

การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
The Development of Mathematics Learning Activities based on Inquiry Cycles (5Es) Emphasizing Analytical Thinking Skill, Transformation of the geometry using The Geometer's Sketchpad as a learning tool for Matthayomsuksa 2

พิชิต ทองสัน (Pichit Tonglon)*

ชาญณรงค์ เชียงราช (Channarong Hiengraj, Ph. D.)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70 และมีนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และเพื่อศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ให้นักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนหนองตาไก้ศึกษา จำนวน 24 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติการ ได้แก่ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบท้ายวงจร 3) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการซึ่งมีวงจรปฏิบัติการวิจัย 3 วงจร ดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-5 วงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6-9 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10-12 โดยใช้รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้น ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลการปฏิบัติ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสรุปหาข้อบกพร่องและแนวทางแก้ไข นำไปปรับปรุงแผนการปฏิบัติการในวงจรต่อไป

ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบ

คำสำคัญ: สืบเสาะหาความรู้ การแปลงทางเรขาคณิต ทักษะการคิดวิเคราะห์

Keyword: Inquiry Cycles, Transformation of the geometry, Analytical thinking skill

* นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน (การสอนคณิตศาสตร์) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การเรียนรู้ เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ มีรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้การสนทนา การใช้คำถาม การใช้สื่อการสอน GSP ซึ่งช่วยชี้ให้เห็นประเด็นที่นักเรียนต้องศึกษา 2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิธีที่ได้กำหนดไว้ โดยเน้นทักษะการคิดวิเคราะห์และใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ มี 5 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุสิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์ ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยจากปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ขั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแสดงถึงองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นและเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ขั้นที่ 4 การพิจารณาแยกแยะ เป็นการพินิจ พิจารณาทำการแยกแยะ กระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้ 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่นำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาใช้ประโยชน์ทั้งในเนื้อหาที่ยากหรือซับซ้อนมากยิ่งขึ้น 5) ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ว่ามีความถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนเพียงใด ซึ่งเป็นการประเมินด้านความรู้และความเข้าใจ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 85.00 และมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 83.33 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนได้คะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยร้อยละ 91.50 และมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 83.33 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

Abstract

This research aimed to develop learning activities by using the Inquiry Cycles (5Es) emphasizing on the Analytical Thinking Skill by using The Geometer's Sketchpad as a learning tool in "Transformation of Geometry," and to develop the students' Mathematics Learning Achievement for Matayomsuksa 2 Students so that not less than 70% of students would have their learning achievement from 70% up and study the Analytical Thinking Skill from Mathematics Learning Activities by using the Inquiry Cycles (5Es) in "Transformation of Geometry," so that the students not less than 70% of students would have their learning achievement from 70% up. The target group included 24 Matayomsuksa 2/1 students at Nongtakaisuksa School

There were 3 kinds of research instrument : 1) the instrument for experimental practices including 12 Mathematics Knowledge Management Plans by using the Inquiry Cycles (5Es) emphasizing on the Analytical Thinking Skill in "Transformation of Geometry," and using The Geometer's Sketchpad as a learning tool, 2) the instrument for reflecting the practice, including the Behavioral Observation Form of Learning Activity Management, and the End Cycle Test, and 3) the instrument using for measuring the learning achievement, including the Learning Achievement Test in "Transformation of Geometry."

The design of this study was an Action Research including 3 action cycles as: Action Cycle 1; consisted of the Knowledge Management Plan 1-5, Action Cycle 2; consisted of the Knowledge Management Plan 6-9, and Action Cycle 11-15, consisted of the Knowledge Management Plan 10-12, by using the developed teaching model. Data were collected. The performance of practices were recorded. Data were concluded in order to find the disadvantages as well as guidelines to improve the action plan in next cycle.

The research findings found the development of learning activities in Mathematics Learning Substance by using the Inquiry Cycles (5Es) emphasizing on the Analytical Thinking Skill in “Transformation of Geometry,” and using the Geometer Sketchpad as a learning tool, consisted of learning activities enhancing the students to participate in activities as well as explore, and search for knowledge by themselves. They participated in group activities being given opportunity in expressing their opinion. They could share knowledge and were encouraged to develop their Mathematical Skill/Process, Analytical Thinking Skill. So, they were able to construct knowledge by themselves. The Learning Activity Models were as follows:

