải quyết vấn đề, kĩ năng thực hành.
	Biết vận dụng kiến thức để giải quyết vấn đề, đưa ra được các ý tưởng mới, PP mới trong thực hiện dự án	-Kĩ năng giải quyết vấn đề - Khả năng sáng tạo
	Hỗ trợ thành viên trong nhóm hoặc nhờ trợ giúp	Kĩ năng giao tiếp xã hội

	Biết lắng nghe hoặc góp ý với các thành viên khác khi thảo luận nhóm	Kĩ năng tự điều chỉnh trong học tập
	Thực hiện nhiệm vụ theo đúng tiến độ đề ra	Kĩ năng lập kế hoạch
Tổng hợp và đánh giá dự án	-Tạo ra được sản phẩm và thiết kế bài báo cáo. Xây dựng các tình huống vấn đáp trong thuyết trình - Trình bày kết quả sản phẩm	-Khả năng sáng tạo -Kĩ năng lập kế hoạch
	Báo cáo sản phẩm	-Kĩ năng thực hành -Kĩ năng giao tiếp với GV và HS
	Đánh giá sản phẩm: đánh giá dự án một cách chính xác, khách quan Tiếp thu nhận xét đánh giá của GV và các nhóm khác	-Kĩ năng đánh giá và tự đánh giá -Kĩ năng tự điều chỉnh, tạo cơ sở đề ra mục đích học tập tiếp theo

2.4.2.2. Một số tiêu chí đánh giá năng lực tự học trong DHTDA

Bảng 2.10. Bảng một số tiêu chí đánh giá năng lực tự học và mức độ biểu hiện

Kĩ năng	Các mức độ biểu hiện		
	Mức 1	Mức 2	Mức 3
Kĩ năng lập kế hoạch	Chưa xác định được mục tiêu, nhiệm vụ, sản phẩm đạt được	Đã xác định được nhưng chưa đầy đủ các mục tiêu, nhiệm vụ, sản phẩm đạt được	Xác định được đầy đủ mục tiêu, nhiệm vụ và sản phẩm đạt được
	Chưa có kế hoạch và có nguồn thu thập thông tin, phương tiện hỗ trợ	Lên được kế hoạch các kênh thu thập thông tin nhưng còn chưa cụ thể	Lên kế hoạch đầy đủ các kênh thu thập thông tin, phương tiện hỗ trợ
	Chưa có kế hoạch, thời gian thực hiện và hoàn thành nhiệm vụ	Xây dựng được kế hoạch hoàn thành nhiệm vụ nhưng thời gian còn chưa hợp lí	Xây dựng kế hoạch hoàn thành nhiệm vụ cụ thể, hợp lí theo trình tự thời gian
Kĩ năng giải quyết vấn đề	Chưa tự phát hiện được vấn đề trong dự án hoặc phát hiện ra nhưng không có khả năng giải quyết	Phát hiện được vấn đề cần nghiên cứu và có phương án, khả năng giải quyết với sự trợ giúp của nhóm	Tự phát hiện ra vấn đề, có phương án và khả năng giải quyết hiệu quả
	Chưa huy động các kiến thức đã được học hoặc phải nhờ thành viên trong nhóm hỗ để thực hiện nhiệm vụ	Huy động được các kiến thức đã biết để giải quyết vấn đề đặt ra	Huy động và vận dụng sáng tạo các kiến thức đã biết để giải quyết vấn đề đặt ra
	Trình bày vấn đề còn chưa rõ ràng, cụ thể khi thảo luận nhóm	Đã trình bày cụ thể vấn đề khi thảo luận nhóm, tuy nhiên còn đôi chỗ dài dòng hoặc chưa chặt chẽ	Trình bày vấn đề một cách rõ ràng, cụ thể và chặt chẽ khi thảo luận nhóm
	Chưa đưa được ý tưởng hoặc PP khi thực hiện dự án	Có ý tưởng, PP khi thực hiện dự án	Đưa ra được ý tưởng, PP mới, sáng tạo, góp phần quan trọng vào chất lượngsản phẩm dự án
Kĩ năng thực hành	Chưa sử dụng thành thạo công nghệ thông tin	Sử dụng thành thạo công nghệ thông tin	Sử dụng công nghệ thông tin thành thạo, biết vận dụng để thực hiện các công việc trong dự án
	Chưa đảm nhiệm được nhiệm vụ viết bài báo cáo, không có khả năng thuyết trình	Viết được bài báo cáo nhưng chưa thật tự tin vào nhiệm vụ thuyết trình	Có thể tổng hợp, viết báo cáo tốt, tự tin, nói rõ ràng và nắm chắc vấn đề thuyết trình, trả lời pháp vấn tốt

Kĩ năng tự điều chỉnh trong học tập	Chưa tiếp thu tốt nhận xét của GV, góp ý của các thành viên khác, chưa có sự điều chỉnh hoạt động học tập phù hợp	Tiếp thu tốt nhận xét, đánh giá của GV, của các thành viên trong nhóm dự án và có sự điều chỉnh hoạt động	Tích cực lắng nghe, ghi chép, góp ý hiệu quả cho các thành viên khác. Tích cực, chủ động tiếp thu nhận xét, đánh giá của GV, các thành viên khác để điều chỉnh hoạt động, tạo cơ sở cho nhiệm vụ học tập tiếp theo
Kĩ năng đánh giá và tự đánh giá	Đánh giá không chính xác kết quả thực hiện của bản thân, của các thành viên khác. Không rút được bài học, kinh nghiệm cho bản thân	Đánh giá tương đối chính xác kết quả thực hiện của bản thân và của các thành viên khác. Rút ra được bài học, kinh nghiệm cho bản thân	Đánh giá khách quan, chính xác kết quả thực hiện của bản thân và các thành viên khác. Rút ra được bài học và có hướng tìm hiểu, nghiên cứu

2.5. Thiết kế công cụ đánh giá quá trình thực hiện dự án của nhóm

2.5.1. Thiết kế bộ công cụ đánh giá

- Đánh giá về xây dựng mục tiêu của dự án
- Đánh giá về việc lập kế hoạch thực hiện dự án của nhóm
- Đánh giá việc thực hiện kế hoạch (trong đó có đánh giá về mức độ phân công và nắm vững nhiệm vụ; đánh giá về sự tích cực tham gia của các thành viên; mức độ cung cấp giải pháp cho các vấn đề;...)
- Đánh giá sổ theo dõi dự án
- Đánh giá phẩm của DAHT (bao gồm kiến thức TRR sử dụng, mức độ vận dụng thực tiễn, ứng dụng công nghệ thông tin, thuyết trình báo cáo sản phẩm,...).

2.5.2. Thiết kế phương án đánh giá

Kết luận chương 2

Chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu cấu trúc, các nội dung của TRR trong chương trình chuyên Toán THPT để làm cơ sở cho những đề xuất trong chương này, cụ thể:

- Xây dựng được hệ thống tài liệu tham khảo và yêu cầu về xây dựng, sử dụng phục vụ cho việc học tập, nghiên cứu, thực hiện dự án của HS. Đây là nguồn tư liệu dạy học bổ ích cho GV dạy trong các chủ đề của TRR.
- Đề xuất một số chủ đề của TRR và dự án học tập các chủ đề đó.
- Đề xuất quy trình thiết kế DAHT và thiết kế 5 DAHT chủ đề TRR theo quy trình đã đề xuất
- Tổ chức thực hiện 5 dự án đã thiết kế theo quy trình tổ chức DHTDA. Trong quá trình thực hiện DAHT, vai trò tích cực, chủ động của người học được coi trọng. GV tạo điều kiện thuận lợi cho HS thực hiện, lường trước được khó khăn của HS và hỗ trợ khi cần thiết.
- Thiết kế bộ công cụ đánh giá quá trình và kết quả thực hiện DAHT của HS.
- Xây dựng các tiêu chí đánh giá mức độ biểu hiện của năng lực hợp tác và năng lực tự học trong quá trình thực hiện dự án của HS.

Thông qua quy trình tổ chức cho thấy sự hỗ trợ tích cực của DHTDA đối với việc rèn luyện các kĩ năng và nâng cao năng lực hợp tác, năng lực tự học của HS. Những nghiên cứu về tổ chức DHTDA ở trên có thể áp dụng vào dạy học nhiều chủ đề khác nhau của TRR, nâng cao hiệu quả và góp phần đổi mới PPDH môn Toán ở trường THPT chuyên. Với các đề xuất về quy trình tổ chức DHTDA chủ đề TRR, chúng tôi tiến hành TNSP và trình bày ở chương sau.

Chương 3. THỰC NGHIỆM SƯ PHẠM

3.1. Mục đích, nhiệm vụ và đối tượng của thực nghiệm sư phạm

3.1.1. Mục đích của thực nghiệm sư phạm

TNSP được tiến hành nhằm tổ chức thực hiện các dự án đã thiết kế để điều chỉnh quy trình thiết kế DAHT, quy trình tổ chức DHTDA, kiểm định các biểu hiện của năng lực hợp tác và năng lực tự học của HS trong quá trình thực hiện dự án. TNSP khẳng định tính khả thi của các DAHT đã thiết kế, đồng thời đánh giá tác động của DHTDA đối với năng lực hợp tác, năng lực tự học và kết quả học tập của HS.

3.1.2. Nhiệm vụ của thực nghiệm sư phạm

3.1.3. Đối tượng và dự án thực nghiệm sư phạm *) TNSP được tiến hành vào hai đợt:

Đợt 1: Từ tháng 2/2017 đến tháng 4/2017; Đợt 2: Từ tháng 8/2017 đến tháng 9/2017

*) GV tham gia TNSP thuộc trường THPT chuyên Bắc Giang, chuyên Nguyễn Huệ, chuyên Thái Nguyên, có nhiều năm kinh nghiệm giảng dạy trực tiếp tại các lớp chuyên Toán và tham gia bồi dưỡng HSG Quốc gia.

