

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เส้นตรง
โดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้
THE DEVELOPMENT OF LESSON PLAN ON STRAIGHT LINE USING
THE GEOMETER'S SKETCHPAD AS A LEARNING TOOL

สุนทรีย์ สาววงศ์นาม (Suntharee Sawongnam)*
ดร.ชาญณรงค์ เอียงราษ (Dr. Chanarong Heingraj)* *

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อาณาณิตศาสตร์เรื่อง
เส้นตรงโดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้

รูปแบบของการวิจัยครั้งนี้เป็นระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ที่เน้นการวิเคราะห์ไปรโตคอล ผู้
มีส่วนร่วมในการวิจัยประกอบไปด้วย ผู้วิจัยจะทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน ผู้ช่วยวิจัยจำนวน 4 คน กลุ่ม
เป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียน
หนองหานวิทยา อำเภอนหนองหาน จังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาคุดธานี เขต 3 จำนวน
2 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 42 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2
จำนวน 43 คน รูปแบบของการวิจัยดำเนินการตามหลักของการวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วย การ
วิเคราะห์ทฤษฎี การวางแผน การปฏิบัติการสอน การสังเกตและประเมินผล และการสะท้อนผลการ
ปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นแนวทางในการดำเนินการจัด
กิจกรรมการเรียนการสอน แบบบันทึกต่างๆ และแบบทดสอบ การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการดังนี้
1) ดำเนินการสอนตามรูปแบบจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็น
เครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ตามรูปแบบการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความรู้ความเข้าใจ
ที่พัฒนาโดย Heingraj (2006) กับกลุ่มเป้าหมายที่ 1 นำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติที่ได้ จากผู้ช่วย
วิจัยมาใช้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นแล้วนำไปปฏิบัติการสอนกับกลุ่มเป้าหมาย
ที่ 2 นำผลสะท้อนผลการปฏิบัติอีกครั้ง มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ได้แผนการ
จัดการเรียนรู้ที่สามารถสร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียน ดำเนินการเช่นนี้ต่อไปจนครบทุกแผนการจัดการ

คำสำคัญ : คณิตศาสตร์ เส้นตรง เครื่องมือประกอบการเรียนรู้

Keywords : Mathematics, Straight line, Learning tool, Geometer's Sketchpad

* นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เรียนรู้ 2) ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อวิเคราะห์ผลถึงระดับความเข้าใจของผู้เรียน 3) วิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ตามระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล ภายใต้กรอบทฤษฎีที่จำแนก ความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะ ประกอบด้วยความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action conceptual understanding) ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process conceptual understanding) และความเข้าใจระดับโครงสร้าง (Structural conceptual understanding) ที่พัฒนาโดย Heingraj (2006) โดยการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ตีความ สรุป รายงานผลในลักษณะการบรรยาย

ผลการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนเน้นความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาโดย Heingraj (2006) ตามแนวทางทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเป็นกิจกรรมที่สามารถทำให้ผู้เรียนสามารถจัดกระทำและค้นพบองค์ความรู้จากกิจกรรม ได้อย่างหลากหลายด้วยตัวของผู้เรียนเอง ผู้เรียนสามารถที่จะสร้างความเข้าใจด้วยตนเองจากการจัดกระทำกับวัตถุโดยการจัดกระทำที่ละขั้นตอนโดยสามารถที่จะเรียงจากขั้นตอนง่ายๆ ก่อนแล้วค่อยเพิ่มขึ้นทีละน้อยสร้างโอกาสในการคิดและแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้ดี ผู้เรียนทุกคนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop the lesson plan on straight line by using the Geometer's Sketchpad as a learning tool.

Qualitative research approach which focuses on protocol analysis was used in this research. The people involving in this study were the researcher who is a teacher and four researcher assistants. The target groups of this study were the students studying in Matthayom 4, in the second semester of the academic year 2006 at Nonghanwittaya School, Nonghan District, Udonthani Province, Udonthai Educational Area 3. There were 2 groups of the students: 42 students who studied in Matthayom 4/1 and 43 students studying in Matthayom 4/2. The research was conducted according to the principles of qualitative research approach consisting of theory analysis, planning, teaching, observing and assessing including reflecting the results. The instruments of the study were lesson plans, record sheets and tests. The data collection was as the followings. 1) The lesson plan was used with the first target group in teaching, and the Geometer's Sketchpad was also applied as a learning tool like the lesson plans developed by Heingraj (2006). After that, the results were applied to improve the lesson plan which was used with the second group. The results from the second group were also used to develop the lesson plan again. This process was continued until all the lesson plans

were improved. 2) Tests were used to analyze the understanding of the students. 3) The data were analyzed according to the principles of qualitative research approach. The protocol analysis was focused when the data were analyzed under the framework of the theory which separates the understanding of the concepts of mathematics into 3 aspects which are action conceptual understanding, process conceptual understanding and structural conceptual understanding developed by Heingraj (2006). The data were analyzed, interpreted, summarized and narrative approach was used to report the study.