- 1) Engagement, was the step of introduction by using conversation, questioning, and GSP teaching media use which could help in pointing out the issues they wanted to study,
- 2) Exploration for, was the step of implementation on learning activity management based on specified technique by emphasizing on the Analytical Thinking Skill, and using the Geometer Sketchpad Program as a learning tool, including 5 steps as : Step 1; the determination of things to be analyzed, was the determination of objects, things, stories, or incidences as the initial stories for being analyzed, Step 2; the determination of problem or objective, was the determination of doubted issues from problems of the things to be analyzed, Step 3; the determination of rationales or principles, was the determination of specified issues for using in separating the component of determined things,
- 3) Explanation, was step for bringing data to analyze, interpret, conclude, and present in different patterns in order to show the existed body of knowledge as well as share opinion, and help each other,
- Step 4; the consideration for classification, was the step of consideration, classification, and distribution the specified things into parts, Step 5; the conclusions of answer, was the collection of major issues in order to find the conclusions as answers or answer the questions of specified things,
- 4) Elaboration, was the step of utilization of obtained knowledge from both of difficult content, and more complex one, and
- 5) Evaluation, was the step of investigation for what the students had learned whether it was correct or error which was the assessment of knowledge and comprehension. The students had their average learning achievement 85.00%, and there were 83.33% of them and the students had their average analytical thinking skill 91.50%, and there were 83.33% of them.

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสมรรถนะของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กรมวิชาการ, 2551) ประกอบกับมาตรฐานการศึกษา ได้กำหนดมาตรฐานด้านผู้เรียน ด้านกระบวนการและ

มาตรฐานด้านปัจจัยที่มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกันทั้งหมดโดยเฉพาะ ในมาตรฐานที่ 4, 6, 18, 22, 25 ให้สถานศึกษามีหลักสูตรที่เหมาะสมครู อาจารย์ จัดกิจกรรมและจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ด้วยการจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์ แสวงหาความรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนเป็นปัญหาสำคัญในการจัดการศึกษาของประเทศมาโดยตลอด จากการศึกษาวิจัยของสถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประเทศไทย (TIMSS) พบว่า นักเรียนทำข้อทดสอบที่เป็นแบบอัตนัยด้วยการเขียนความไม่ได้ ประกอบกับการยกตัวอย่างประกอบที่เป็นเหตุผลต่าง ๆ และการเขียนข้อความยาว ๆ ไม่ได้ และยังพบอีกว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในทางลบ จึงสะท้อนให้เห็นว่าเป็นปัญหามาจากการจัดการเรียนการสอนที่เป็นการสอนเนื้อหาวิชาและการท่องจำมากกว่าการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรียบเรียงและการเขียนสื่อความหมาย ทำให้นักเรียนเก่งในการทำข้อสอบแบบใช้ความจำมากกว่าการคิดวิเคราะห์ ส่งผลต่อการเขียนสื่อความเพื่อแสดงเหตุผลประกอบอันเนื่องมาจากไม่ได้เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ (สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์, 2551)

การคิดวิเคราะห์เป็นธรรมชาติของคนที่มีความใคร่ครวญ ตรึกตรองอย่างละเอียด ใช้ความรู้ความคิดในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปในการตัดสินใจ การคิดเป็นพื้นฐานคุณลักษณะสำคัญของผู้เรียนที่มีสติปัญญาดี เพราะทักษะกระบวนการคิดจะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดเก่ง การเรียนรู้จะมีมากขึ้น สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์ (2551) กล่าวว่า คุณลักษณะการคิดวิเคราะห์เป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ทักษะ

การคิดจึงต้องฝึกฝนพัฒนา เพื่อให้เป็นคนที่ดี คิดเก่ง ทำให้ผู้เรียนมองปัญหาได้ละเอียดมากขึ้น ประเมินค่าอย่างมีเหตุผล มีความคิดรวบยอด เพื่อนำไปสู่การสรุปตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

จากการศึกษางานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดวิเคราะห์ เช่น ศิริพร คำภักดี (2549) กตัญญูตา บางโท (2550) และดุลย์ สิม่า (2550) พบว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) สามารถพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ได้จริง และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ กระบวนการแก้ปัญหาสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ไปใช้แก้ปัญหาได้มากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างใช้กระบวนการคิดและทักษะต่าง ๆ เพื่อที่จะแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบ ทำให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ซึ่งเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548) ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ให้นักเรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล รักการเรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จาก การศึกษางานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เช่น มัลลย์ ปะติเพนัง (2550) อารีย์ ปานถม (2550) และมงคล ประเสริฐสูงษ์ (2551) พบว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ(Action Research) สามารถพัฒนามากิจกรรมการเรียนรู้ได้จริง และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น นักเรียนมีความสามารถในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ไปใช้แก้ปัญหาได้ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เช่น ทองขาว แสงสุริจันทร์ (2550) กุญมพี กาสีชา (2550) และอรรจนีย์ ศรีธรรมศาสน์ (2551) พบว่า การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนจะเกิด ความสนใจและความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น นักเรียนสนใจและสามารถทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองได้มากขึ้น สามารถตอบคำถามได้ดีตลอดจนจดจำทฤษฎีบทได้แม่นยำและจำได้นานกว่าที่เรียนโดยไม่ใช้สื่อการสอน โดยผู้เรียนจะสร้างความเข้าใจด้วยตนเองจากการกระทำกับวัตถุโดยการจัดกระทำทีละขั้นตอน สามารถเรียงจากขั้นตอนง่าย ๆ แล้วค่อยเพิ่มขึ้นทีละน้อย สร้างโอกาสในการคิดและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ดี ผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

