

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปวงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

The Development of Mathematics Learning Activities Based on Constructivist Theory Using the Geometer's Sketchpad as a Learning Tool on Circles for Pratomsuksa VI

อรุณวรรณ ไสภาคำ (Arunwan Sophakum) *

ชาญณรงค์ เอียงราช (Channarong Heingraj, Ph.D.) **

บทคัดย่อ

วิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปวงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (2.1) ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป (2.2) มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป 3) เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลศรีธาตุ อำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง 6/1 จำนวน 34 คน และห้อง 6/2 จำนวน 35 คน รวม 69 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีสภาพทางการเรียนใกล้เคียงกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปวงกลม 2) เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติการ ได้แก่ แบบบันทึกการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ แบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลการวิจัย พบว่า

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียน และทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นตอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) ขั้นไตร่ตรองรายบุคคล (2) ไตร่ตรอง

คำสำคัญ: การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

Keywords: The Development of Mathematics Learning Activities, Constructivist Theory,
The Geometer's Sketchpad

* นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กลุ่มย่อย (3) ขั้นไตร่ตรองระดับชั้น 3) ขั้นสรุป เป็นการสรุปมโนคติ ความรู้ หรือหลักการต่าง ๆ ที่ได้เรียนในแต่ละชั่วโมง 4) ขั้นฝึกทักษะและการนำไปใช้ 5) ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบระดับความรู้ของนักเรียนจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกทักษะว่ามีความรู้ความสามารถตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้หรือไม่

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม เรื่องรูปวงกลม พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนในวงจรที่ 1 มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ย 70.10 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 70.59 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนในวงจรที่ 2 มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ย 73.62 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 74.29

3. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนมีความคิดเห็นไปในทางเห็นด้วย และยังพบว่านักเรียนเห็นด้วย ร้อยละ 100 เป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับ โปรแกรม GSP สามารถช่วยในการมองเห็นภาพ ทำให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นและต้องการให้นำโปรแกรม GSP มาเป็นสื่อในการเรียนเนื้อหาอื่น

Abstract

This research aims to 1) develop mathematics learning activities based on constructivist learning theory using the Geometer's Sketchpad as a learning tool on circles for Prathomsuksa VI ; 2) improve mathematics learning achievement of students (2.1) improve the average achievement score of more than 70% (2.2) improve learning through constructivist learning theory using the Geometer's Sketchpad as a learning tool no less than 70% of the students; 3) study the attitude of the students toward the mathematics learning activities based on constructivist learning theory using the Geometer's Sketchpad as a learning tool.

The target group was Prathomsuksa VI students from Anubansrithat School, Srithat district, Udon Thani province, Udon Thani Prathomsuksa Educational service area 2. The data was collected from 69 students in two classes namely Prathomsuksa 6/1 (34 students) and Prathomsuksa 6/2 (35 students) during semester 2, academic year 2554 (2011). These students had similar learning background.

The research tools were divided into three types 1) classroom action instructional tools including mathematics learning plans on circles with constructivist learning activities using the Geometer's Sketchpad as a learning tool; 2) reflective tools including a behavior observation form, a form for recording lesson plan outcomes, exercises, and an attitude test toward the learning activities; 3) evaluation tool of learning management including a mathematics learning achievement test.

The research results were as follows:

1. Mathematics learning activities based on constructivist theory using the Geometer's Sketchpad as a learning tool consisted of 5 important stages including 1) Introduction – a preparatory stage where students reviewed their prior knowledge; 2) Action – this stage included (1) personal reflection, (2) small group reflection, and (3) classroom reflection ; 3) Conclusion – a stage of making conclusion of the concepts, knowledge or principles that students learned in each class; 4) Elaboration – this is a practice and implementation stage; 5) Evaluation – an evaluation stage where students completed exercises and activities to measure their knowledge gained from the activities.

2. Regarding mathematics learning outcome on circles, it was found that in cycle 1, 24 students (70.59%) reached the criteria with an average test score of 70.10%. In cycle 2, there were 26 students (74.29%) who could pass the criteria with an average test score of 73.62%.

3. Students had a good attitude toward the mathematics learning activities based on constructivist theory using the Geometer's Sketchpad as a learning tool. 100% of the students agreed that GSP could assist them in gaining visual, better understanding of the content. They also wanted to GSP as a learning tool in other topics.