The results of the study were applied to develop the lesson plans which used the Geometer's Sketchpad as a learning tool. The lesson plans highlighted on the students' understanding developed by Heingraj (2006) focusing on constructivism approach. The activities constructed allowed the students to manage and learn lessons by themselves. The students can learn and understand the lessons from the easy lessons and then they had a chance to think and find out the solution for the problems. Every single student can exchange his or her ideas. They can understand and solve the problems within their groups.

1. บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ครูคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ยังคงสอนเนื้อหาที่เป็นกฎ สูตร และหลักการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจำนวนมากเพื่อให้จำเนื้อหาเหล่านั้นให้ได้เท่านั้น ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546) กล่าวว่า การสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เทียบได้กับการบอกคณิตศาสตร์ เป็นการปิดกั้นไม่เปิดโอกาสให้เขาได้เรียนรู้อย่างแท้จริงและเป็นที่ผู้วิจัยพบในชั้นเรียน นั่นคือเมื่อผู้เรียนเรียนโดยใช้การท่องจำ สัจพจน์ กฎ สูตร นิยาม และครูอธิบายถึงที่มา ยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา ผู้เรียนจะสามารถทำได้ถ้าหากโจทย์ปัญหาที่พบ คล้ายหรือเหมือนกับตัวอย่างที่ครูสอน แต่ถ้าปัญหาที่พบแตกต่างจากที่ครูสอนพบว่าผู้เรียนจะไม่สามารถแก้โจทย์ได้ ในหัวข้อเรื่อง

เส้นตรง พบว่าครูคณิตศาสตร์ยังคงสอนเนื้อหาที่เป็นกฎ สูตรในแต่ละหัวข้อย่อยๆ แล้วให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดไปในแต่ละหัวข้อ ปัญหาที่พบคือ ผู้เรียนจำสูตรไม่ได้ ทำให้ไม่สามารถทำแบบฝึกหัดหรือแก้โจทย์ได้ การหาวิธีการทำให้ผู้เรียนสามารถจำอย่างเข้าใจเป็นความสำคัญอย่างยิ่ง การค้นพบสูตรด้วยตัวของผู้เรียนเองจะเป็นการสร้างควมจำอันยาวนานที่มาจากความเข้าใจ

กิจกรรมที่ครูจัดเตรียมสำหรับการเรียนรู้ และการนำเทคโนโลยีเข้ามาในกิจกรรมการเรียนรู้เป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นความรู้ความเข้าใจ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (The National Council of teacher of Mathematics[NCTM], 2000) กล่าวว่า เทคโนโลยีมีส่วนช่วยให้เด็กมีความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์และควรจะ

นำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการสอนในห้องเรียน ตัวอย่างเช่นการใช้เทคโนโลยีในการสอนเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจและรู้วิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้

Heingraj (2006) ได้กล่าวถึง โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่มีคุณค่าสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ความสามารถของโปรแกรมจะสามารถเปลี่ยนสถานะของรูปทรงเรขาคณิตหรือกราฟมาเป็นรูปที่สามารถจัดกระทำได้ และยังมีฟังก์ชันที่สร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation) ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้ศึกษาและสังเกตพฤติกรรมของกราฟหรือรูปทรงเรขาคณิต ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือมโนคติทางคณิตศาสตร์ ในสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตและพีชคณิต เป็นสาระที่โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีส่วนช่วยครูเป็นอย่างมากเกี่ยวกับการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนจัดกระทำกับรูปทรงเรขาคณิตและกราฟทางพีชคณิต ทำให้นักเรียนได้สังเกตและศึกษาพฤติกรรมของรูปทรงเรขาคณิตและกราฟทางพีชคณิต เพื่อจะได้สรุปคุณสมบัติและมโนคติทางคณิตศาสตร์

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องเส้นตรง โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เข้าไปมีส่วนช่วยสร้างในการสร้างความเข้าใจของผู้เรียน สามารถนำเนื้อหาที่เป็นนามธรรม มาเปลี่ยนเป็นรูปธรรมที่ผู้เรียนสามารถจัดกระทำได้ มีการเคลื่อนไหว เพื่อให้ผู้เรียนสามารถค้นพบสูตรต่างๆ ภายในแต่ละหัวข้อ ถ้าหากผู้เรียนค้นพบสูตร นั้นหมายถึงผู้เรียนทราบที่มาของสูตร ผู้เรียนมีความเข้าใจและจะ

สามารถ นำไปแก้ปัญหาได้ในทุกรูปแบบของสถานการณ์ปัญหาที่พบ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในกิจกรรมการเรียนรู้

ดังนั้นจากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การนำเอาโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มาเป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้เพื่อสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นตรง ที่เน้นความรู้ความเข้าใจจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องเส้นตรง และสามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจนั้นไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป

2. คำถามการวิจัย

กระบวนการในการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจในมโนคติวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเส้นตรงโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้มีกระบวนการอย่างไร

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจในมโนคติวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นตรงโดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 งานวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิง

คุณภาพ ที่เน้นการวิเคราะห์โปรแกรมเป็น การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น ตรงของผู้เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียน การสอน