จากการศึกษาสภาพปัจจุบัน ของโรงเรียนหนองตาไก้ศึกษา ตำบลสีชมพู อำเภอสีชมพู จังหวัดขอนแก่น

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยม เขต 25 (ขอนแก่น) พบว่า จากรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รอบที่ 1 (พ.ศ.2544-2548) และรอบที่ 2 (พ.ศ.2549-2553) ระดับคุณภาพมาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ อยู่ในรับพอใช้ และดีตามลำดับ และระดับคุณภาพในมาตรฐานที่ 5 ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร อยู่ในระดับปรับปรุงและพอใช้ตามลำดับ และจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ย้อนหลัง 2 ปี ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านมาได้ผลการเรียนเฉลี่ยตามลำดับ ดังนี้ คือ 2.54 และ 2.69 (กลุ่มบริหารงานวิชาการโรงเรียนหนองตาไก้ศึกษา, 2552) จะเห็นได้ว่าผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่อยู่ในระดับปรับปรุงและผลการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ

จากผลการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถและมีทักษะในการคิดวิเคราะห์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้นักเรียน

จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3. เพื่อศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ จากกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ให้แก่นักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการปฏิบัติงานอย่างมีขั้นตอน มีการวางแผน ปฏิบัติการ สังเกตการณ์ และสะท้อนผลการปฏิบัติในแต่ละวงจร เพื่อปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนค้นหาองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้การสนทนา การใช้คำถาม การใช้สื่อการสอนซึ่งช่วยชี้ให้เห็นประเด็นที่นักเรียนต้องศึกษา

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิธีที่ได้กำหนดไว้ โดยเน้นทักษะการคิดวิเคราะห์และใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ มี 5 ขั้น

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุสิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยจากปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

ขั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับใช้แยกแยะส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้

3) ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แผลผล สรุปผลและนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแสดงถึงองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น และเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 4 การพิจารณาแยกแยะ เป็นการพินิจ พิจารณาทำการแยกแยะ กระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาใช้ประโยชน์ทั้งในเนื้อหาที่ยากหรือซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ว่ามีความถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนเพียงใด ซึ่งเป็นการประเมินด้านความรู้และความเข้าใจ

3. ทักษะการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ประกอบด้วยทักษะการคิดวิเคราะห์ 5 ทักษะ คือ 1) ทักษะการจำแนก 2) ทักษะการจัดหมวดหมู่ 3) ทักษะการเชื่อมโยง 4) ทักษะการสรุปความ 5) ทักษะการประยุกต์

4. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ หมายถึง เครื่องมือวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยข้อคำถามมุ่งเน้น สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ การกำหนดปัญหา การกำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ การพิจารณาแยกแยะ และการสรุป โดยใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบหรือจัดโครงสร้างหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ เพื่อให้ได้ความรู้ความเข้าใจ หาสาเหตุและผลของสิ่ง

ที่เกิดขึ้น โดยแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 วงจร แต่ละวงจรเป็นแบบทดสอบปรนัย 15 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย 2 ข้อ ซึ่งเป็นคำถามเชิงวิเคราะห์แก้ปัญหาและนำไปใช้อย่างสมเหตุสมผล โดยกำหนดเกณฑ์ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไป

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย 30 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย 3 ข้อ

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบอัตนัย 3 ข้อ

7. โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือ GSP เป็นระบบซอฟต์แวร์สำหรับสร้างสำรวจและวิเคราะห์สิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์หลายด้าน เราสามารถใช้เรขาคณิตสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีปฏิสัมพันธ์ได้หลากหลายตั้งแต่การค้นหาลำดับพื้นฐานซึ่งเกี่ยวกับรูปร่างและจำนวนไปจนถึงภาพวาดขั้นสูงที่มีความซับซ้อนและเคลื่อนไหวได้สำหรับนักเรียน (สสวท., 2548) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถนำมาพัฒนาแบบให้เหมาะสมในการเรียนการสอนในเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนหนองตาไก้ศึกษา จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 24 คน

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการวางแผน (Plan) 2) ขั้นการปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจำแนกได้ดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 12 แผน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่

(1) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

(2) แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติ

3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบอัตนัย 3 ข้อ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1) ก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยปฐมนิเทศผู้ช่วยวิจัยและนักเรียนเพื่อสร้างข้อตกลงและทำความเข้าใจโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) ดำเนินการปฏิบัติการตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 12 แผน โดยแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-5 วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6-9 วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10-12