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันวิธีการสอนยังมุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาวิชามากกว่าการเรียนรู้จากสภาพที่เป็นจริงและไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การแสดงความคิดเห็นและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542) การจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้สอนต้องคำนึงถึงความสนใจ ความถนัดของผู้เรียนและความแตกต่างของผู้เรียน การจัดสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ จึงควรให้มืออย่างหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจ การพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสาระที่ใช้เป็นพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยความรู้ ทักษะ มโนคติ และส่วนที่เป็นวิธีการ

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการกระทำของตนเอง (Theory Of Active Knowing) มีแนวคิดหลักว่าบุคคลเรียนรู้โดยอาศัยปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันโดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานมากกว่าอาศัยเพียงการรับรู้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมหรือจากการสอนจากภายนอกเท่านั้น การจัดการเรียนการสอนจึงต้องทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) ที่เกิดจากการที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เพื่อ

เป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรอง (Reflection) และนำไปสู่การสร้างโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Restructuring) ที่ได้รับการตรวจสอบจากตนเองและผู้อื่นว่าสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างนั้นได้และเป็นพื้นฐานสำหรับโครงสร้างใหม่ต่อไป (ไพจิตร สะดวกการ, 2539 อ้างอิงใน อรรถนีย์ ศรีธรรมศาสน์, 2551) จากประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เขาได้พบ ได้สัมผัสและได้ทำ โดยอาศัยประสบการณ์และโครงสร้างเดิมของแต่ละบุคคล ซึ่งกระบวนการในการสร้างความรู้นั้นเป็นการกระทำของเด็กเอง การกระทำที่ผ่านการกระทำของผู้เรียนเองจะทำให้ผู้เรียนตื่นตัว รู้จักควบคุมการเรียนรู้ของตนเองและส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตลอดจนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคล อันจะส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิด สามารถวิเคราะห์สังเคราะห์ แสดงความคิดเห็น และแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548) ได้เสนอแนวคิดว่าพัฒนาการของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่ จะแบ่งออกเป็น 4 ระยะในการจัดการเรียนรู้ต้องให้เด็กได้รับประสบการณ์ หรือกิจกรรมที่เด็กลงมือกระทำด้วยตนเองจึงจะช่วยให้เกิดความเข้าใจ ซึ่งครูเป็นผู้เตรียมเนื้อหา หรือประสบการณ์ที่จะให้เด็กค้นพบความคิดรวบยอดด้วยตนเองเช่นเดียวกับ Bruner มีความเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ เด็กต้องได้ร่วมกระบวนการค้นพบหรือกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และจากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎี

คอนสตรัคติวิสต์ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์สูงขึ้นและมีผลทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.] (2548) ได้ตระหนักในความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีช่วยในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น จึงได้ศึกษาและพิจารณาโปรแกรมต่าง ๆ และเห็นว่าโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับสร้างสำรวจและวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์หลายด้าน สามารถใช้สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีปฏิสัมพันธ์ได้หลากหลายตั้งแต่การค้นหาในระดับพื้นฐาน ซึ่งเกี่ยวกับรูปร่างและจำนวนไปจนถึงภาพวาดขั้นสูงที่มีความซับซ้อน เคลื่อนไหวได้ และมีความสามารถในการสร้างโมเดลที่สื่อความหมายชัดเจน GSP เป็นโปรแกรมที่สามารถอธิบายเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว เกิดจินตนาการและทำความเข้าใจกับเนื้อหาได้อย่างเข้าใจ ทำให้คณิตศาสตร์ไม่กลายเป็นเรื่องน่าเบื่อสำหรับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับ วัฒนาปัญจรักษ์ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมดังกล่าวได้พัฒนาและสร้างแผนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นความรู้ที่พัฒนาโดย Heingraj ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง กิจกรรมที่สร้างขึ้นที่สามารถทำให้ผู้เรียนสามารถจัดกระทำและค้นพบองค์ความรู้จากกิจกรรมได้หลากหลายด้วยตัวของผู้เรียน

จากรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รอบ 2 (พ.ศ. 2549 - 2553) ปรากฏว่าโรงเรียนอนุบาลศรีธาตุมีมาตรฐานด้านครูผู้สอนมาตรฐานที่ 9 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับครูมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้เท่านั้น เนื่องจาก