4.2 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนหนองหานวิทยา อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น ตรง จำนวน 8 แผน แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างเป็น แบบบันทึกความคิดเห็นของผู้เรียน แบบทดสอบในแต่ละหัวข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ อย่างเป็น ตรง และแบบสัมภาษณ์เชิงลึก

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล เริ่มต้นจากความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ให้กับกลุ่มเป้าหมาย ครูผู้วิจัยทำการสอน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น ตรง โดยเริ่มจากการปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียน การสอน ครูผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการเรียนรู้อย่างเป็น และบันทึก พฤติกรรมของผู้เรียนด้วย เทปบันทึกเสียง และ วิดีทัศน์ในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น เมื่อทำ ตามแผนเสร็จสิ้น ครูผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย มา วิเคราะห์ข้อมูล หาข้อเสนอแนะ นำมาปรับปรุง เขียนแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น ใหม่ ทำซ้ำในรูปแบบ วงจรเดิมแต่คนละกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้ได้ แผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น ใหม่อีกครั้ง ที่เป็นแผนการ จัดการเรียนรู้อย่างเป็น ที่เน้นความรู้ความเข้าใจ

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้

มาวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้ กรอบทฤษฎีที่จำแนก ความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะ ประกอบด้วยความเข้าใจในระดับการ จัดกระทำ (Action conceptual understanding) ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process conceptual understanding) และความเข้าใจระดับโครงสร้าง (Structural conceptual understanding) ที่ พัฒนาโดย Heingraj (2006) เพื่อนำข้อมูล ที่ได้ จากการวิเคราะห์ของกรอบทฤษฎีการจำแนก ความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์ มุ่งไปสู่ การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น ภายใตกรอบ ทฤษฎีการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น ที่เน้นความรู้ความเข้าใจ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 ผลการวิจัย

ผลการวิจัย จำแนกพิจารณาออกเป็น 2 ประเด็น คือ

1) ผลของการวิเคราะห์การพัฒนา แผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น

ผลที่ได้จากการวิจัย ทำให้ได้แผนการ จัดการเรียนรู้อย่างเป็น ที่ได้รับการพัฒนาและสามารถ สร้างความรู้ความเข้าใจให้กับนักเรียน ดังตัวอย่าง การวิเคราะห์การพัฒนากิจกรรมข้อ 1 ในหัวข้อ เรื่อง ระบบพิกัดฉาก ดังนี้

วงจรที่ 1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 42 คน

ขั้นวางแผน

กิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องระบบ พิกัดฉากมีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนสามารถเขียน ความสัมพันธ์ของความหมายของระบบพิกัดฉาก กับเครื่องหมายของพิกัดในแต่ละควอดรนต์ ครู

อธิบายรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ โดยให้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 3 คนจำนวน 14 กลุ่ม ที่ผู้เรียนจะต้องทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมและกิจกรรมในโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่ครูได้เตรียมไว้ ให้นักเรียนทำตามคำสั่งในกิจกรรมทีละข้อตามลำดับ จากนั้นให้อภิปรายในกลุ่มแล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน ครูทบทวนการใช้ The Geometer's Sketchpad โดยการฝึกทักษะโดยการสร้างรูปสี่เหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ แล้วใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad วัดความยาวและหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม นักเรียนช่วยกันสร้าง ฝึกการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad อย่างกระตือรือร้น มีนักเรียนบางคนที่ยังไม่สามารถใช้ได้ตื้นๆ แต่ก็ได้เพื่อนในกลุ่มช่วยอธิบาย ฝึกให้ทำงานสามารถที่จะใช้โปรแกรมได้อย่างมีศักยภาพ ครูกล่าวถึงทิมวิจัยให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อเรียนรู้โดยไม่ต้องกังวลใจให้เหมือนกับว่าเรากำลังเรียนในชั้นเรียนปกติของเราทุกวัน เพียงแต่ให้นักเรียนคิดให้ดัง พูด

เสียงให้ดังให้ครูได้ยินในสิ่งที่เราคิดและคุยปรึกษากับเพื่อนในกลุ่ม จากนั้นครูแจกใบกิจกรรมเรื่องระบบพิกัดฉาก

ขั้นปฏิบัติการสอนและสังเกต

คำสั่งข้อที่ 1. ให้นักเรียนคลิกที่จุด A แล้วลากมายังควอดรันต์ต่อไปนี้ พร้อมตอบคำถาม

1.1 ลากจุด A มายังควอดรันต์ที่ 1 ในตำแหน่งใดก็ได้ ให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดของจุด A, ค่าบนแกน X และค่าบนแกน Y