3.2. Quy trình thực nghiệm sư phạm và phương án đánh giá kết quả

3.2.1. Quy trình TNSP

3.2.2. Phương pháp đánh giá kết quả thực nghiệm sư phạm

3.2.2.1. Nội dung đánh giá

3.2.2.2. Phương pháp đánh giá thực nghiệm sư phạm

3.3. Phân tích kết quả thực nghiệm sư phạm

3.3.1. Phân tích định tính

3.3.1.1. Biểu hiện năng lực hợp tác của HS trong quá trình thực hiện các DAHT

a) Kĩ năng tổ chức nhóm hợp tác

b) Kĩ năng lập kế hoạch hợp tác

c) Kĩ năng tạo môi trường hợp tác, kĩ năng diễn đạt, kĩ năng lắng nghe và phản hồi

d)Kĩ năng đánh giá và tự đánh giá

3.3.1.2. Biểu hiện năng lực tự học của HS trong quá trình thực hiện các DAHT

a) Kĩ năng lập kế hoạch

b) Kĩ năng giải quyết vấn đề và khả năng sáng tạo của HS

c) Kĩ năng thực hành

d)Kĩ năng điều chỉnh trong học tập, kĩ năng đánh giá và tự đánh giá

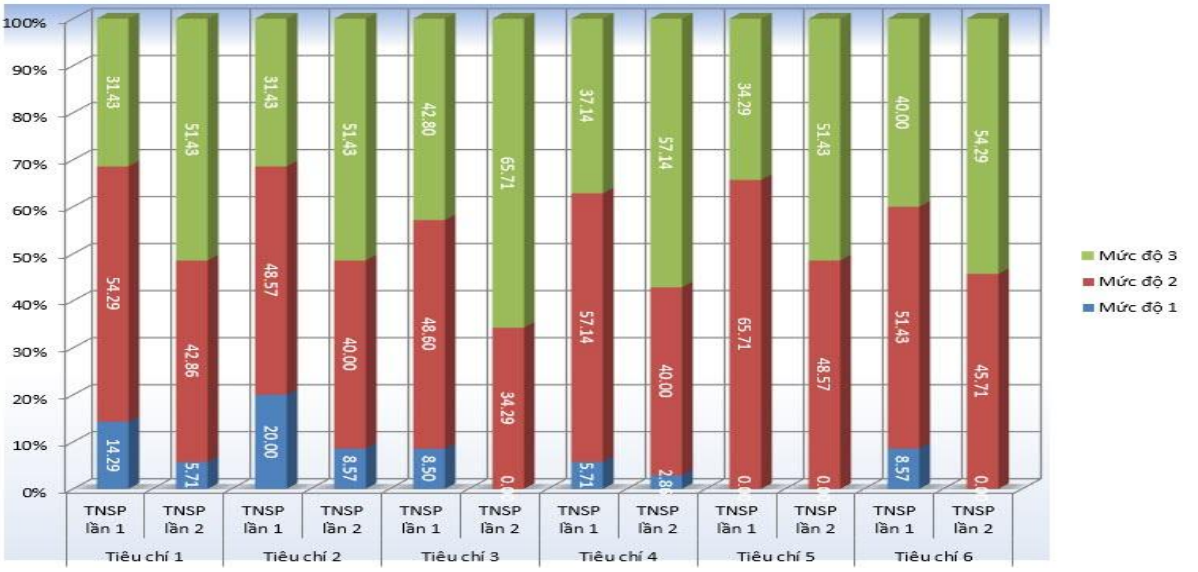
3.3.2. Kết quả định lượng

3.3.2.1. Đánh giá thông qua các mức trong bảng tiêu chí đánh giá năng lực hợp tác, năng lực tự học của HS

a) Đánh giá năng lực hợp tác

Bảng 3.1. Kết quả đánh giá định lượng các tiêu chí về năng lực hợp tác của lớp Toán K26-CBG trong DHTDA một số chủ đề TRR

Tiêu chí	Mức độ	Kết quả đạt được			
		TNSP lần 1		TNSP lần 2	
		Số HS	%	Số HS	%
1. Dự kiến công việc, xác định vai trò cá nhân và cách thức hợp tác trong nhóm *(kĩ năng tổ chức nhóm)*	**1**	5	14,3	2	5,8
	2	19	54,3	15	42,8
	3	11	31,4	18	51,4
2. Biết xác định công việc cụ thể theo trình tự thời gian; phân chia, nhận nhiệm vụ phù hợp *(kĩ năng lập kế hoạch hợp tác)*	**1**	7	20	3	8,6
	2	17	48,6	14	40
	3	11	31,4	18	51,4
3. Tinh thần xây dựng và giải quyết mâu thuẫn trong nhóm *(kĩ năng tạo môi trường hợp tác)*	**1**	3	8,6	0	0
	2	17	48,6	12	34,3
	3	15	42,8	23	65,7
4. Khả năng trình bày ý kiến cá nhân trong nhóm *(kĩ năng diễn đạt)*	**1**	2	5,8	1	2,9
	2	20	57,1	14	40
	3	13	37,1	20	57,1
5. Biết lắng nghe và phản hồi trong khi thảo luận nhóm *(kĩ năng lắng nghe và phản hồi)*	**1**	0	0	0	0
	2	23	65,7	17	48,6
	3	12	34,3	18	51,4
6. Biết tự đánh giá kết quả của bản thân và đánh giá các thành viên trong nhóm, nhóm khác *(kĩ năng đánh giá và tự đánh giá)*	**1**	3	8,6	0	0
	2	18	51,4	16	45,7
	3	14	40	19	54,3

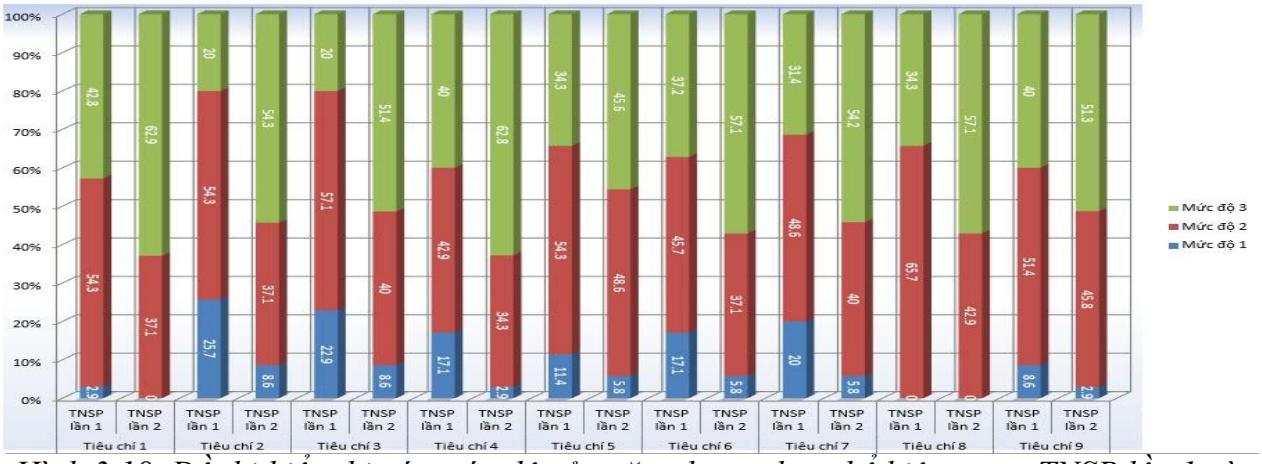


Hình 3.16. Đồ thị biểu thị các mức độ của năng lực hợp tác thể hiện trong TNSP lần 1 và TNSP lần 2 của Toán K26-CBG

b) Đánh giá năng lực tự học

Bảng 3.3. Kết quả đánh giá định lượng các tiêu chí về năng lực tự học của lớp Toán K26-CBG trong DHTDA một số chủ đề TRR

Tiêu chí	Mức độ	Kết quả đạt được			
		TNSP lần 1		TNSP lần 2	
		Só HS	%	Số HS	%
1. Xác định mục tiêu, nhiệm vụ và sản phẩm đạt được *(kĩ năng lập kế hoạch)*	**1**	1	2,9	0	0
	2	19	54,3	13	37,1
	3	15	42,8	22	62,9
2. Lên kế hoạch đầy đủ các kênh thu thập thông tin, phương tiện hỗ trợ *(kĩ năng lập kế hoạch)*	**1**	9	25,7	3	8,6
	2	19	54,3	13	37,1
	3	7	20	19	54,3
3. Xây dựng kế hoạch hoàn thành nhiệm vụ cụ thể theo thời gian *(kĩ năng lập kế hoạch)*	**1**	8	22,9	3	8,6
	2	20	57,1	14	40
	3	7	20	18	51,4
4. Biết phát hiện vấn đề, khả năng huy động và vận dụng kiến thức để giải quyết vấn đề đặt ra *(kĩ năng giải quyết vấn đề)*	**1**	6	17,1	1	2,9
	2	15	42,9	12	34,3
	3	14	40	22	62,8
5. Trình bày vấn đề khi thảo luận nhóm, khả năng đưa ý tưởng, PP mới *(kĩ năng giải quyết vấn đề)*	**1**	4	11,4	2	5,8
	2	19	54,3	17	48,6
	3	12	34,3	16	45,6
6. Sử dụng công nghệ thông tin thành thạo và hiệu quả *(kĩ năng thực hành)*	**1**	6	17,1	2	5,8
	2	16	45,7	13	37,1
	3	13	37,2	20	57,1
7. Biết viết báo cáo và thuyết trình *(kĩ năng thực hành)*	**1**	7	20	2	5,8
	2	17	48,6	14	40
	3	11	31,4	19	54,2
8. Biết lắng nghe, góp ý cho thành viên khác, đồng thời tiếp thu nhận xét, điều chỉnh hoạt động *(kĩ năng tự điều chỉnh trong học tập)*	**1**	0	0	0	0
	2	23	65,7	15	42,9
	3	12	34,3	20	57,1
9. Biết đánh giá và tự đánh giá, rút ra được bài học cho bản thân và thành viên khác *(kĩ năng đánh giá và tự đánh giá)*	**1**	3	8,6	1	2,9
	2	18	51,4	16	45,8
	3	14	40	18	51,3



Hình 3.18. Đồ thị biểu thị các mức độ của năng lực tự học thể hiện trong TNSP lần 1 và TNSP lần 2 của Toán K26-CBG

Phân tích kết quả định lượng: Từ kết quả và biểu đồ xử lí số liệu cho thấy:

- Sau đợt TNSP lần hai các tiêu chí đo năng lực hợp tác, năng lực tự học đều tăng theo chiều hướng tích cực: tăng tỷ lệ mức 3 và giảm được tỷ lệ mức 1. Theo dõi các chỉ số trong bảng, có thể rút ra nhận xét qua hai đợt TNSP, mức độ các tiêu chí đánh giá năng lực hợp tác, năng lực tự học của HS đã được nâng cao, thể hiện hiệu quả của DHTDA.

3.3.2.2. Đánh giá thông qua bộ công cụ đánh giá quá trình thực hiện dự án của nhóm

3.4. Trao đổi, rút ra nhận xét sau TNSP

Kết luận chương 3

TNSP đã được triển khai làm hai đợt tại bốn lớp chuyên Toán thuộc các trường THPT chuyên Bắc Giang, THPT chuyên Thái Nguyên và THPT chuyên Nguyễn Huệ. Sau quá trình TNSP có thể đánh giá:

- Quy trình thiết kế DAHT và các quy trình tổ chức DHTDA chủ đề TRR là phù hợp, hiệu quả đối với HS chuyên Toán và có tính khả thi.

- Thông qua quá trình thực hiện DAHT một số chủ đề TRR, HS được rèn luyện kĩ năng, nâng cao năng lực hợp tác. DHTDA giúp HS có tinh thần trách nhiệm với nhiệm vụ được giao, có tính tập thể, cộng đồng, có kĩ năng tạo môi trường hợp tác làm việc.

- DHTDA giúp HS rèn luyện kĩ năng, nâng cao năng lực tự học. Việc học tập thông qua dự án giúp HS chủ động, phát huy được tính sáng tạo, rèn luyện được kĩ năng lập kế hoạch trong học tập, kĩ năng giải quyết vấn đề và tiếp thu, tự điều chỉnh trong học tập.

Như vậy có thể thấy rằng DHTDA chủ đề TRR tạo điều kiện cho HS nâng cao năng lực hợp tác, năng lực tự học, HS sáng tạo trong học tập, từ đó đáp ứng các yêu cầu đổi mới về PPDH, mục tiêu giáo dục ở trường THPT chuyên.

KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

1. Những kết quả đạt được

Căn cứ vào mục tiêu và nhiệm vụ của đề tài, luận án đã đạt được những kết quả sau:

1. Tổng quan được cơ sở lí luận về DHTDA và lí giải được sự phù hợp của việc tổ chức DHTDA chủ đề TRR cho HS chuyên Toán trên cơ sở: phân tích rõ hơn về những nhiệm vụ, mục tiêu cũng như những định hướng đổi mới PPDH môn Toán tại trường THPT Chuyên; cơ sở khoa học về DHTDA; đặc điểm tâm sinh lí và đặc điểm nhận thức của HS chuyên Toán.