3) การสะท้อนผลการสอนหลังจากสิ้นสุดการสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะมีการทำแบบทดสอบ

ย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ การประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย เพื่อให้ได้ข้อมูลมาสะท้อนผลการปฏิบัติ และปรับปรุงการสอนในวงจรปฏิบัติการต่อไป

4) ประเมินผลการเรียน เมื่อผู้วิจัยทำการสอนครบ 12 แผน แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ สรุปและแปรผลต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ดังนี้

1) การวิเคราะห์เชิงปริมาณ ใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย และการหาร้อยละของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70 และมีนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการบันทึก แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ โดยผู้ช่วยวิจัยและผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้เหล่านี้มาปรึกษาหารือและวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาหาทางแก้ไขปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสรุปเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ

เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ทุกโดยใช้การสนทนา การใช้คำถาม การใช้สื่อการสอน GSP ซึ่งผู้วิจัยช่วยชี้ให้เห็นประเด็นที่นักเรียนต้องศึกษา พื้นฐานความรู้ที่เป็นสิ่งจำเป็น

2) ขั้นสำรวจและค้นหา

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุสิ่งของของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนตีความ ทำความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความของสิ่งนั้น

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยจากปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะกำหนดเป็นคำถามหรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุ หรือความสำคัญ

ขั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้

ขั้นสำรวจและค้นหาเป็นขั้นที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการสำรวจและค้นหาในเนื้อหาและสร้างแนวความคิดของนักเรียนเอง เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้วิจัยคอยใช้คำถามกระตุ้นดูแลให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และทำความเข้าใจด้วยตนเอง

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ขั้นที่ 4 การพิจารณาแยกแยะ เป็นการพินิจ พิจารณาทำการแยกแยะ กระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อนำไปสู่การคิดวิเคราะห์ ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนพิจารณาแยกแยะได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้อาภิบาลวิเคราะห์ แปลผลสรุปผลและนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแสดงถึงองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นและเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ผู้วิจัยต้องใช้คำถามนำไปสู่ข้อสรุป เป็นผู้ให้คำแนะนำและแก้ไขข้อสรุปให้ชัดเจนสามารถเข้าใจตรงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) ขั้นขยายความรู้

เป็นขั้นที่นักเรียนนำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาใช้ประโยชน์ทั้งในเนื้อหาที่ยากหรือซับซ้อนมากยิ่งขึ้น นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้และทำให้เกิดองค์ความรู้กว้างขวางขึ้น ขยายความคิดและคำนึงถึงผลที่จะเกิดในมุมมองที่หลากหลายแตกต่างกัน

5) ขั้นประเมินผล

เป็นการตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ว่า มีความถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนเพียงใด ซึ่งเป็นการประเมินด้านความรู้และความเข้าใจของนักเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดร้อยละ 85.00 และมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 83.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการคิดวิเคราะห์

จากผลการวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยคิดร้อยละ 91.50 และมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 83.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ ไปใช้ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องอื่น โดยเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม

2. ควรนำรูปแบบการสอนนี้ ไปใช้ต่อเนื่องกับนักเรียนกลุ่มเดิม เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นในด้านอื่น ๆ เช่น เจตคติในการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กัญมณี กาลิสา. (2550). การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม โดยใช้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กัตถัญญา บางโท. (2550). ศึกษาการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด (Open-ended Problem). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กรมวิชาการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนหนองตาไก้ศึกษา. (2552). รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษาโรงเรียนหนองตาไก้ศึกษา ประจำปีการศึกษา 2552. ขอนแก่น: โรงเรียนหนองตาไก้ศึกษา.
- ชาญณรงค์ เชียงราช. (2550). Learning and teaching geometry: ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา (214 739) Cognitive Science. ขอนแก่น: สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ดุลย์ สิม่า. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงเรขาคณิต และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) และกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทองขาว แสงสุริจันทร์. (2550). การศึกษาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศลาวโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มงคล ประเสริฐสังข์. (2551). การศึกษาโครงสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พาราโบลาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5Es. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มาลัย ปะติเพนัง. (2550). ศึกษาการพัฒนาแผนการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ (Inquiry Method). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริพร คำภักดี. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและเรื่องพหุนาม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGI) กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). คู่มืออ้างอิง The Geometer's Sketchpad (ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์ เรขาคณิตพลวัต) Version 4.06 (ภาษาไทย). กรุงเทพฯ: สสวท.
- สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์. (2551). ทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.

- อรรถนัย ศรีธรรมศาสน์. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติโดยใช้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's
Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อารีย์ ปานถม. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง โจทย์ปัญหาระคนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E กับการเรียนรู้ปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.