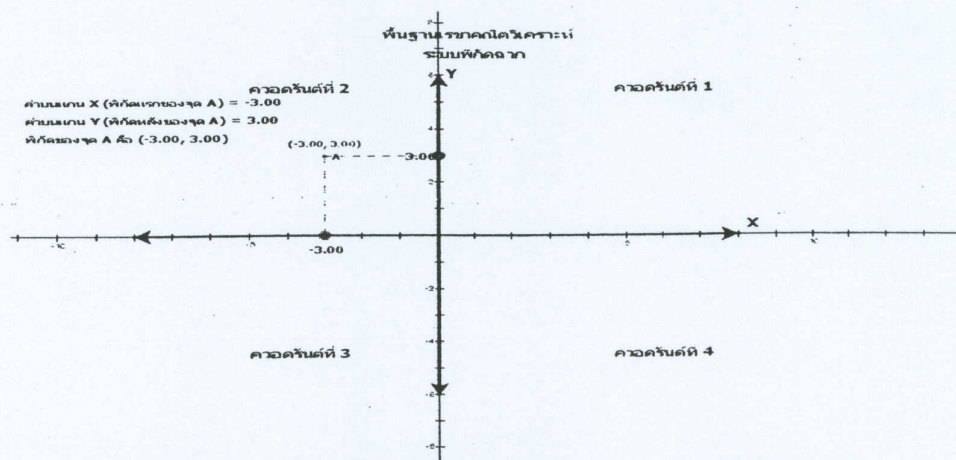
1. ค่าบนแกน X = ค่าบนแกน Y = พิกัดของจุด A คือ

2. ค่าบนแกน X = ค่าบนแกน Y = พิกัดของจุด A คือ

3. ค่าบนแกน X = ค่าบนแกน Y = พิกัดของจุด A คือ

ข้อสรุป ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าบนแกน X, ค่าบนแกน Y และพิกัดของจุด A.....

ซึ่งกิจกรรมในโปรแกรม Geometer's Sketchpad คือ

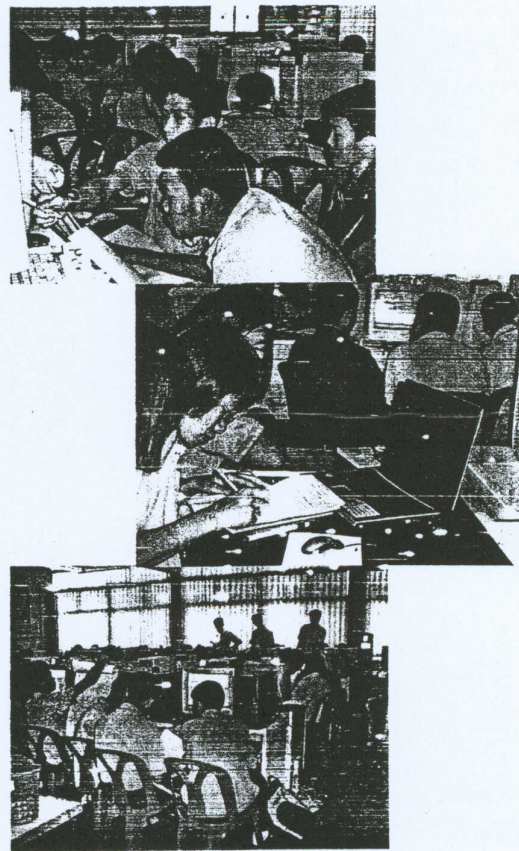


ภาพที่ 1 ภาพกิจกรรมในโปรแกรม Geometer's Sketchpad

จากคำสั่งที่ 1 มีกิจกรรมข้อ 1.1 - 1.4 เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลากจุด A ไปยังควอดรนต์ที่ 1 -4 ตามลำดับแล้วเขียนข้อสรุป พบว่า เมื่อนักเรียนอ่านใบกิจกรรมและเข้ากิจกรรมเรื่องระบบพิกัดฉาก นักเรียนให้ความสนใจในการเข้าสู่กิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่ม มีการแบ่งหน้าที่กันโดยให้คนหนึ่งอ่านโจทย์และบอกตำแหน่งของการลากจุดตามคำสั่งในแต่ละข้อ คนที่สองเป็นผู้ลากจุดในกิจกรรมในโปรแกรม เมื่อได้ผลลัพธ์ก็จะให้คนที่สาม เป็นผู้เขียนลงในกระดานนำเสนอ แล้วทั้งกลุ่มก็มาร่วมกันสรุป

ครูผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสังเกตการณ์สนทนากันของนักเรียนในระหว่างที่ลากจุด A ไปยังควอดรนต์ต่างๆ ซึ่งจุดประสงค์ของกิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถลากจุด A ไปยังแต่ละควอดรนต์ต่างๆ แล้วสามารถเขียนพิกัดของจุด A เขียนค่าบนแกน x และ ค่าบนแกน y ของแต่ละควอดรนต์ได้โดยพิจารณาจากการเลื่อนจุดไปยังแต่ละควอดรนต์ได้ ปรากฏว่านักเรียนสามารถเขียนพูดคุยกันถึงความแตกต่างของเครื่องหมายของพิกัดแรก (X) และพิกัดหลัง (Y) ของจุด A ครูเดินดูนักเรียนในแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม พบว่านักเรียนสามารถเขียนค่าบนแกน X และ ค่าบนแกน Y เมื่อเลื่อนจุด A ไปยังควอดรนต์ต่างๆ ได้ นักเรียนบางคนเลื่อนจุด A ไปมาซ้ำๆ กัน แล้วเขียนคำตอบลงในแต่ละข้อ ซึ่งพฤติกรรมนี้แสดงถึงความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action Conceptual understanding) เมื่อได้ข้อมูลแล้วนักเรียนในกลุ่มพูดคุยกับเพื่อนอภิปรายกับเพื่อนถึงความแตกต่างที่ตัวเองพบ แล้วร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปของแต่ละข้อ ซึ่งพฤติกรรมนี้แสดงถึงความเข้าใจในระดับ