การจัดการเรียนการสอนของครูในโรงเรียนอนุบาลศรีธาตุ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีธาตุ เขต 2 ครูยังใช้เทคนิคการสอนแบบเดิม ๆ และเน้นครูเป็นศูนย์กลาง ขาดสื่อการสอนที่ทันสมัย ไม่นำสื่อทางเทคโนโลยี มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจในการเรียนรู้ ไม่เข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง ไม่เกิดความคงทนในด้านความรู้ความเข้าใจ สมศ. ได้มีข้อเสนอแนะสำคัญในการพัฒนาว่า ครูควรมีการปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้และทุกระดับชั้น เน้นกระบวนการแก้ปัญหาในชั้นเรียนอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง และควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนแล้วนำผลมาใช้แก้ปัญหาผู้เรียน (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน), 2553) นอกจากนี้ยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบ O-Net ได้คะแนนเฉลี่ย 31.08 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของระดับจังหวัดอุดรธานี ซึ่งระดับจังหวัดมีค่าเฉลี่ย 34.17 และเมื่อแยกเป็นรายสาระการเรียนรู้ พบว่าสาระที่ 2 การวัด มีคะแนนเฉลี่ย 14.11 ซึ่งต่ำกว่าทุกสาระ (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2553) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิรินา วาจาสิทธิ์ (2547) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปวงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พบปัญหาว่าการจัดการเรียนรู้อย่างไม่หลากหลาย สภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังไม่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบกับวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม จึงทำให้นักเรียนเรียนแบบท่องจำ ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาต่อไป จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่ำ

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้นั้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะ

พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และมั่นใจว่าจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กำหนดไว้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้เรื่องรูปวงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง รูปวงกลม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1) ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

2) มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปวงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ แก้ปัญหาและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยประสบการณ์เดิม หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เป็นจุดเริ่มต้น มีลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นเตรียมความพร้อมนักเรียนและทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง

กับเรื่องที่เรียนหรือโมเดลที่จำเป็นต้องเป็นพื้นฐานสำหรับความรู้ใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นนี้ประกอบด้วย

- ขั้นไตร่ตรองรายบุคคล เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่จะนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลจากใบกิจกรรมรายบุคคลที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้

- ขั้นไตร่ตรองรายกลุ่มย่อย เมื่อนักเรียนคิดเป็นรายบุคคลโดยแต่ละคนคิดคำตอบของตนไว้แล้ว จากนั้นครูจัดกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 6 คน ประกอบด้วย เก่ง : ปานกลาง : อ่อน แล้วให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อเสนอคำตอบต่อกลุ่มตน กลุ่มย่อยตรวจสอบและเลือกคำตอบที่สมาชิกกลุ่มเห็นชอบมากที่สุด ในขั้นนี้สมาชิกทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา โดยการแบ่งหน้าที่การทำงานให้ชัดเจน

- ขั้นไตร่ตรองระดับชั้น เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนออกมาเสนอวิธีคิดและคำตอบของกลุ่มตนโดยการสุ่มกลุ่มและตัวแทนดังนั้นทุกคนจะต้องมีความพร้อมที่จะออกมาเสนอ และถ้าคำตอบและการให้เหตุผลของกลุ่มที่ออกมาเสนอมีความขัดแย้งนักเรียนในกลุ่มอื่นๆ สามารถแย้งได้ และถ้าไม่สามารถยุติได้ให้ครูเป็นผู้ยุติ เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอแล้ว ทุกคนจะแสดงความคิดเห็น ซักถาม เพื่อหาข้อสรุปในเรื่องที่ได้เรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิด หลักการ และแนวทางแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียน ครูช่วยสรุปเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้ความคิดรวบยอดและหลักการที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ครูเตรียมมาให้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การตรวจใบกิจกรรมและการตรวจแบบฝึกทักษะ

2. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ (Research On

Activities Development) เรื่อง รูปวงกลม จำนวน 7 แผน โดยใช้กับนักเรียน 2 กลุ่ม แบ่งเป็น 2 วงจร แต่ละวงจร มีกระบวนการพัฒนาอยู่ 5 ขั้นตอน คือ

1) ขั้ววิเคราะห์ทฤษฎี (Theory Analysis) ในที่นี้ใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2) ขั้ววางแผน (Planning) โดยการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องวงกลม ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้วนำเข้าสู่บทเรียน (2) ขั้วจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้ประกอบด้วย ขั้วไตร่ตรองรายบุคคล ขั้วไตร่ตรองรายกลุ่มย่อย ขั้วไตร่ตรองรายชั้น (3) ขั้วสรุป (4) ขั้วฝึกทักษะ (5) ขั้วประเมินผล

3) ขั้วปฏิบัติการสอน (Implementation Of Instruction) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้