2. Đề xuất được quy trình thiết kế DAHT và quy trình tổ chức DHTDA phù hợp với khả năng của HS chuyên Toán. Ở quy trình thiết kế DAHT, chúng tôi quan tâm đến việc xác định mục tiêu của dự án cũng như bộ câu hỏi định hướng ở mỗi DAHT. Luận án vận dụng quy trình đã xây dựng để thiết kế và tổ chức 5 DAHT thuộc chủ đề TRR. Luận án cũng đã xây dựng một số nguồn tư liệu học tập nội dung TRR để hỗ trợ GV và HS trong việc thực hiện các DAHT chủ đề này.

3. Đề xuất được các tiêu chí đánh giá định tính và định lượng để đánh giá năng lực hợp tác, năng lực tự học của HS; phân tích một số biểu hiện và một số biện pháp nâng cao năng lực hợp tác, năng lực tự học trong quá trình thực hiện DAHT chủ đề TRR. Từ đó có thể khẳng định việc DHTDA chủ đề TRR cho HS THPT chuyên Toán

đã phát triển năng lực hợp tác và năng lực tự học cho HS, từ đó góp phần nâng cao chất lượng dạy và học chuyên Toán, đáp ứng yêu cầu đặt ra. Luận án cũng đã thiết kế bộ công cụ đánh giá bao gồm 5 bảng kiểm, đảm bảo đánh giá định tính và định lượng quá trình và kết quả học tập, là công cụ hỗ trợ và thúc đẩy hoạt động học tập tích cực, tự chủ, sáng tạo của HS.

4. Kết quả của TNSP cho phép khẳng định tính khả thi của các DAHT cũng như quy trình tổ chức DHTDA được đề xuất, đồng thời khẳng định hiệu quả của DHTDA trong việc rèn luyện, nâng cao năng lực hợp tác và năng lực tự học của HS.

Qua các kết quả đã đạt được, chúng tôi có thể kết luận việc tổ chức DHTDA một số chủ đề TRR cho HS chuyên Toán THPT là phù hợp vì DHTDA góp phần nâng cao hiệu quả dạy học Toán cho HS chuyên Toán, giúp cho HS khám phá được những tri thức từ cơ bản đến nâng cao của TRR và HS hiểu được ý nghĩa thực tiễn của những tri thức đó. DHTDA một số chủ đề TRR theo quy trình đã thiết kế sẽ nâng cao năng lực hợp tác và năng lực tự học của HS chuyên Toán, góp phần thực hiện được yêu cầu đổi mới PPDH môn Toán ở trường THPT Chuyên nói riêng và yêu cầu đổi mới giáo dục nói chung trong giai đoạn tới. Luận án có thể là một tài liệu tham khảo hữu ích cho các nhà nghiên cứu giáo dục toán học, các giáo viên dạy chuyên toán và những người quan tâm.

2. Khuyến nghị

Để việc vận dụng DHTDA cho HS chuyên Toán nói riêng, HS ở các trường nói chung đạt hiệu quả, chúng tôi xin khuyến nghị:

- Nhà trường cần khuyến khích và tạo điều kiện để HS thực hiện học tập theo dự án ở các môn học, hỗ trợ cơ sở vật chất trong điều kiện cho phép khi các em thực hiện DAHT.

- GV và HS cần được bồi dưỡng, nâng cao khả năng sử dụng công nghệ thông tin, kĩ năng làm việc nhóm để vận dụng trong quá trình thực hiện DAHT nói riêng, trong quá trình giảng dạy, học tập nói chung.

- Trong quá trình thiết kế, tổ chức, đánh giá sản phẩm của DAHT có thể cần sự tham gia của nhiều GV, Ban giám hiệu cần có kế hoạch để đảm bảo sự tham gia tốt nhất từ các GV trong trường.

Với các GV:

- DHTDA là một phương pháp dạy học hiệu quả giúp HS phát triển năng lực; cần thiết kế các DAHT vừa sức, gắn liền với việc ứng dụng kiến thức vào thực tiễn và khuyến khích sự tự học của HS.

- Chuẩn bị cơ sở vật chất và xây dựng môi trường để HS có thể hợp tác trong quá trình thực hiện các DAHT. Cần tạo điều kiện tốt nhất để HS tiếp thu, bày tỏ suy nghĩ trong quá trình tự học, tự nghiên cứu. Sẵn sàng hỗ trợ HS khi các em có nhu cầu hay gặp khó khăn.

- Có biện pháp đánh giá và đánh giá thường xuyên để luôn nắm được tình hình thực hiện dự án của các nhóm trong suốt quá trình học tập.

- Cần chủ động tìm hiểu, thiết kế thêm những DAHT hiệu quả cho HS, giúp các em có thêm điều kiện hợp tác không chỉ trong học tập mà cả trong cuộc sống.

CÁC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ
(LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI LUẬN ÁN)

1) **Trần Thị Hà Phương**, *Tổ chức dạy học dự án khái niệm khoảng cách và ứng dụng trong hình học Taxicab*, Tạp chí Khoa học Giáo dục (Viện KHGD Việt Nam), số đặc biệt tháng 4/2015.

2) **Trần Thị Hà Phương**, *Tổ chức dạy học dự án nhằm phát huy năng lực tự học và giải quyết vấn đề thông qua tương tự hóa giữa hình học Euclide và hình học Taxicab*, Tạp chí Khoa học Giáo dục (Viện KHGD Việt Nam), số đặc biệt tháng 1/2016.

3) **Trần Thị Hà Phương**, *Tổ chức dạy học, bồi dưỡng HS giỏi thông qua dự án học tập bài "Một số PP đếm nâng cao" (Đại số 11),* Tạp chí Giáo dục số 396 (Kì 2 -12/2016).

4) **Trần Thị Hà Phương**, *Tổ chức dạy học nội dung tổ hợp và LTĐT nhằm rèn luyện một số hoạt động trí tuệ cho HS ở trường THPT Chuyên,* Tạp chí Giáo dục số 403 (Kì 1 - 4/2017).

5) **Chu Cam Tho**, **Tran Thi Ha Phuong,** *Didactic Reform: Organising Learning Projects on Distance and Applications in Taxicab Geometry for Students Specialising in Mathematics*, VNU Journal of Science: Education of Research, Vol. 33, No.4 (2017) 45-53.

MINISTRY OF EDUCATION AND TRAINING
HANOI NATIONAL UNIVERSITY OF EDUCATION

TRAN THI HA PHUONG

PROJECT-BASED LEARNING IN DISCRETE MATHEMATICS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS WITH MATHEMATICS SPECIALIZATION

Major: **Theories and methods in teaching mathematics**
Code: **9.14.01.11**

SUMMARY OF DOCTORAL THESIS IN EDUCATIONAL SCIENCE

Hanoi, 2018

The thesis is completed at:

Mathematics Department – Hanoi National University of Education

Academic supervisors:

1. **Assoc. Prof. Chu Cam Tho, PhD.**
2. **Dr. Luu Ba Thang**

Reviewer 1: ……
…….

Reviewer 2 ……
……..

Reviewer 3: ……
……..

The thesis defense before the thesis review panel will be held at Hanoi National University of Education at …..…….. on..…...…….

The thesis is available at:

- Vietnam National Library
- Hanoi National University of Education Library

INTRODUCTION

1. Rationale

In Vietnam, the first high school classes specializing in mathematics began to be established in 1966 in some northern provinces following the policy of fostering and discovering talents for the future of the country. On June 24, 2010, the Prime Minister signed Decision No. 959/QĐ-TTg approving the Scheme for the development of a specialized high schools in the period of 2010-2020. The project has developed a number of tasks and solutions, including "*Developing guiding materials for the development of specialized curriculum, reform of teaching methods, testing and evaluation; online teaching and project-based learning*" [26]. Accordingly, one of the tasks for specialized high schools is to improve students' capacity for self-study, scientific research and creativity. During the learning process, apart from self-study capacity, learning skills play an important role, deciding the learning quality of each student. One of those skills is collaborative learning. In order to implement the reform to effectively achieve the scheme's goals, firstly, teachers of specialized subjects in general, including mathematics teachers in particular, must reform the form of teaching and learning and student evaluation.

In the second half of the twentieth century, many active teaching methods were implemented, including project-based learning (hereafter referred to as PBL). PBL is a pedagocial approach in which teaching content is designed as learning projects with learners participating in solving a learning task and producing meaningful products. Project are developed from creative and practical issues that put learners in active roles such as problem solving, decision making, and being investigators or report writers. PBL has features such as practical orientation, interest orientation, action orientation, and product orientation. It emphasizes learners' self-regulation but is linked to a collaborative working environment. Many features of PBL are in line with requirements of reforming teaching approaches. PBL is in line with specialized focus, the comprehensive development orientation, and the development of independent and creative thinking, and practical skills, thus enhancing action taking capacity for students with mathematics specialization at specialized high school.

Discrete mathematics is one of the mathematical topics that plays a role in developing mathematical thinking and problem solving skills, encouraging an exploratory approach in teaching. Given its characteristics, if PBL is appied in teaching discrete mathematics to students specializing in mathematics, it will enjoy many advantages as those students who are able to conducting self studying, actively engaged in activities thinking, problem solving skills and practical application capacity. Several authors have investigated PBL in Vietnam; yet, there have been hardly any studies on students with mathematics specialization in specialized high school, and no PBL studies on discrete mathematics. Therefore, whether it is possible to adopt PBL in teaching topics of discrete mathematics for students with mathematics specialization or not, and how to organize instruction for effective learning and comprehensive development of students, especially students with mathematics specialization remains open questions for scholarly investigations. Based on the above rationale, we conducted a research project entitled "*Project-based learning in discrete mathematics for students with mathematics specialization*".

2. Research aims

The thesis aims to investiage and apply PBL in some topics of discrete mathematics in order to create conditions for the enhancement of students's collaboration and self-study capacity, thus contributing to the pedagogical reform, improving the quality of mathematics teaching in specialized high schools.

3. Research object and scope

- The research object includes PBL in some topics of discrete mathematics for students with mathematics specialization at specialized high school.

- The research scope consists of discrete mathematics in the mathematics curriculum at specialized high school.

4. Hypothesis

If the application of PBL is in line with students' characteristics and specialized mathematics curriculum to design several topics of discrete mathematics into learning projetcs, it will enhance students's collaboration and self-study capability, thus contributing to the pedagogical reform, improving the quality of mathematics teaching in specialized high schools.

5. Research tasks

- Studying theories and literature on PBL;
- Conducting a survey of current situation of mathematics teaching and learning in some specialized high schools in order to analyse the current situation of teaching discrete mathematics, creating foundation for pedagocial reform in this content area;
- Developing reference texts on discrete mathematics;
- Proposing a process to design and organize PBL in discrete mathematics for students specializing in mathematics;
- Designing several learning projects in discrete mathematics in specialized mathematics curriculum at high school level and a toolkit for evaluation of student learning after completing learning projects;
- Designing criteria for evaluating collaboration and self-study capacity demonstrated by students during the process of learning project implementation; and
- Conducting experiments to verify the thesis's hypothesis, verify the feasibility and effectiveness of the designed teaching approach, revise and refine the teaching procedure.