กระบวนการ (Process Conceptual understanding) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ในข้อสรุปของแต่ละข้อ ดังภาพการทำกิจกรรม



ภาพที่ 2 ภาพการทำกิจกรรม

สรุป

ในกิจกรรมเรื่อง ระบบพิกัดฉาก ผู้เรียนในวงจรที่ 1 เกิดความเข้าใจในระดับจัดกระทำ (Action Conceptual understanding) คือเมื่อนักเรียนสามารถลากจุด A ไปยังแต่ละควอดรนต์แล้วนักเรียนสามารถเขียนเครื่องหมายของค่าบนแกน X และค่าบนแกน Y ได้ และความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process Conceptual understanding) คือ นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างค่าบนแกน X ค่าบนแกน Y

และพิกัดของจุด A ได้โดยการพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่

สะท้อนผล

1. ปัญหาที่พบของครูผู้สอนคือในชั้นนำครูพูดเร็ว นักเรียนตามไม่ทัน ส่วนปัญหาของนักเรียนคือ นักเรียนยังทำได้ช้า การลากเมาท์ของนักเรียนบางคนยังมีปัญหาและ ปัญหามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์บางเครื่องที่ทำงานช้า

2. ปัญหาคำสั่งข้อ 1 ในกิจกรรม 1.1 - 1.4 คำสั่งซ้ำซ้อนกัน ควรเปลี่ยนคำสั่งให้นักเรียนลากจุด A ไปยัง ควอดรนต์ 1 ควอดรนต์ 2 ควอดรนต์ 3 และควอดรนต์ 4 ควอดรนต์ละ 1 จุด เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นข้อเปรียบเทียบได้ง่ายขึ้น

3. ในชั้นสอน พบปัญหาคือนักเรียนไม่ได้คุยกัน เพราะครูมีทั้งใบกิจกรรม กระดาษนำเสนอ มีการเขียนเยอะ แต่ในเวลาจำกัด ทำให้นักเรียนเร่งรีบที่จะเขียน ทำให้ในบางครั้งไม่ได้คุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

4. เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมใช้เวลานานเกินไป

5. นักเรียนบางคนยังไม่สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ดี

ววจรที่ 2 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 43 คน

ขั้นวางแผน

ครูทบทวนการใช้โปรแกรม Geometer's Sketchpad โดยให้นักเรียนฝึกลากเส้น วัดความยาว หาพิกัด หาพื้นที่ จากนั้นครูอธิบายรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ โดย

ให้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 3 คนจำนวน 14 กลุ่ม โดยกลุ่มสุดท้าย มี 4 คน ที่ผู้เรียนจะต้องทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมและกิจกรรมในโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่ครูได้เตรียมไว้ ให้นักเรียนทำตามคำสั่งในกิจกรรมทีละข้อตามลำดับ จากนั้นให้อภิปรายในกลุ่มแล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน ครูกล่าวถึงทิมวิจัย ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อเรียนรู้โดยไม่ต้องกังวลใจให้เหมือนกับว่าเรากำลังเรียนในชั้นเรียนปกติของเราทุกวัน เพียงแต่ให้นักเรียนคิดให้ดัง พูดเสียงให้ดังให้ครูได้ยินในสิ่งที่เราคิดและคุยปรึกษากับเพื่อนในกลุ่ม จากนั้นครูแจกใบกิจกรรม เรื่องระบบพิกัดฉาก

ขั้นปฏิบัติการสอนและสังเกต

คำสั่งข้อที่ 1. ให้นักเรียนเข้ากิจกรรม เรื่อง ระบบพิกัดฉาก และคลิกที่จุด A แล้ว ลากจุด A ไปยัง ควอดรนต์ที่ 1 ควอดรนต์ที่ 2 ควอดรนต์ที่ 3 และ ควอดรนต์ที่ 4 สังเกตค่าบนแกน x และค่าบนแกน y ของแต่ละควอดรนต์ แล้วสรุปค่าบนแกน x และค่าบนแกน y ในแต่ละควอดรนต์ที่นักเรียนสังเกตได้

1. ควอดรนต์ที่ 1 พิกัดของจุด A =
ค่าบนแกน X = ค่าบนแกน Y คือ

2. ควอดรนต์ที่ 2 พิกัดของจุด A =
ค่าบนแกน X = ค่าบนแกน Y คือ

3. ควอดรนต์ที่ 3 พิกัดของจุด A =
ค่าบนแกน X = ค่าบนแกน Y คือ

4. ควอดรนต์ที่ 4 พิกัดของจุด A =
ค่าบนแกน X = ค่าบนแกน Y คือ

จากกิจกรรมคำสั่งข้อที่ 1 พบว่า เมื่อนักเรียนอ่านคำสั่ง นักเรียนคนหนึ่งในกลุ่ม คลิกเมาท์ไปที่จุด A แล้วลองลากไปมา ยังควอดรนต์