4) ขั้วสังเกตและประเมินผล (Observation And Assessment) ครูผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเฝ้าสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนพร้อมทั้งบันทึกเป็นแบบสังเกตบันทึกเป็นวิดิทัศน์

5) ขั้วสะท้อนผลการปฏิบัติการสอน (Reflection) ครูผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้และนำกลับไปใช้ในวงจรต่อไป

3. โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หมายถึง โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สร้างภาพเพื่อแสดงภาพวงกลมและการดำเนินการเกี่ยวกับวงกลม นอกจากนั้นยังเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้าง สุ่ม และวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์หลายด้านสามารถใช้เรขาคณิตพลวัตสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีปฏิสัมพันธ์ ได้หลากหลายตั้งแต่การค้นหาในระดับพื้นฐานซึ่งเกี่ยวกับรูปร่างและจำนวนไปจนถึงภาพวาดขั้นสูงที่มีความซับซ้อนและเคลื่อนไหวได้

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงคะแนนความสามารถของผู้เรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปวงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. เจตคติของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม ที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ อันเป็นผลเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ แล้วส่งผลให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **ระเบียบวิธีวิจัย** รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ (Research On Activities Development) มีองค์ประกอบอยู่ 5 ขั้นตอน (ชาญณรงค์ เจริญราช, 2548) คือ 1) ขั้ววิเคราะห์ทฤษฎี 2) ขั้วการวางแผน 3) ขั้วปฏิบัติการสอน 4) ขั้วสังเกตและประเมินผล และ 5) ขั้วสะท้อนผลการปฏิบัติการสอน

2. **กลุ่มเป้าหมาย** เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลศรีธาตุ อำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 2 ห้องเรียน คือห้อง 6/1 จำนวน 34 คน และห้อง 6/2 จำนวน 35 คน รวม 69 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีสภาพทางการเรียนใกล้เคียงกัน

3. **เครื่องมือที่ใช้** เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปวงกลม ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน

2) เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติการ ได้แก่ แบบบันทึกการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างดำเนินการปฏิบัติการวิจัยและหลังจากสิ้นสุดการดำเนินการวิจัย โดยนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ นำมาหาค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนเฉลี่ย

2) ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้จากแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบบันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ นำมาวิเคราะห์ สรุปและเขียนเป็นความเรียงบรรยายพฤติกรรมการเรียนรู้

สรุปผลการวิจัย

จากการนำรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง รูปวงกลม ผลการวิจัยประกอบด้วย 3 ด้านคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งปรากฏผลดังต่อไปนี้

1. การพัฒนากิจกรรมโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่สังเคราะห์ขึ้นมีกระบวนการ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยการทบทวนความรู้เดิม กระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงประสบการณ์เดิมเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา ค้นหาและระลึกถึงความรู้และประสบการณ์เดิม เพราะถ้านักเรียนสามารถระลึกถึงประสบการณ์เดิมได้มากนักเรียนจะมีข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายได้มาก ซึ่งเป็นการทดสอบความคิดรวบยอดความรู้เดิมให้สัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ หลังจากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2) ขั้นจัดกิจกรรม

(1) ขั้นไตร่ตรองเป็นรายบุคคลเป็นขั้นที่ครูเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่องรูปวงกลมและสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียนให้ นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ซึ่งเป็นแฟ้มข้อมูลที่ครูเตรียมไว้ให้ เป็นสื่อในการช่วยแก้ปัญหา ในกิจกรรมจะเป็นลักษณะที่กระตุ้นให้นักเรียนพยายามสำรวจ ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายเป็นรายบุคคล โดยใช้คำถามในลักษณะสร้างสรรค์เพื่อให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา

(2) ขั้นไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย เป็นขั้นที่สมาชิกในกลุ่มย่อยเสนอแนวทางแก้ปัญหาของตนเองต่อกลุ่มย่อย ซึ่งครูจะต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดออกมาซึ่งเป็นการแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจของนักเรียนว่ามีความน้อยเพียงใด และช่วยให้สมาชิกเห็นแนวทางแก้ปัญหาของคนอื่นมากยิ่งขึ้นโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เป็นสื่อในการปฏิบัติให้เห็นจริง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จากนั้นให้เพื่อน ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องถึงความสมเหตุสมผลจากการได้ปฏิบัติจริง