6. Research methodology

- *Theoretical study:* Studying the scholarly works about regulations related to operation and objectives of specialized high schools as well as the orientation to teachers' pedagogical reform in mathematics at specialized high schools; analysing and synthesizing literature on PBL, discrete mathematics and other literature related to the thesis' topic.
- *Survey and observation:* Observing lessons and conducting a survey of the current situation of PBL in teaching mathematics at high school; collecting and analyzing data obtained from the survey and observation of how discrete mathematics is taught at specialized high school.
- *Experiments:* Organizing the implementation of learning projects in discrete mathematics in order to test the feasibility and effectiveness of the study.

7. Points for thesis defense

The application of PBL in discrete mathematics for students specializing in mathematics is appropriate and effective, enhancing students' collaboration and self-study capacity, thus contributing to reforming pedagogical approaches, improving the quality of mathematics teaching at specialized high schools.

8. Thesis's contributions

- Contributing to a better understanding of the practical basis of PBL in teaching high school students specializing in mathematics;
- Reflecting the current situation of teaching discrete mathematics at several specialized high schools and potentials to implement PBL in discrete mathematics;
- Proposing a process to design and organize PBL in discrete mathematics;

- Developing reference texts on discrete mathematics;
- Designing criteria for evaluating collaboration and self-study capacity demonstrated by students during the process of learning project implementation; and
- Designing and organizing five learning projects in discrete mathematics for students specializing in mathematics; designing a toolkit for evaluation of student learning after completing learning projects.

9. Thesis organization

Apart from Introduction, Conclusions, References and Appendices, the main contents of the thesis comprise three chapters, namely:

Chapter 1. Theoretical and practical foundations of project - based learning for students specializing in mathematics

Chapter 2. Designing and organizing project-based learning in discrete mathematics

Chapter 3. Experiments

Chapter 1. THEORETICAL AND PRACTICAL FOUNDATIONS OF PROJECT-BASED LEARNING FOR STUDENTS SPECIALIZING IN MATHEMATICS

1.1. Orientation for high school pedagogical reform

1.1.1. General orientation for high school pedagogical reform

1.1.2. Orientation for for pedagogical reform in mathematics at specialized high schools

1.1.2.1. Educational tasks and goals of specialized high schools

The tasks of specialized high schools are “to conduct studies and apply appropriately and effectively advanced management, teaching and evaluation approaches; effectively organize learning activities about life values, life skills and social skills for students; facilitate students’ research, technological creativity, application of knowledge to solve practical problems and use foreign languages in study and communication” [4]. The educational objectives set up for specialized high schools are “to discover students of intelligent nature who achieve excellent results in learning and to develop their talents in several subjects on the basis of ensuring comprehensive general education; to educate children to become patriotic, be able to overcome difficulties, have pride in and honor the nation; have the ability for self-study, scientific research and creativity; and have good health in order for them to be trained up and become talents, meeting the requirements of developing the country”.

1.1.2.2. Characteristics of mathematics teaching and learning at specialized high school

According to the Scheme for developing a specialized school system in the period of 2010-2020, specialized schools set up the requirement of all-rounded education for students. In addition to basic knowledge, many schools have focused on life skills education, creative and experiential activities and social activities to help students develop in moral, intellectual, physical, and aesthetic terms. In order to implement all-rounded education effectively, teachers of specialized mathematics need to change the educational objectives, teaching contents, pedagogical approaches and other teaching and organizational forms.

+ *Objectives of specialized mathematics education*: to create conditions for students to study and investigate in depth; to focus on improving the quality of all-rounded education, the capacity to use foreign languages and apply information technology to support mathematical learning; to develop independent and creative thinking, practical skills, improving the capacity to apply mathematical knowledge into practice.

+ *Curriculum contents*: Teachers of specialized classes need to take the initiative to

develop in-depth materials with orientation to develop a curriculum in accordance with students' capacity, actively search materials on organizing educational activities to foster mathematical talent.

+ *Teaching methods and forms*: Teachers specializing in mathematics need to change the way of they organize teaching and learning at specialized high school with the orientation of comprehensive development, not only equipping students with knowledge but also teaching students how to think, how to solve problems and apply mathematics in real life.

Through research, we find that PBL has characteristics that are relevant to pedagogical reform, which offers a strong support in changing teachers' ways of teaching. The objectives as well as regulations in taking the initiative in developing and organizing curriculum by specialized high schools create favorable conditions for teachers in organizing PBL, particularly the implementation of learning projects for students specializing in mathematics.

1.2. Theoretical and practical foundations of PBL

1.2.1. History of research and research trends on PBL

In the past several decades, there have been studies about PBL with different outcomes. They mainly focus on several topics as follows.

- Evaluating the effectiveness of PBL
- Studying characteristics of PBL and of learners affecting the effectiveness of PBL
- Studying challenges in implementing PBL
- Studying to enhance the effectiveness of PBL

1.2.2. Conceptualising PBL

1.2.2.1. Conceptualising learning projects

a) Project

A project is a plan, a draft or a proposal that needs to be implemented to achieve its intended purpose. A project always has one or several clear objectives; during the implementation of the project, the implementer always has to target the project objectives, and the final product will be evaluated for alignment with the objective. A project requires time, funding, and resources, etc.

b) Learning project

A learning project is a learning plan that includes the name of the learning project, a set of objectives that are clearly set to achieve the learning objectives in terms of knowledge content or a certain skill, and have time regulations with members implementing and creating products after project implementation.

c) Classification of learning projects: Classification is based on learner participation, curriculum content, by size and by task. The types of projects are not completely separate; thus, it is possible to classify learning projects accordingin to their own features in each specialized field.

1.2.2.2. Conceptualising PBL

There exists a number of views related to the classification of PBL:

+ In narrow terms, PBL is understood as a teaching approach [63];

+ In broader terms, PBL is a form of teaching since it combines various concrete teaching methods [5], [8];

+ In the broadest terms, PBL is understood as a perspective, a model or a teaching principal which is project oriented [36], [70].

In this study we view *PBL as an approach of teaching in which the learner performs a project (which is in line with students' capacity, closely following the current curriculum and having practical applications), combining both theory and practice, which*

results in the creation of products that can be introduced. This project is completed by the learner with high level of independence, from goal setting, planning to project implementing, testing, adjusting, and assessing the process and outcome. Group work is the basic form of PBL.

**) Table 1.2: Comparision between lecture-style teaching and PBL*

Lecture-style teaching	PBL
The problem (if any) arises from the curriculum, may not be attractive, more theoretical and less practical. Teacher plans the lesson aligned to the curriculum using a predefined template.	The problem raised is often close to real life. Each project poses one or more problems to solve in order to produce results and products.
The tasks are specifically identified in the lesson.	Identify the outcomes and outputs after implementing the learning project, but from the beginning, students do not fully identify specific tasks that need to be done.
The results students obtained after the lesson are not concrete and clear.	Clearly identify results, products after the lesson.
Target lesson content objective mainly in terms of knowledge.	Target the development of knowledge capacity, skills and other aspects.
The transfer and acquisition of knowledge often follows teachers' pre-planned curriculum	Oriented to the objectives of learning projects; many situations arise out of teacher' plan.
Teacher uses talk to deliver lesson contents.	Teacher plays the role of orienting and promoting the self-study process based on the demand for knowledge acquisition and the formation of skills for students.
Individual student is independent in learning, acquiring knowledge, and forming skills. The relationship between teacher and each student is usually one-way.	Teamwork with specific tasks but closely interdependent. The relationship between the teacher and students and among group members is multi-dimensional.
Often teacher takes the lead role, holds and transfers knowledge, provides direct knowledge for learners, manages students during lesson time and evaluates student learning.	- Teacher proposes the project, asks questions, and guides students to gain knowledge. Students' knowledge and skills are formed through self-directed learning and self-study under the project. - Teacher provides necessary materials, supervises learning, and shares information. - Teacher monitors and manages the learning. - Teacher evaluates the learning process of each group
Effectiveness is expressed through tests, assessments, and multiple-choice questions.	Effectiveness demonstrated in the quality of products, operations, skills formation and expressions of students during group work.

1.2.2.4. Scientific foundations of PBL

a) Philosophical foundation

b) Psychological foundation

c) Educational foundation

1.2.3. Characteristics of PBL

PBL has characteristics which includes practical orientation, orientation to learners' interest, action orientation, product orientation, collaborative work, complexity and learners' self-reliance.

1.2.4. PBL implementation process

In this thesis, we designed learning projects (LP) and divided the process of organizing project-based learning (PBL) into three phases with seven steps as in the following chart:

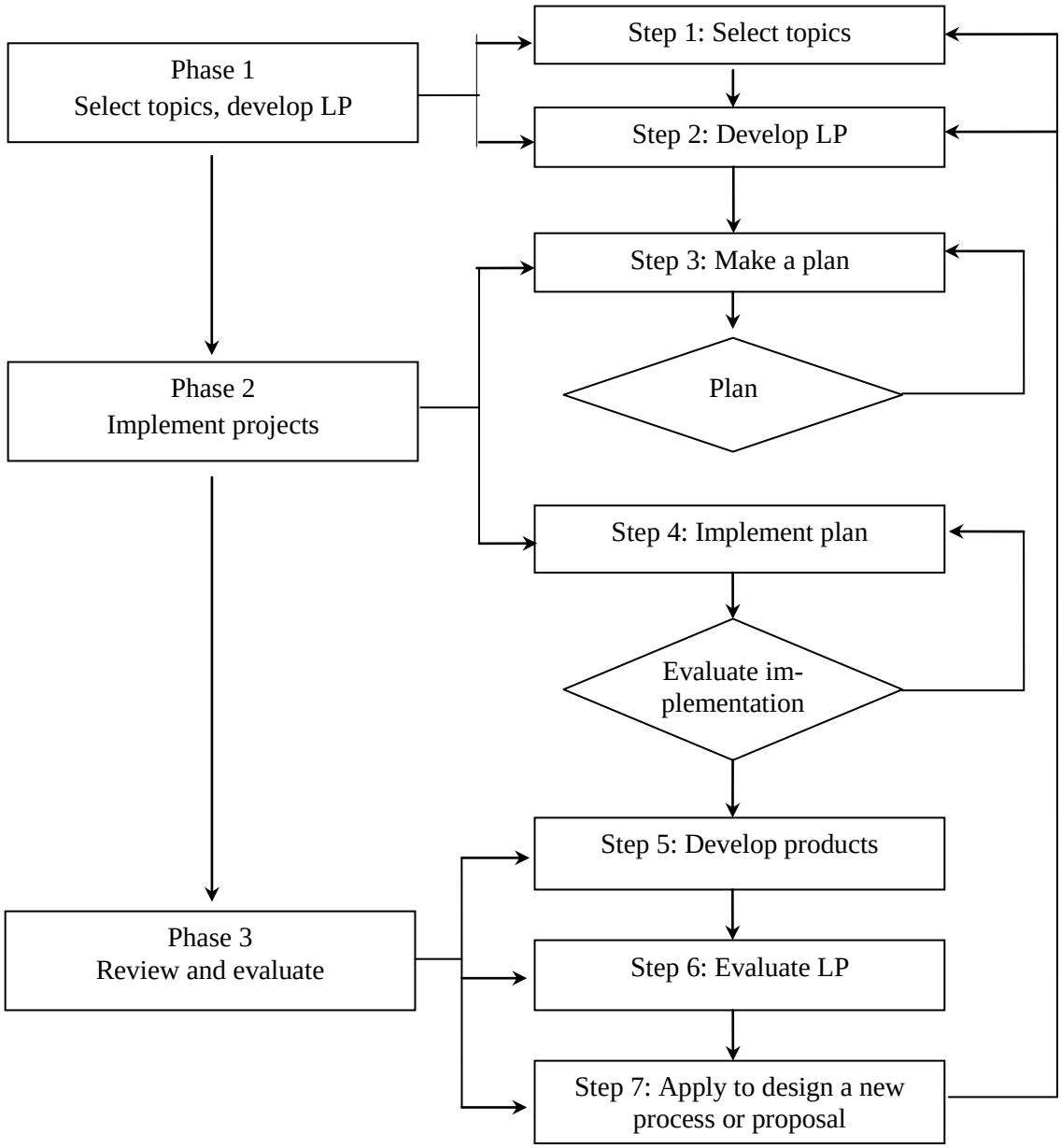


Figure 1.2. PBL implementation process

The application of the process of organizing PBL in several dicrete mathematics topics will be discussed in detail in the next chapter

1.2.5. Enhancing students' collaboration and self-study capacity in PBL

1.2.5.1. Definition of capacity

"Capacity is the mobilization of a combination of knowledge, skills and other personal attributes such as interest, faith, and will, etc. in order to perform a certain type of work in a given context," "capacity can be understood as personal attributes which are formed and developed by existing qualities and through the process of learning, and training, allowing people to successfully carry out a certain type of activity, achieving the desired outcomes in specific conditions..." [2]. In [5], [33] it has been shown that PBL can train and develop some of students' capacities. The main goal of PBL in discrete

mathematics is to form and develop in learners the capacities to collaborate, self-study, and apply mathematical knowledge in practical situations.