ต่างๆ นักเรียนอีกคน เป็นผู้สังเกตคำพิกัดของจุด A แล้วเขียนลงในใบกิจกรรม นักเรียนคนที่สาม ในกลุ่ม เป็นผู้เขียนลงในกระดานนำเสนอ โดยมีการพูดคุยกัน พฤติกรรมที่แสดงในลักษณะนี้ แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในระดับจัดกระทำ (Action Conceptual understanding) นักเรียน มีการอธิบายถึงความแตกต่างของเครื่องหมาย ของค่าบนแกน x ค่าบนแกน Y จากค่าที่ได้จาก

การลากจุด A ไปยังแต่ละควอดรนต์ นักเรียน เขียนสรุปค่าบนแกน x และค่าบนแกน y ใน แต่ละควอดรนต์ที่นักเรียนสังเกตได้ เพื่อนำเสนอ บนกระดานนำเสนอ โดยมีได้กลับไปจัดกระทำ กับกิจกรรมอีก พฤติกรรมเช่นนี้แสดงให้เห็นถึง ความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process Conceptual understanding) ดังตัวอย่างงาน เขียนของนักเรียนในใบกิจกรรม

ใบกิจกรรม เรื่อง ระบบพิกัดฉาก

1. ให้นักเรียนเข้ากิจกรรม เรื่อง ระบบพิกัดฉาก และคลิกที่จุด A แล้วลากจุด A ไปยัง ควอดรนต์ที่ 1 ควอดรนต์ที่ 2 ควอดรนต์ที่ 3 และ ควอดรนต์ที่ 4 สังเกตค่าบนแกน x และ ค่า บนแกน y ของแต่ละควอดรนต์ แล้วสรุปค่าบนแกน x และค่าบนแกน y ในแต่ละควอดรนต์ที่ นักเรียนสังเกตได้

1. ควอดรนต์ที่ 1

พิกัดของจุด A คือ (1.00, 2.00) ค่าบนแกน X = 1.00 ค่าบนแกน Y = 2.00

2. ควอดรนต์ที่ 2

พิกัดของจุด A คือ (-3.00, 2.00) ค่าบนแกน X = -3.00 ค่าบนแกน Y = 2.00

3. ควอดรนต์ที่ 3

พิกัดของจุด A คือ (-4.00, -2.00) ค่าบนแกน X = -4.00 ค่าบนแกน Y = -2.00

4. ควอดรนต์ที่ 4

พิกัดของจุด A คือ (4.00, -5.00) ค่าบนแกน X = 4.00 ค่าบนแกน Y = -5.00

เขียนแนวควอดรนต์ที่ 1 และตรงข้ามกับควอดรนต์ที่ 3 โดยควอดรนต์ที่ 1 จะเป็น $+, +$ ส่วนควอดรนต์ที่ 3 จะเป็น $- , -$ ส่วนแนวของควอดรนต์ที่ 2 จะตรงข้ามกับควอดรนต์ที่ 4 โดยควอดรนต์ที่ 2 จะเป็น $- , +$ ส่วนควอดรนต์ที่ 4 จะเป็น $+, -$

ภาพที่ 3 การบันทึกใบกิจกรรม/ข้อสรุปจากกิจกรรมข้อที่ 1

สรุป

ในกิจกรรมเรื่อง ระบบพิกัดฉาก ผู้เรียน ในวงจรที่ 2 เกิดความเข้าใจในระดับจัดกระทำ (Action Conceptual understanding) คือ นักเรียนสามารถเขียนพิกัดของจุด A ในแต่ละ ควอดรันต์ได้ โดยพิจารณาจากการลากจุด A c ไปยังควอดรันต์ต่างๆ และเกิดความเข้าใจใน ระดับกระบวนการ (Process Conceptual understanding) คือผู้เรียนสามารถเขียนสรุปค่า บนแกน x และค่าบนแกน y ในแต่ละควอดรันต์ ที่นักเรียนสังเกตได้ โดยมีได้กลับไปจัดกระทำกับ กิจกรรมอีก

สะท้อนผล

1. ปัญหาที่พบคือ เครื่องคอมพิวเตอร์ ยังช้าในบางเครื่อง ทำให้นักเรียนบางกลุ่มทำได้ ไม่ทันเพื่อน

2. ปัญหาในกิจกรรมคำสั่งข้อที่ 1 ไม่มีที่ ให้นักเรียนเขียนสรุป

3. นักเรียนที่เก่งมักจะเป็นคนสรุปอยู่คน เดียว

4. นักเรียนบางคนยังไม่สามารถใช้ เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ดี

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการใช้แผนการจัดการ เรียนรู้กับวงจรที่ 2

ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้นำปัญหาและ อุปสรรคมาสะท้อนผลมาวิเคราะห์ร่วมกัน ได้ ทำการพัฒนากิจกรรมคำสั่งข้อที่ 1 ใหม่ รีดเจน กระชับ รัดกุมและสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถทำกิจกรรมตามคำสั่งด้วยตนเองและ สรุปค่าบนแกน x และค่าบนแกน y ของจุด A ใน แต่ละควอดรันต์ได้ เพื่อจะได้เชื่อมโยงไปยังการ ทำกิจกรรมคำสั่งข้อที่ 2 ต่อไปดังนี้