(3) ขั้นไตร่ตรองระดับชั้นเรียน เป็นขั้นที่กลุ่มย่อยเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และแสดงให้เห็นจริงถึงความสมเหตุสมผล กลุ่มย่อยจะมีส่วนร่วมช่วยให้ทุกคนมีความพร้อมที่จะนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น พร้อมทั้งตอบข้อซักถามและชี้แจงเหตุผล นักเรียนทุกคนจะได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายและตรวจสอบถึงความถูกต้องและเหมาะสมแนวทางในการแก้ปัญหา ประเมินทางเลือกถึงข้อดี - ข้อจำกัดของแต่ละทางเลือกและสรุปแนวทางเลือกทั้งหมดเพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ และถ้าครูมีวิธีการอื่น ๆ นอกเหนือจากที่นักเรียนนำเสนอไปแล้วแต่นักเรียนไม่ได้นำเสนอครูสามารถเพิ่มเติมได้อีก

3) **ขั้นสรุป** เป็นการสรุปโครงสร้างใหม่ทางปัญญา โดยนักเรียนร่วมกันสรุป หลักการ และกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียนโดยใช้วิธีสนทนา ซักถามและครูช่วยเสริมแนวคิด หลักการ ความคิดรวบยอดและกระบวนการแก้ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4) **ขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้** เป็นขั้นที่ให้นักเรียนฝึกทักษะจากแบบฝึกทักษะที่ครูสร้างขึ้นที่มีสถานการณ์ที่หลากหลายหรือที่นักเรียนสร้างสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม นักเรียนเลือกทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและสามารถอธิบายวิธีแก้ปัญหาของตนเองได้ ให้เพื่อนในกลุ่มช่วยกันตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องจากบัตรเฉลย นักเรียนแต่ละคนอาจจะเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันซึ่งการฝึกทักษะจะช่วยให้นักเรียนมีความคงทนในการจำและเกิดความคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็ว และพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล

5) **ขั้นประเมินผล** เป็นการประเมินผลจากการทำใบกิจกรรม จากการทำแบบฝึกทักษะ และจากสถานการณ์ที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความรู้ของนักเรียนในเรื่องที่เรียนว่า นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้หรือไม่

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลจากการนำรูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มาใช้ในการสอนทำให้นักเรียนมีการพัฒนาตนเอง สังเกตได้จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวงจรที่ 1 กับวงจรที่ 2 ซึ่งวงจรที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.10 ส่วนวงจรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.62 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ในวงจรที่ 1 จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 70.59 ของนักเรียนหมด และในวงจรที่ 2 จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 74.29 ของนักเรียนหมด

3. **เจตคติ** ผลจากการนำรูปแบบการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ มาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้

นักเรียนมีเจตคติเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไปในทางที่เห็นด้วย และยังพบว่า นักเรียนเห็นด้วยร้อยละ 100 เป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับ โปรแกรม GSP สามารถช่วยในการมองเห็นภาพ ทำให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นและต้องการให้นำโปรแกรม GSP มาเป็นสื่อในการเรียนเนื้อหาอื่น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนอาจไม่คุ้นเคยกับรูปแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรม ครูผู้สอนจึงควรปฐมนิเทศผู้ช่วยวิจัยและนักเรียนให้เข้าใจรูปแบบและบทบาทของตนเองอย่างชัดเจน เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จมากที่สุด

2) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนมีบทบาทในการให้คำแนะนำแก่นักเรียนและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสและกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง อภิปรายกับเพื่อนภายในกลุ่ม และแสดงความคิดเห็นอย่างเสมอภาคกัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการนำผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ นี้ไปใช้กับวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ อีก เช่น การแก้โจทย์ปัญหา ทศนิยม หรือร้อยละ

2) ควรมีการนำผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ ไปศึกษาเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ในระดับชั้นเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

- ชาญณรงค์ เชียงราช. (2548). การศึกษาการใช้เครื่องคิดเลขกราฟิกในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และกระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา. รายงานการวิจัยโครงการที่ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย ประเภทอุดหนุนทั่วไป ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2548. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วัฒนา ปัญรักษ์. (2551). การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พาราโบลา โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ: ครุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2553). รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6) ปีการศึกษา 2553. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2550). รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รอบสอง (พ.ศ. 2549 - 2553). กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). คู่มืออ้างอิงซอฟต์แวร์เชิงสำรวจคณิตศาสตร์ เรขาคณิตพลวัต เวอร์ชัน 4.06. กรุงเทพฯ: สสวท.
- สุนทรีย์ สว่างคีนาม. (2550). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เส้นตรง โดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรรถเจนี ศรีธรรมศาสตร์. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.