1.2.5.2. Collaboration capacity

a) Definition of collaboration capacity

b) Demonstration of collaboration capacity

c) Measures to enhance collaboration capacity in organizing PBL

- Teachers are aware of how collaboration capacity can be demosntrated and identify the toolkit to measure it.

- Teachers design suitable learning projects in discrete mathematics to develop students' collaboration capacity, creating conditions for students to be independent and at the same time collaborating closely with group members during the process of implementing project tasks, solving common learning tasks.

1.2.5.3. Self-study capacity

a) Definition of self-study capacity

b) Demonstration of self-study capacity

c) Measures to enhance self-study capacity in organizing PBL

- Teachers need to design learning projects in line with student capacity, attracting their attention to implement projects and students are empowered to decide learning activities from the beginning. Teachers need to create a friendly environment for students and provide timely support when necessary.

- Teachers encourage and create an environment for students to discuss in project implementing groups.

1.3. PBL in discrete mathematics at specialized high school

1.3.1. Roles and applications of discrete mathematics

1.3.1.1. History of formation and development of discrete mathematics

In this thesis we use the concept of discrete mathematics: "Discrete mathematics is a field of mathematics that studies discrete objects such as integers, graphs, logic statements, and so on. The scope of discrete mathematics is very broad, and can be divided into different areas. The main topics of discrete mathematics include computer science theory, information theory, set theory, graph theory, game theory, logic, and probability, etc..." [27].

. Discrete mathematics involves many other fields of mathematics such as algebra, probability theory, and geometry. The earliest works related to discrete mathematics, for example combinatorics, conducted by mathematicians such as Cardano, Pascal, Ferma and others, dating back to the 16th and 17th centuries, are based on the practice of game.

1.3.1.2. Role of discrete mathematics in real life

Discrete mathematics problems have an increasing role in practical applications, which is in line with the trend of modern mathematics.

1.3.1.3. Role of discrete mathematics in mathematics curriculum at specialized high school

- Since the contents of discrete mathematics often come from real life, students will see more clearly the application role of mathematics, while also improving students' capacity to apply mathematics into real life.

- Problems of discrete mathematics usually do not have a fixed pattern of solutions. Students need to think actively, creatively and have flexible thinking in finding the solutions to the problems and be not afraid of difficulties. As such, it contributes to the training workers' quality and ethics in the new era.

1.3.2. Goals in teaching discrete at specialized high schools

- Provide knowledge of discrete mathematics, foster and develop knowledge, and

equip students with knowledge to help them meet the knowledge requirements in a modern society in the future.

- Introduce to students a branch of mathematics with many applications in science and practice, contribute to the formation, consolidation and development of combinatorial thinking in particular and logic thinking in general for students.

- Help students become acquainted with modern mathematical reasoning methods, thereby developing the capacity to reason, practicing the flexibility of thinking, developing creative thinking, critical thinking, logical thinking and modeling capacity

- Add the content of mathematics closely related to real life to the curriculum for high school students specializing in mathematics, stimulate the interest and excitement of students, stimulate the passion for studying knowledge and practical applications of mathematics.

- Form a number of competencies for students: problem identifying and solving capacity, computing capacity, self studying capacity, self researching capacity, and creating capacity, etc.

1.3.3. Characteristics of students specializing in mathematics and Potentials for PBL in discrete mathematics

1.3.3.1. Characteristics of students specializing in mathematics

Capacities and signs in mathematically gifted students:

No	Capacities	Signs
1	Have a clear understanding of mathematical problems and be persistent in solving them	- Explain the meaning of the problems, analyze the information available to give directions and measures to solve the problems - Persistently seek solutions to complex tasks, select appropriate measures to develop and solve problems - Check the accuracy and reasonableness of the solutions -Understand and connect with the solutions offered by other members
2	Qualify and quantify mathematical objects	- Turn the given information into concepts or mathematical representations; structure the data in different ways - Qualify or quantify the subject matter and consider the meaning and relationship between the related quantities - Analyze a complex problem by dividing it into smaller ones
3	Argue and evaluate	- Understand approaches to the problems. Listen, understand, analyze and respond to the arguments of other members -Identify, explain and judge logically the problems that are correctly identified or missing ones in order to agree upon or reject something
4	Model mathematics	- Using various methods to model mathematics, linking concepts of mathematics and presenting, solving practical problems - Simplify a complex problem by adding additional assumptions or referrring to similar problems - Explain the results and be able to modify the mathematical model if necessary, and lead to an optimal mathematical model
5	Use mathematical tools	- Be confident in using mathematical formulas and concepts - Use mathematical tools and evaluate the advantages and disadvantages of using them - Identify and effectively use reference sources - Effectively use modern technological tools to support the problem-solving process
6	Set up a process in mathematics	- Be able to recognize similarities between some objects and conduct repeated experiments with a process in order to generalize and develop a principle or set up a mathematical formula - Evaluate the appropriateness of the results or processes established

1.3.3.2. The suitability of organzing PBL for mathematically gifted students

1.3.3.3. Potentials of PBL in discrete mathematics for students specializing in mathematics

- Many topics of discrete mathematics are linked to practical situations and have practical applications (counting problems, coloring problems, graph theory, and overlay problems, etc.). Therefore, they can be selected for designing learning projects. These problems usually produce results, prove the existence or establish a cycle; thus, students can present products in learning projects, ensuring the product orientation of the projects.

- Discrete mathematics often does not have certain models of solving problems but requires students' creativity, logical thinking, and stimulates excitement and intellectual learning, especially for students specializing in mathematics. This is very important when teachers organize students to construct knowledge through learning projects. Students are motivated, actively engaged and take initiative in activities, ensuring learners' high self-reliance and interest-orientation of PBL.

- Discrete mathematics is a difficult mathematical component, requiring students to invest time in research, and not only work independently but also need to exchange, discuss with class members or teachers and experienced others. If they can study through PBL, students will be able to work in groups and have the opportunity to interview teachers and people who know about discrete mathematics.

1.3.4. Current situation of teaching and learning discrete mathematics at several specialized high schools

1.3.4.1. Survey of discrete mathematics teaching situation in relation to the demand for pedagogical reform at specialized high school

1.3.4.2. Survey of the possibility to implement PBL in discrete mathematics

Table 1.4. Discrete mathematics topics which can be designed into learning projects

No	Topics in discrete mathematics	Teachers' opinion (%)
1	Probability and statistics	94%
2	Advanced counting techniques in combinatorics	87%
3	Basic mathematical principles	84%
4	Mathematical problems about graph theory and its applications	78%
5	Colouring mathematical problems	71%
6	Overlays and mesh points in the coordinate plane	32%

Table 1.5. Results of teacher opinion survey related to discrete mathematics

No	Opinion	Agree	Neutral	Disagree
1	Discrete mathematics is a "fertile ground" to organize project-based learning	81%	17%	2%
2	It is possible to add several discrete mathematical topics outside the usual curriculum in accordance with students' capacity in order to meet the goal of pedagogical reform at specialized high schools.	77%	19%	4%

Summary of chapter 1

PBL is a pedagogical approach with the basic characteristics of practical orientation, product orientation, teamwork but also requires high self-reliance of learners. As such, it can meet the mission and educational goals of specialized high schools. We analyzed several psychological and cognitive characteristics of students specializing in mathematics

to identify the advantages and disadvantages of PBL. The process of organizing PBL consists of three phases: selecting topics and developing learning projects; implementing projects; and reviewing and evaluating projects. We also conducted a survey of 127 mathematics teachers in 25 specialized high schools in the North of Vietnam on the topic of teaching discrete mathematics. The survey shows that discrete mathematics has many topics which can be designed into learning projects; PBL is in line with the goal of reforming pedagogical approaches at specialized schools; PBL is in line with topics of discrete mathematics and has been well received, supported and highly appreciated by many teachers at specialized schools who nevertheless have not had the opportunity to do so.

Chapter 2. DESIGNING AND ORGANIZING PBL IN DISCRETE MATHEMATICS

2.1. Content knowledge and development of reference texts in organizing PBL in discrete mathematics in high school specialized mathematics curriculum

2.1.1. Knowledge of discrete mathematics in high school specialized mathematics curriculum

a. Content areas of discrete mathematics in high school mathematics curriculum and textbooks

b. Content areas of discrete mathematics in specialized mathematics references and other references

The following content areas of discrete mathematics are taught in high school specialized mathematics curriculum:

- Propositions, sets, mapping, basic principles of mathematics
- Some elements of Algebraic combinatorics
- Some elements of combinatorial geometry
- Graph theory

2.1.2. Developing and using reference texts on discrete mathematics in PBL

2.1.2.1. The necessity of developing reference texts on discrete mathematics

2.1.2.2. Requirements about developing and using learning materials about discrete mathematics

Teachers should check the accuracy, scientificity and suitability of the materials before providing them to students. Teachers and students can add relevant materials found during the learning process.

2.1.2.3. Learning materials about discrete mathematics

a) Domestic references books on discrete mathematics

b) English references books on discrete mathematics

c) Domestic articles on discrete mathematics

d) Online resources

2.1.3. Topics in discrete mathematics that can be designed into learning projects

2.1.3.1. Features of topics in discrete mathematics that can be designed into learning projects

Learning projects in discrete mathematics must be linked to the contents to assure the achievement of subject content goals and high school specialized mathematics curriculum, in line with students' capacity and ablility to attract their attention, creating conditions for student collaboration and, at the same time, promote their self-study capacity. The contents of learning projects should have a rich source of materials and match with the facilities of the instituitions where PBL is conducted.

2.1.3.2. Prosposing several learning projects in discrete mathematics

Identifying topics of discrete mathematics that can be designed into learning projects is the first step in teachers' designing learning projects. Teachers can fill in the following tabble with information or seek colleagues' advice in order to identify topics of discrete mathematics that can be designed into learning projects.

Table 2.1. Teacher listing several topics in discrete mathematics to select contents for designing learning projects

Knowledge	Learning bjectives	Project idea Product
Propositions, sets, mapping	.....	.....
Basic mathematical principles	.....	.....
...	.....	.....