คำสั่งข้อที่ 1. ให้นักเรียนเข้ากิจกรรม เรื่อง ระบบ พิกัดฉาก และคลิกที่จุด A แล้ว ลากจุด A ไปยัง ควอดรันต์ที่ 1 ควอดรันต์ที่ 2 ควอดรันต์ที่ 3 และ ควอดรันต์ที่ 4 เขียนพิกัดของจุด A แล้วเขียน ค่าบนแกน x และ ค่าบนแกน y ของแต่ละ ควอดรันต์ แล้วสรุปค่าบนแกน x และค่าบนแกน y ในแต่ละควอดรันต์ที่นักเรียนสังเกตได้

1. ควอดรันต์ที่ 1 พิกัดของจุด A =.....

ค่าบนแกน X =..... ค่าบนแกน Y คือ

2. ควอดรันต์ที่ 2 พิกัดของจุด A =.....

ค่าบนแกน X =..... ค่าบนแกน Y คือ

3. ควอดรันต์ที่ 3 พิกัดของจุด A =.....

ค่าบนแกน X =..... ค่าบนแกน Y คือ

4. ควอดรันต์ที่ 4 พิกัดของจุด A =.....

ค่าบนแกน X =..... ค่าบนแกน Y คือ

เขียนสรุปค่าบนแกน X และค่าบนแกน Y ของแต่ละควอดรันต์ที่นักเรียนสังเกตได้ตาม ความเข้าใจของนักเรียนเอง

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของผู้เรียน ในกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบพิกัดฉาก

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual understanding	Process Conceptual understanding	Structural Conceptual understanding
คำสั่งข้อที่ 1 ให้นักเรียนเข้ากิจกรรม เรื่อง ระบบพิกัดฉาก และคลิกที่จุด A แล้วลากจุด A ไปยัง ควอดรันต์ที่ 1 ควอดรันต์ที่ 2 ควอดรันต์ที่ 3 และ ควอดรันต์ที่ 4 สังเกตค่าบนแกน x และ ค่าบนแกน y ของแต่ละ ควอดรันต์ แล้วสรุปค่าบนแกน x และค่าบนแกน y ในแต่ละควอดรันต์ที่นักเรียนสังเกตได้	- นักเรียนลากจุด A ไปยังแต่ละควอดรันต์ - นักเรียนเขียนพิกัดของจุด A เขียนค่าบนแกน x และ ค่าบนแกน y ของแต่ละควอดรันต์ โดยพิจารณาจากการเลื่อนจุด ไปยังแต่ละควอดรันต์	- เขียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างค่าบนแกน X และค่าบนแกน Y ได้จากการพิจารณาข้อมูล	-

2) ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียน

ผลวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของผู้เรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ในการปฏิบัติการเรียนการสอนโดยใช้ โปรแกรม Geometer's Sketchpad แบ่งลักษณะความเข้าใจออกเป็น 3 ลักษณะซึ่งประกอบ ด้วย ความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action Conceptual understanding) ความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process Conceptual understanding) และความเข้าใจในระดับโครงสร้าง (Structural Conceptual understanding) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(1) พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในระดับการจัดกระทำ (Action Conceptual understanding) ในเรื่อง เส้นตรง ตามหัวข้อต่อไปนี้ ระบบพิกัดฉาก การหาระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด การหาจุดแบ่งระหว่างจุด 2 จุด ความชันของเส้นตรง สมการของเส้นตรง เส้นขนานและเส้น

ตั้งฉาก ระยะทางจากจุดไปยังเส้นตรงและระยะทางระหว่างเส้นคู่ขนาน นักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับนี้จะสามารถใช้โปรแกรม GSP ตามคำสั่ง โดยที่นักเรียนสามารถที่จะ เขียนพิกัด วัดความยาว หาจุดกึ่งกลาง เลื่อนจุด หาระยะทาง หาความชัน คำนวณระยะต่างๆ

(2) พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process Conceptual understanding) ในเรื่อง เส้นตรง ตามหัวข้อต่อไปนี้ ระบบพิกัดฉาก การหาระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด การหาจุดแบ่งระหว่างจุด 2 จุด ความชันของเส้นตรง สมการของเส้นตรง เส้นขนานและเส้นตั้งฉาก ระยะทางจากจุดไปยังเส้นตรงและระยะทางระหว่างเส้นคู่ขนาน นักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับนี้จะสามารถ มองเห็น สังเกตถึงความเปลี่ยนแปลงจากกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้นในแต่ละหัวข้อ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad นำไป วิเคราะห์หาข้อ

สรุปของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม เพื่อสรุปเป็น องค์ความรู้ในแต่ละหัวข้อ ได้ โดยที่นักเรียนสามารถที่จะหาข้อสรุปของการหาจุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด โดยการพิจารณาความสัมพันธ์ของพิกัดแรก และพิกัดหลังของจุดเริ่มต้นและจุดปลายของส่วนของเส้นตรง กับ พิกัดแรกและพิกัดหลังของจุดกึ่งกลางที่สามารถคำนวณได้จากการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad โดยการสังเกตในหลายๆ ตัวอย่าง ในกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้น ผู้เรียนจะสามารถมองเห็นความเหมือนและความต่างของข้อมูลที่ได้ เพื่อนำไปสรุปเป็นข้อสรุปขององค์ความรู้ของเนื้อหาที่ศึกษา

(3) พฤติกรรมของนักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับโครงสร้าง (Structural Conceptual understanding) ในเรื่อง เส้นตรง ตามหัวข้อต่อไปนี้ ระบบพิกัดฉาก การหาระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด การหาจุดแบ่งระหว่างจุด 2 จุด

ความชันของเส้นตรง สมการของเส้นตรง เส้นขนานและเส้นตั้งฉาก ระยะทางจากจุดไปยังเส้นตรงและระยะทางระหว่างเส้นคู่ขนาน นักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับนี้จะสามารถ เชื่อมโยงความรู้ในหัวข้อต่างๆนำไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่พบได้ โดยที่สามารถที่จะนำองค์ความรู้ในเรื่องการหาระยะห่างระหว่างจุดสองจุด ความชัน เส้นขนาน เส้นตั้งฉาก นำไปใช้ในการแก้ปัญหาเรื่อง การหาระยะระหว่างเส้นคู่ขนานหรือ การระยะห่างจากจุดไปยังเส้นตรง

ข้อค้นพบ

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือ

ประกอบการเรียนรู้ ที่เน้นการสร้างความรู้ความเข้าใจ บทบาทของ The Geometer's Sketchpad เป็นทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนแสดงการเป็นตัวแทน (Representation tool) ความเข้าใจระดับต่างๆโดยการวิเคราะห์จากการทำกิจกรรมของนักเรียน ตัวแทนแสดง ความเข้าใจระดับการกระทำ (Action Conceptual understanding) ในบทบาทนี้นักเรียนจะใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการทำกิจกรรมในการหาพิกัดหรือจุดต่างๆ บนกราฟ โดยใช้เมนูคำสั่ง ของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ใช้กำหนดจุดที่ต้องการวัดความยาว การหาระยะห่าง การหาพิกัดของจุด การหาความชัน และการหาสมการเส้นตรง และ ตัวแทนแสดงความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process Conceptual understanding) ในระดับกระบวนการ นักเรียนใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลง การไม่เปลี่ยนแปลง การเปรียบเทียบ ในกิจกรรมที่ครูได้เตรียมไว้การทำหลายๆ ตัวอย่าง หลายๆ ครั้ง จะช่วยให้การสังเกต พบข้อค้นพบที่เร็วขึ้น ชัดเจน และนำไปสู่การหาข้อสรุปขององค์ความรู้

6. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูผู้สอนมีความสำคัญในการเตรียมกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับเนื้อหาให้กับนักเรียน แต่ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะนำ ไม่ได้

เป็นผู้บอก บรรยาย ชี้แนะ หรืออธิบาย ในการดำเนินการจัดกิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยการปรึกษา อภิปรายกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้การดำเนินการจัดกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูผู้สอน ต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการให้นักเรียนทำกิจกรรมที่เหมาะสม ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแก้ปัญหาด้วยตนเองในการทำกิจกรรม

3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ครูควรคำนึงว่า The Geometer's Sketchpad เป็นเพียงเทคโนโลยีที่เป็นส่วนหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่สามารถที่จะแทนครูได้ ดังนั้น ครูผู้สอนยังคง

มีบทบาทเป็นผู้แนะนำ แก้ปัญหาให้กับนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรม

7. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

7.1 ควรมีการทำการวิจัยกับเนื้อหาอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตัวของผู้เรียนเองและเป็นการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอนให้เพิ่มขึ้นในวงการศึกษาของประเทศไทย

7.2 ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ เพื่อทำการวิจัย ควรจะมีการเพิ่มแผนการจัดการเรียนรู้ แรกเพื่อเป็นการปฐมนิเทศนักเรียนในการเริ่มต้นกิจกรรม เป็นการให้นักเรียนได้เตรียมความพร้อม และทบทวนความรู้เบื้องต้นในการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

8. เอกสารอ้างอิง

- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). การวิจัยเพื่อการปฏิรูปการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เอกสารประกอบรายงานการวิจัยเรื่อง การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ในโรงเรียน โดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). คู่มืออ้างอิง The Geometer's Sketchpad ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์ เรขาคณิตพลวัต. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- Heingraj, C. (2003). An investigation of a new approach to mathematics teaching and learning in Thailand. Doctoral Dissertation of Philosophy, Queensland University of Technology, Australia.

Heingraj C. (2006). **Roles of Geometer's Sketchpad in Students' Processes of Geometric Conceptual Construction on Translation : A case study.** Australia: Queensland University.

The National Council of teacher of Mathematics. (2000). **Principles and Standards for School Mathematics.** USA: Reston.