Project ideas and products of each knowledge content area in discrete mathematics depend on teachers who design learning projects and on the capacity of students who implement the projects. Below we suggest ideas of learning projects that can be explored from discrete mathematics curriculum for high school students specializing in mathematics.

2.2. Designing learning projects

2.2.1. Learning project designing process

2.2.1.1. Proposing a learning project designing process

It consists of four steps.

Step 1: Identifying topics, goals and projected products of learning projects; Step 2: Planning sources of references; Step 3: Developing a set of guiding questions and Step 4: Making a plan for student activity.

2.2.1.2. Process analysis

2.2.2. Designing learning projects in discrete mathematics

2.3. Organizing PBL in discrete mathematics

2.3.1. Analysing PBL organzing process in discrete mathematics

2.3.1.1. Identifying topics and goals of learning projects

- Selecting the project topic: Teacher needs to identify the content of knowledge that can be designed into learning projects linked to real life. Teacher can directly ask questions to students who then discuss and teacher will decide the topic most students are interested in.

- Dividing the class into groups:

- Students clearly define the objectives of the project: Groups discuss and give ideas related to the project objectives. Students need to clearly define the objectives of the project so as to have a sense of direction during the project implementation, with work division to accomplish tasks in order to meet the objectives.

-Teacher develops a set of guiding questions, designs supporting materials, and has a brief with students before the project implementation about web pages, reference sources, forms of assigning tasks in groups, evaluation criteria, and evaluation forms in teacher's evaluation toolkit ...

- Identifying products after completion of learning projects: The groups need to have an image of the product after the project completion and have the product evaluation criteria that the teacher introduces.

2.3.1.2. Project implementation

- *Developing the implementation plan*: students develop the outline and the plan including the work to be done, expected timeline, implementation methods, and assign specific work to the members and the budget for implementation. The result of developing the implementation plan is the detailed task and product assignment schedule and completion time of each member.

- *Implementing the project*: students collect, process and synthesize information. The results of this phase are the project products and more importantly the knowledge and skills formed in each individual in the process of project implementation.

2.3.1.3. Project review and evaluation

- *Developing products:* preparing products after project completion, assign reporters,

prepare Powerpoint presentation slides, posters, models, video clips or drama, prepare alternatives for answering questions from teachers and other groups in the product reporting session.

- *Reporting and presenting products.*

- *Evaluating learning projects:* Evaluation in PBL must be conducted at various time points, combining evaluation by teacher who organizes the projects, teacher-observers who attend the producting reporting session and by students through the use of checklist for both evaluation by teacher and students and students evaluation sheet.

2.3.2. Organizing PBL in discrete mathematics

2.3.2.1. Project "Proposing practical situations for the application of advanced counting techniques"

2.3.2.2. Project "Survey of academic achievments of students studying at Bac Giang Specialized High School"

2.3.2.3. Project "Using tables in discrete mathematical questions"

2.3.2.4. Project "Proposing applications of graph theory in real life"

2.3.2.5. Project "Exploring Taxicab distance"

Learning project organizing process

a) Phase 1: Designing learning projects

Step 1: Equipping students with necessary knowledge used in the project

Students need to recall and be provided with systematic knowledge of analytical geometry in plane coordinates (point coordinates, distance formulas, angles, linear equations, circles, Conic lines, etc.). The required time is 3 periods in class.

Step 2: Forming the concept of Taxicab distance

For students to form the concept of Taxicab distance, teacher can start from a practical case: the planning of a city is divided into parallel axes, equally spaced north-south, east-west, and can be treated as an (Oxy) plane. A patient at position X (1; 4) needs to be taken to the emergency unit and there are two hospitals in the city located at A (2; 1) and B (-1; -1). Which hospital does the ambulance need to take the patient to with the shortest distance? Apparently, ambulances must also travel on routes rather than straight lines from X to A (or B). Hence the Euclidean distance is not feasible in real world situations. Based on this, teacher directs students to develop a more appropriate distance formula in practical cases.

Teacher asks the next question to students: If we move on urban roads, we need to move along the horizontal and vertical axes, or more complexly we need to travel on one-way streets, then is the shortest route to a location a straight line connecting those two points as determined in the Euclidean geometry? In reality do we usually move in a straight line connecting two locations? Is the shortest distance then determined by the Euclidean distance formula?

Students can answer the questions posed by teacher and realize that many practical problems will not be solved thoroughly by using only the knowledge of Euclidean geometry. Teacher guides students to find out the actual distance traveled and explore distance in Taxicab geometry.

Teacher designs learning projects and organize activities for students to form the concept of distance in Taxicab geometry, activities of finding similaralities with Euclidean geometry to build the properties and applications of Taxicab geometry.

Step 3: Teacher dividing the class into groups

Step 4: Developing a set of guiding questions

- *General question:* Study distance in Taxicab geometry and some practical applications of Taxicab geometry.

- *Lesson question*: Concepts of distance and some basic lines in Taxicab geometry.

- *Content questions*:

+ Use your geometric knowledge to determine the shortest path between the two locations in reality. Is the distance determined as the distance you use in plane geometry? How do you determine that distance? Develop practical situations and show how Taxicab distance is applied in those situations.

+ Compare familiar characteristics of Taxicab geometry and Euclidean geometry, and develop similar concepts of three conic lines in Taxicab geometry.

Step 5: Designing supporting materials

- References: *On the iso-taxicab trigonometry*, Applied Sciences.8: 101-111, *Taxicab Geometry, An adventure in non-Euclidean Geometry*.

- Websites: dethi.violet, diendantoanhoc.net, math.vn, mathscope, mathlink, art of problem solving,...

- Project monitoring book.

b)Phase 2: Project implementation:

The goal in this phase is through the activities following guiding research question, in the most natural way, students can construct the concept of distance in Taxicab geometry and practical applications of that concept.

Table 2.16. Task assignment sheet for the project "Exploring Taxicab distance"

Task	**Content**		**Implementation time**	**Implementer**	**Result**
Task 1	Study the set of guiding questions				
1.1	Study questions about the application of Taxicab geometry in real life		3 days	Member 1+2+3	
1.2	Study questions about similarities between Euclidean geometry and Taxicab geometry in forming the concept of the three Conic lines		3 days	Member 4+5+6	
1.3	Use maps, Google maps to carry out tasks as requested by teacher; construct the formula to calculate distance in Taxicab geometry		3 days	Whole group	
Task 2	Prepare in advance reference materials (make copies, download from websites, get access to websites)		3 days	Whole group	
Task 3	Project group "*Applications of Taxicab geometry in real life*"	Develope practical applications of the subject; search images for illustration	5 days	Member 1+2+3	
	Project group "*Finding similarities between Euclidean and Taxicab geometry in forming the concept of three*	Review three Conic lines in Euclidean geometry.		Member 4+5+6	
		Develop similar concepts in Taxicab geometry			

	Conic lines."	Use software to illustrate locus in Taxicab geometry			
Task 4	Design reporting products (print the whole project, prepare Powerpoint slides, and Prezi, etc.)		5 days	Member 1+4	
4.1	Prepare presentations and assigning reporters			Group leader	
4.2	Anticipate questions that may be asked during the report			Whole group	
Task 5	….		….	…..	

Process of implementing the project "Exploring Taxicab distance"

No	Activity content	Teacher's activity	Students' activity	Facility
1	Identifying project names and assigning projects to each group	Request students to study and develop practical applications of taxicab geometry "*Applications of Taxicab geometry in real life*"	Each group chooses a group leaer and a secretary. Within groups, more detailed tasks can be assigned to each member to caary out.	Computers with internet connection, Google maps, references about Taxicab geometry
		Request students to recall the definition of the three Conic lines based on distance ratio, give hints to students once they find out Taxicab distance	Assigned groups need to review knolwedge about the three Conic lines in Euclidean geometry. Give definitions of Conic lines. In nature, they are all based on distance ratio.	
		Teacher proposes to research "*Similarities between Euclidean and Taxicab geometry in forming the concept of three Conic lines*"	Students work in groups. Similar to Euclidean geometry; however, the concepts of the three Conic lines are all based on distance ratio in Taxicab geometry.	
2	Activity with a set of guiding questions	Teacher design a set of guilding questions for groups.	Students study the set of guilding questions. Groups divide labour to address concrete tasks.	
3	Identifyin g projects to be developed.	What are your products to be reported?	-Study "*Applications of Taxicab geometry in real life*" +Product 1: Find out the formula to calculate the distance and the groups' understanding about properties of Taxicab geometry. + Product 2: Study, develop and give visual evidence of practical applications of Taxicab geometry - "*Finding similarities between*	

No	Activity content	Teacher's activity	Students' activity	Facility
			Euclidean and Taxicab geometry in forming the concept of three Conic lines" + Product 1: Construct similar definitions about the three Conic lines in Taxicab geometry. Draw illustrations of the lines using Sketchpad. + Product 2: Develop presentation slides and presentation in front of the class	
4	Making project implement ation plans	-Request students to make plans to implement tasks. Identify time for group discussion, and completion time -Inform when teacher will work with each group to check their progress and guide the project implementation	Student scan use mind maps to make plans and detailed learning tasks, assign tasks to each member, identify venue and time for discussion, identify materials tob e studied and necessary facilities to implement tasks, etc.	
5	Developin g products	Group develop their project products. Teacher may check their implementation progress	Concentrate on developing products. Groups regularly discuss, check, and evaluate progress and product quality of each member and the whole group. Select practical applications to bring into the products	

c) Phase 3: Review and evaluation

No	Activity content	Teacher's activity	Students' activity	Facility
1	Preparing for reporting and presenting products	Prepare students to have reporting skills, overview their materials and report supporting tools	Type documents (in word or Latex forms), prepare Powerpoint slides, prepare the report - Assign members to ask questions and think about how to answer possible questions from teacher and other groups	
2	Organizing a product reporting session.	Make a plan in terms of time and venue for the reporting session, presentation order and time limit for presenting each group's products	Prepare in line with the completion time set by teacher	

		Invite other teachers to attend the reporting session		
		Moderate reporting time appropriately		
		Organize Q&A among teacher, students and other groups	Seriously attend and listen to each presentaion. Ask discussion questions to other groups	
3	Evaluating products	Instruct students about how to mark each group using prepared evaluation forms	Students evaluate other groups' products	Evaluation forms (see Appendix).
			Members complete evaluation forms based on the criteria listed in the form	
			Group leaders synthesize evaluation froms, collect marks given bye ach member and hand it in to teacher	
4	Project review	Teacher reviews content knowledge covered in the projects, list of assignments and application analysis, images, tables and graphs for illustration, and possibility to scale up the projects, etc. Teacher synthesize evaluation froms from observing teachers and from groups, and give mark to each student in the class.	Answer questions about scaling up the projects	

2.4. Impact of PBL on the development of students' collaboration and self-study capacity

2.4.1. Impact of PBL on the development of students' collaboration capacity

2.4.1.1. Demonstration of collaboration skills during learning project implementation process

Table 2.7. Collaboration skills demonstrated in students' activities

Process of implementing learning projects	Students' activities	Skills of collaboration capacity
Selecting topics and identifying goals of learning projects	Agreeing on selection of learning project topics, assigning implementation groups, being clear about common tasks and outcomes to achieve after project completion	Collaborative group organizing skill
Implementing projects	Making project implementation plans, assigning tasks for members, identifying and agreeing on how each individual and group's task is implemented	Collaborative planning skill

	Studying guiding questions, searching references for the whole group's contents	Group organizing skill Collaborative environment creating skill
	Conducting group discussion, synthesising members' outcomes for agreement and product creation	Listening and feedback skill
	Presenting and sharing outcomes with other members with a constructive mind	Idea expressing skill
	Supporting group members or seeking help, identifying and handling idea conflict among group members	Group organizing skill Collaborative environment creating skill
Synthesizing and evaluating projects	Creating products and designing presentations	Collaborative group organizing skill Collaborative planning skill
	Reporting on products	Idea expressing skill Listening and feddback skill
	Evaluating products	Evaluation and self-evaluation skill

2.4.1.2. Criteria for evaluating collaboration capacity in PBL

Table 2.8. Criteria for evaluating collaboration capacity and levels

Skill	Level		
	Level 1	Level 2	Level 3
Collaborative group organizing skill	Not yet identifying tasks to do, having no clear ideas about individual roles within a group, not yet identifying ways to collaborate in order to implemente tasks	Identifying tasks to do, individual roles within a group, however, ways to collaborate not yet concrete	Identifying concrete tasks and implementation outcomes, identifying individual roles within a group, developing ways to collaborate effectively with other members
Collaborative planning skill	Being confused in indentifying a task timeline, assigning or receiving tasks not in line with capacity	Identifying a task timeline yet not reasonably, assigning or receiving tasks with unsuitable points	Identifying a concrete and reasonable task timeline, assigning and receiving tasks in line with group members' capacity
Collaborative environment creating skill	Not having a constructive mind, not supporting and encouraging other members, not resolving conflicts arising during learning project implementation	Having a constructive attitude. However, not yet encouraging other members. Resolving conflicts during project implementation	Having a constructive mind, being enthusiastic in supporting and encouraging other members, not allowing conflicts to arise during learning project implementation
Idea expressing skill	Having lengthy talks, the audience being unclear about what is covered, no explaining or defensing the points raised	Expressing clearly so that the audience being clear about what is covered. However, sometimes not being able to persuade the audience	Expressing clearly and persuasively presentation contents; points being explained and having back-up

Listening and feedback skill	Not concentrating on listening to other members' ideas, having no feedback, no constructive mind	Listening to other members' ideas with a constructive mind	Concentrating on listening to and taking notes of other members' ideas. Raising questions, giving comments with a constructive mind, bringing good outcomes
Evaluation and self-evaluation skill	Not evaluating accurately, not drawing lessons for oneself	Evaluating oneself and other members accurately. Drawing lessons for oneself	Evaluating accurately, objectively and fairly. Drawing lessons for oneself and possibly for other members

2.4.2. Impact of PBL on the development of students' self-study capacity

2.4.2.1. Demonstration of self-study skills during learning project implementation process

Table 2.9. Self-study skills demonstrated in students' activities

Process of implementing learning projects	Students' activity	Skills of self-study capacity
Selecting topics and identifying goals of implementing learning projects	Dividing project implementation groups	Communication skill, planning skill
	Identifying project goals	Identifying learning tasks by oneself, having clear learning goals
	Identifying products after project completion	
Synthesizing and evaluating projects	Making project implementation plans: assigning tasks for group members, identifying learning contents to be mastered, deciding group discussion time and task completion time	-Planning skill -Students taking initiative to receive tasks
	Studying guiding questions, searching references, collecting and analysing information	Problem-solving skill, practice skill
	Utilising knowledge to solve problems, provide new ideas and methods during project implementation	-Problem-solving skill -Creativity
	Supporting group members or seeking help	Social communciation skill
	Listening to or giving feedback to other members during group discussion	Self-regulation learning skill
	Implementing task in accordance with set timeline	Planning skill
Process of implementing learning projects	-Creating products and designing presentations -Developing Q&A situations in presentations - Presenting products	-Creativity -Planning skill
	Reporting on products	-Practice skill -Skill for communicating with teachers and students
	-Evaluating products: evaluating projects accurately and objectively -Receiving comments and evaluation by teachers and other groups	-Evaluation and self-evaluation skill -Self-regulation skill, creating foundation to set up following learning goals

2.4.2.2. Criteria for evaluating self-study capacity in PBL

Table 2.10. Criteria for evaluating collaboration capacity and levels

Skill	Level		
	Level 1	Level 2	Level 3
Planning skill	Not identifying goals, tasks and products to be achieved	Identifying goals, tasks and products	Clearly identifying goals, tasks and products to be achieved
	Not having a plan but having information channels and supporting facilities	Making a plan of information channels but not yet concrete	Making a comprehensive plan of information channels and supporting facilities
	Not having a plan for implementation time and task completion	Making a plan for task completion but with unreasonable timeline	Making a concrete and reasonable plan for task completion following timeline
Problem-solving skill	Not being able to identify problems in the project or being able to identify but unable to solve	Identifying problems to study, having solutions and ability to solve them	Self-identifying problems, having solutions and ability to solve them effectively
	Not mobilizing learnt knowledge or asking group members' support to carry out tasks	Mobilizing prior knowledge to solve problems	Mobilizing and applying creatively prior knowledge to solve problems
	Not expressing ideas clearly and concretely in group discussion	Expressing ideas concretely in group discussion, however, some points being lengthy or incoherent	Expressing ideas clearly, concretely and coherently in group discussion
	Not providing ideas or methods during project implementation	Having ideas and methods during project implementation	Providing new and creative ideas and methods, making important contribution to the product quality
Practice skill	Not using ICT proficiently	Using ICT proficiently	Using ICT proficiently and effectively
	Not being able to take up report writing task, not being able to present	Writing reports but not yet very confidente in presentation task	Being able to synthesize, and write reports well, being confidente, expressing ideas clearly, having a firm understanding of presented issues, answering questions well
Self-regulation learning skill	Not receiving well comments and evaluation by teachers and other members in the group and not adjusting activities	Receiving well comments and evaluation by teachers and other members in the group and adjusting activities	Being active in listening, providing effective feedback to other members. Being proactive in receiving comments and evaluation by teachers and other members to adjust one's activities, creating foundation for future learning tasks
Evaluation and self-evaluation skill	Evaluating inaccurately the outcomes of oneself and other members. Not drawing lessons for oneself	Evaluating relatively accurately the outcomes of oneself and other members. Drawing lessons for oneself	Evaluating objectively, and accurately the outcomes of self and other members. Drawing lessons and have a study direction

2.5. Designing a toolkit for evaluating groups' project implementation process

2.5.1. Designing an evaluation toolkit

- Evaluate the project objectives
- Evaluate the groups' project implementation planning
- Evaluate the implementation of the plan (including the evaluation of the level of task assignment and task understanding, evaluation of students' active participation, and the level of solutions provided to the problem, etc.)
- Evaluate the project monitoring book.
- Evaluate the project products (including the knowledge of discrete mathematics used, the level of practical application, information technology application, and product presentation, etc.).

2.5.2. Designing evaluation options

Summary of chapter 2

We conducted a study into the structure and contents of discrete mathematics in specialized mathematics curriculum at high school, namely:

- Develop a system of references and requirements about developing and using references for students to study, research and implement projects. This is a helpful source for teachers in teaching topics of discrete mathematics .
- Propose topics in discrete mathematics and learning projects in these topics
- Propose a process of designing learning projects and design 5 learning projects in discrete mathematics following the proposed process
- Implement 5 designed learning projects following the process of organizing PBL. During the implementation of learning projects, learners' initiative and self-regulation are highly valued. Teacher creates favorable conditions for students to implement projects, foresee their difficulties and provides support when necessary.
- Design a set of tools for evaluating students' project implementation process and outcomes - Develop criteria for evaluating students' collaboration and self-study capacities during learning project implementation

Throughout the organization process, PBL was shown to actively support skills training and enhance students' collaboration and self-study capacities. The above-mentioned research into PBL can be applied to teach a variety of topics in discrete mathematics, improve effectiveness and contribute to the pedagogical reform in teaching mathematics at specialized high schools. Based on the proposed process of organizing PBL in discrete mathematics, we conducted experiments and presented them in the following chapter.

Chapter 3. EXPERIMENTS

3.1. Aims, tasks and subjects of experiments

3.1.1. Aims of experiments

3.1.2. Tasks of experiments

3.1.3. Subjects and experiments *) The experiments were conducted in two phases:

Phase 1: From February to April 2017

Phase 2: From August to September 2017

*) Teachers participating in the experiments come from Bac Giang Specialized High School, Nguyen Hue Specialized High School, Thai Nguyen Specialized High School. They have many years of experience teaching groups of students specializing in mathematics and training students for national excellent student contests.

3.2. Experiment process and outcome evaluation

3.2.1. Experiment process

3.2.2. Methods of evaluating experiment outcomes

3.2.2.1. Evaluation contents

3.2.2.2. Methods of evaluating experiments

3.3. Analysis of experiment outcomes

3.3.1. Qualitative analysis

3.3.1.1. Demonstration of students' collaboration capacity in the process of implementing learning projects

a) Collaborative group organizing skill

b) Collaborative planning skill

c) Collaborative environment creating skill, expressing skill, listening and feedback skill

d) Evaluation and self-evaluation skill

3.3.1.2. Demonstration of students' self-study capacity in the process of implementing learning projects

a) Planning skill

b) Problem-solving skill and students' creativity

c) Practice skill

d) Self-regulated learning skill, evaluation and self-evaluation skill

3.3.2. Quantitative analysis

3.3.2.1.Evaluation based on levels in the criteria table for evaluating students' collaboration and self-study capacity

a) Evaluation of collaboration capacity

Table 3.1. Evaluation outcomes for class collaboration capacity criteria
Maths group K26-CBG in PBL in discrete mathematics

Criteria	**Level**	**Achieved outcomes**			
		Experiment 1		**Experiment 2**	
		No of students	**%**	**No of students**	**%**
1. Work anticipation, identification of individual role and ways of collaborating in groups *(collaborative group organizing skill)*	**1**	5	14,3	2	5,8
	2	19	54,3	15	42,8
	3	11	31,4	18	51,4
2. Capacity to identify concrete tasks following timeline; assign and receive appropriate tasks *(Collaborative planning skill)*	**1**	7	20	3	8,6
	2	17	48,6	14	40
	3	11	31,4	18	51,4
3. Constructive mind and solving group conflicts *(collaborative environment creating skill)*	**1**	3	8,6	0	0
	2	17	48,6	12	34,3
	3	15	42,8	23	65,7
4. Capacity to express own ideas in groups *(idea expressing skill)*	**1**	2	5,8	1	2,9
	2	20	57,1	14	40
	3	13	37,1	20	57,1
5. Listening and giving feedback during group discussion *(listening and feedback skill)*	**1**	0	0	0	0
	2	23	65,7	17	48,6
	3	12	34,3	18	51,4
6. Capacity to evaluate own outcomes and those of members from the same and other groups *(evaluation and self-evaluation skill)*	**1**	3	8,6	0	0
	2	18	51,4	16	45,7
	3	14	40	19	54,3

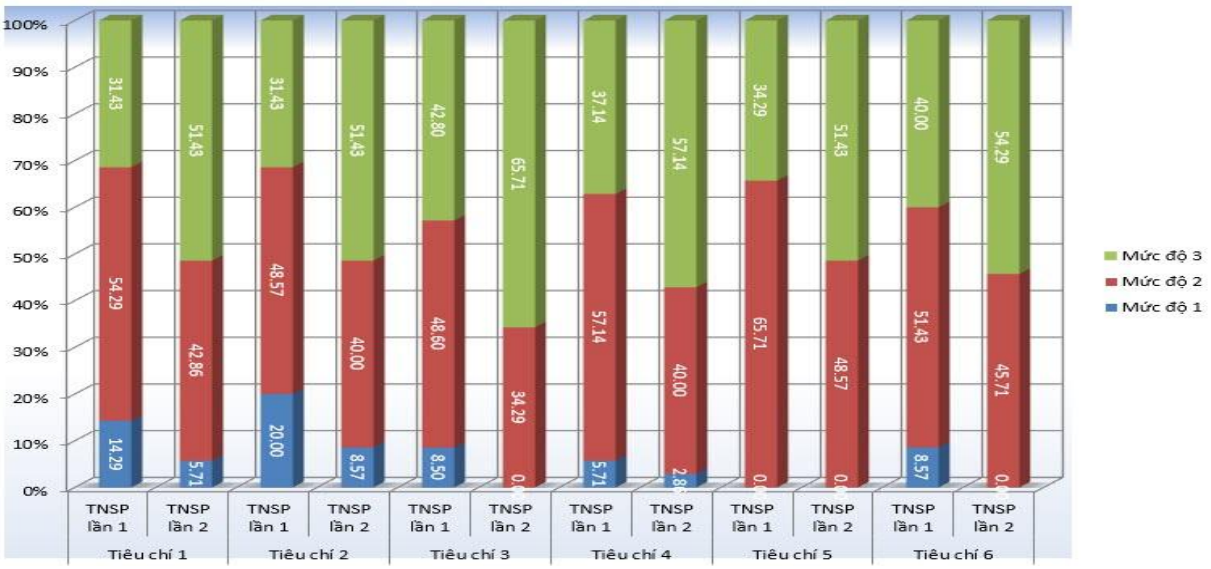


Figure 3.16. Graph showing levels of collaboration capacity in experiments 1 and 2 of Maths group K26-CBG

b) Evaluation of self-study capacity

Table 3.3. Quantitative evaluation outcomes of self-study capacity criteria of Maths group K26-CBG in PBL in discrete mathematics

Criteria	**Level**	**Achieved outcomes**			
		Experiment 1		**Experiment 2**	
		No of students	**%**	**No of students**	**%**
1. Identifying goals, tasks and achieved products	**1**	1	2,9	0	0
	2	19	54,3	13	37,1
	3	15	42,8	22	62,9
2. Making a comprehensive plan of information chanels and supporting facilities	**1**	9	25,7	3	8,6
	2	19	54,3	13	37,1
	3	7	20	19	54,3
3. Making a plan to complete concrete task following timeline	**1**	8	22,9	3	8,6
	2	20	57,1	14	40
	3	7	20	18	51,4
4. Identifying problems, mobilizing and applying knowledge to solve problems raised	**1**	6	17,1	1	2,9
	2	15	42,9	12	34,3
	3	14	40	22	62,8
5. Presenting ideas in group discussion, providing new ideas and methods	**1**	4	11,4	2	5,8
	2	19	54,3	17	48,6
	3	12	34,3	16	45,6
6. Using ITC smotthly and effectively	**1**	6	17,1	2	5,8
	2	16	45,7	13	37,1
	3	13	37,2	20	57,1
7. Writing reports and preparing presentations	**1**	7	20	2	5,8
	2	17	48,6	14	40
	3	11	31,4	19	54,2
8. Listening to, giving feedback to other members, at the same time, receiving feedback and adjusting activities	**1**	0	0	0	0
	2	23	65,7	15	42,9
	3	12	34,3	20	57,1
9. Evaluating and self-evaluating, drawing lessons for oneself and other members	**1**	3	8,6	1	2,9
	2	18	51,4	16	45,8
	3	14	40	18	51,3

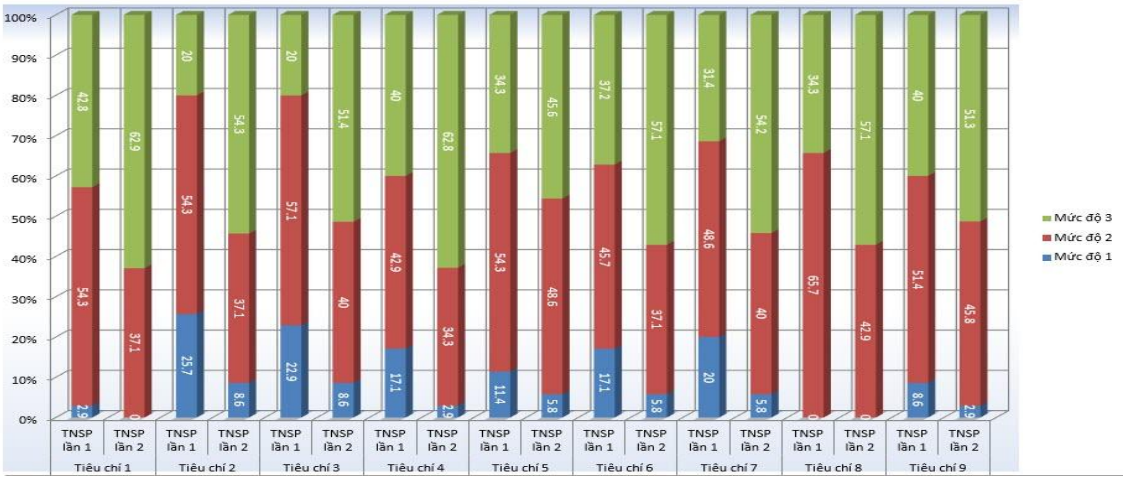


Figure 3.18. Graph showing levels of self-study capacity in experiments 1 and 2 of Maths group K26-CBG

Analysis of qunatitative outcomes: The outcomes and graphs show that:

- After experiment 2, criteria for evaluating collaboration and self-study capacity increased in a positive manner: increasing level 3 and decreasing level 1. Based on figures in the tables, it can be claimed that after two experiments, the levels of criteria for evaluating collaboration and self-study capacity improved, demonstrating the effectiveness of PBL.

3.3.2.2. Evaluation using a toolkit for evaluating groups' process of project implementation

3.4. Discussion and comments after experiements

Conclusion of chapter 3

Experiments were implemented in two phases at four specialized mathematics classes in Bac Giang Specialized High School, Thai Nguyen Specialized High School and Nguyen Hue Specialized High School. After the experiment process, it can be evaluated that:

- The process of designing learning projects and the process of organizing PBL in discrete mathematics are suitable, effective for students specializing in mathematics and feasible.

- Through the process of implementing learning projects in discrete mathematics, students' skills were trained up and their collaboration capacity enhanced. Learning projects helped students have a sense of responsibility for their assigned tasks, a collective and community sense and have capacity to create a collaborative working environment.

- Learning projects helped students improve their self-study capacity. Learning through the projects helped students take initiative, develop creativity, train up their planning skills in learning, problem solving and acquisition skills, and self-regulation in learning.

It can be seen that learning projects in discrete mathematics facilitated students to improve their collaboration capacity, self-study capacity, and creativity in learning, thus meeting the requirements for pedagogical reform and educational goals at specialized high schools.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

1. Achieved outcomes

Based on the objectives and tasks of this thesis, we implemented and achieved the following results:

- The thesis synthesized the theoretical background on of PBL and explained the appropriateness of organizing PBL in discrete mathematics for students specializing in mathematics on the basis of a clearer analysis of the tasks and objectives as well as mathematics pedagogical reform at specialized high schools; scientific basis of PBL; and psychological and cognitive characteristics of students specializing in mathematics.

- The thesis proposed the process of designing learning projects and the process of organizing PBL in accordance with the ability of students specializing in mathematics. Regarding the process of designing learning projects, we paid attention to identify project

objectives as well as a set of guiding questions for each learning project. The thesis has also developed a number of references in discrete mathematics to support teachers and students in the implementation of learning projects in this area.

- The thesis proposed quantitative and qualitative assessment criteria to assess students' collaboration and self-study capacities; and analyzed manifestations and measures to improve these capacities in the process of implementing learning projects in discrete mathematics. Based on these, it can be concluded that implementing PBL in discrete mathematics for high school students specializing in mathematics developed their collaboration and self-study capacities, thus contributing to improving the quality of teaching and learning specialized mathematics, and meeting the set requirements. The thesis also designed a set of assessment tools including five checklists to assure qualitative and quantitative assessment of the learning process and outcomes. These are the tools to support and promote students' active learning, initiative and creativity.

- Findings from the experiments confirm the feasibility of learning projects as well as the proposed process of organizing PBL in training and enhancing students' collaboration and self-study capacities.

Based on the achieved outcomes, we can conclude that organizing PBL in discrete mathematics for high school students specializing in mathematics is appropriate because PBL contributes to improving the effectiveness of teaching mathematics to these students. PBL helps students discover from the basic to advanced knowledge of discrete mathematics and understand the practical meaning of such knowledge. PBL in discrete mathematics following the designed process will improve collaboration and self-study capacities of students specializing in mathematics, contributing to meeting the requirements of mathematics pedagogical reform at specialized high schools in particular and the requirements of education reform in general in the coming period. The thesis may be a useful reference for mathematics education researchers, teachers of specialized mathematics, and those who are interested in this field.

2. Recommendations

In order to effectively apply PBL to students specializing in mathematics at specialized high school in particular and students at other schools in general, we would like to propose the following:

- High school management board should encourage and create conditions for students to implement learning projects in various subjects, as well as provide infrastructure support within their current capacity when students implement the projects.

- Teachers and students need to be provided with training to improve the ability to use information technology and group work skills to apply them in the process of implementing learning projects in particular and in teaching and learning process in general.

- The process of designing, organizing learning projects and assessing their products may requirement the involvement of many other teachers; the school board should have a plan to ensure the best participation of the teachers in the school.

For teachers:

- PBL is an effective pedagogical approach which can help students develop their capacities. Teachers need to design learning projects in line with students' capacity, connect with the application of knowledge in real life, and encourage students' self-study.

- Prepare good facilities and build the environment for students to collaborate with each other during the process of implementing learning projects, create the best conditions for the students to receive knowledge, and express their thoughts in the process of self-study. Be ready to support them when they have needs or encounter difficulties.

- Have evaluation measures to keep track of the progress of project implementation made by student groups throughout the learning process.

- Take initiative to study and design effective learning projects for students, create more opportunities for them to collaborate not only in learning but also in life.

AUTHOR'S RELEVANT PUBLICATIONS

1) **Tran Thi Ha Phuong**, *Implementing project-based learning in distance concept and its applications in Taxicab geometry*, Journal of Educational Sciences (Vietnam Institute of Educational Sciences), Special issue, April 2015.

2) **Tran Thi Ha Phuong**, *Implementing project-based learning to promote self-study and problem solving ability through finding similarities between Euclidean geometry and Taxicab geometry*, Journal of Educational Sciences (Vietnam Institute of Educational Sciences), Special issue, January 2016.

3) **Tran Thi Ha Phuong**, *Teaching and fostering good students through the learning project "Advanced counting techniques" (Algebra 11)*, Journal of Education No. 396 (Part. 2 –December 2016).

4) **Tran Thi Ha Phuong**, *Organizing teaching in the content areas of combinatorics and graph theory to train up students at specialized high schools with intellectual activities*, Journal of Education No. 403 (Part 1 – April 2017).

5) **Chu Cam Tho** & **Tran Thi Ha Phuong,** *Didactic Reform: Organising Learning Projects on Distance and Applications in Taxicab Geometry for Students Specialising in Mathematics*, VNU Journal of Science: Education of Research, Vol. 33, No.4 (2017), 1-9.