

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม

The Geometer's Sketchpad ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

Development of Learning Activities on Geometry Using

the Geometer's Sketchpad for Prathom Suksa 4

ชไมพร ทานะพันธ์¹ ประยูร บุญไช้² สอาด ม่วงจันทร์³

Chamaiporn Tanakhun¹, Prayoon Boonchai² and Sa-at Muangchan³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนอนุบาลกุสุมาลย์ อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร จำนวน 38 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบวัดเจตคติในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ t-test ชนิด Dependent Samples

ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีค่าเท่ากับ 84.12/82.89 ซึ่งสูง กว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad โดยรวมมีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 4.40 อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ เรขาคณิต โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

³ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ABSTRACT

The purposes of this research were to; 1) develop learning activities on Geometry using the Geometer's sketchpad to meet the efficiency criteria of 75/75, 2) compare the student' learning achievements between before and after learning through the develop learning activities, and 3) study the student' attitudes towards learning. The sampling group was 38 student prom prathomsuksa 4/2 who enrolled in the first semester of academic year 2014 at Anubankusuman School, Kusuman District, Sakon Nakhon province. The sample of study were selected through the cluster Random sampling technique the instrument used in this research were 8 lesson plans, a learning achievement test and an attitude test. The design of this study was one group pretest-posttest. The statistics used were mean, percentage, standard deviation and t-test (Dependent samples).

The study revealed as follows:

1. The efficiency of develop learning activities was at 84.12/82.89 which was higher than the set criteria of 75/75.
2. The students' learning achievements after learning were higher than before at the .01 level of significance.
3. The students' attitudes towards the develop learning activities were at the high level ($\bar{x} = 4.40$) according to the expected hypothesis.

Keywords : Learning Activities, The Geometry, Geometer's Sketchpad

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 มาตรา 22 กล่าวถึงแนวทางการจัดการศึกษาว่า ต้องยึดหลัก ผู้เรียนเป็นสำคัญทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการเรียนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ การจัดการกระบวนการเรียนรู้ ต้องจัดเนื้อหาและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างของผู้เรียน ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และประยุกต์ใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ผลสัมพาสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างสมดุล รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์ไว้ในทุกรายวิชา ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการสอน อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ จากสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย พ่อแม่ ผู้ปกครอง ชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้อให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาและทุกสถานการณ์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542, หน้า 75)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผลกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบตลอดจนมีทักษะการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ยิ่งกว่านั้นคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ทำให้มีการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีอย่างมากมาในทุกวัน (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทท.), 2551, หน้า 65)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม สูง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการคิดการใช้สัญลักษณ์มากกว่าการใช้ สื่ออุปกรณ์ และเป็นการสรุปผลแบบอนุมานมากกว่า อุปมาน (สุนันท์ ฉิมวัย, 2543, หน้า 2) โดยเฉพาะคณิตศาสตร์ ที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวกับเรขาคณิต เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ สมบัติของรูป ขนาด รูปร่างและตำแหน่งในปริภูมิ ผู้เรียน ส่วนใหญ่มีความคิดว่าเป็นวิชาที่ยาก ไม่สนุก (สิริวรรณ ตั้งจิตวัฒนะกุล, 2542, หน้า 62) อีกทั้งครูยังสอนโดยยึด หลักการเก่าๆ คือจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นครู เป็นศูนย์กลางอธิบายแล้วยกตัวอย่างประกอบไม่ใช่สื่อ ประกอบการเรียนการสอน และนักเรียนคิดว่าคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่ยากน่าเบื่อหน่ายไม่สนุกและยังมีเนื้อหาที่ยาก เกินไป (ปรีชา วันโนนาม, 2548, หน้า 1) ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ ของครูผู้สอนที่จะต้องสรรหาเทคนิควิธีการใหม่ๆ ในการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อเสริม บรรยากาศในการเรียนของนักเรียน จัดกิจกรรมที่เอื้อต่อ การค้นพบเพื่อเสริมสร้างความรู้และเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ กิจกรรมควรท้าทาย น่าสนใจ เปิด โอกาสให้นักเรียนทดลองปฏิบัติ สังเกต สัมผัส สำรวจ วิพากษ์วิจารณ์ พุด ดิด แก้ปัญหาและแสดงเหตุผลทาง คณิตศาสตร์ (ปานทอง กุลนาถศิริ, 2541, หน้า 65-68) นอกจากนี้แล้วในการจัดการเรียนการสอน ควรให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมใน กิจกรรมหลายรูปแบบ เช่น การปฏิบัติการ การอภิปราย กิจกรรมการค้นพบ ใช้วัสดุช่วยสอนเพื่อให้นักเรียน พยายามสรุปผลหรือมโนมติด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้ ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากสื่อต่างๆ (สุนันท์ ฉิมวัย, 2543, หน้า 2)

โรงเรียนอนุบาลกุสุมาลย์เป็นโรงเรียนระดับ ประถมศึกษาประจำอำเภอกุสุมาลย์มีนักเรียนตั้งแต่ระดับ อนุบาลถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 844 คน จัดเป็น โรงเรียนขนาดกลางค่อนข้างใหญ่โรงเรียนมีห้องปฏิบัติการ ต่างๆ เช่น ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการ ทางภาษาโดยเฉพาะห้องปฏิบัติการที่มีความพร้อมอีก

อย่างหนึ่งคือ “ห้องปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์” ซึ่งมี จำนวน 2 ห้อง มีเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 52 เครื่อง เมื่อตรวจสอบความพร้อมในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของ นักเรียนแล้วพบว่านักเรียนมีโอกาสในการใช้เครื่อง คอมพิวเตอร์ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 จึงถือได้ว่า นักเรียนมีความพร้อมพื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์ ค่อนข้างมาก

ผู้วิจัยรับผิดชอบในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับ ประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งพบว่าการเรียนการสอนวิชาดังกล่าว ที่ผ่านมามีปัญหาในเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้าง ต่ำและที่สำคัวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียน ค่อนข้างจะมีเจตคติไม่ค่อยดีโดยคิดว่าเป็นเรื่องยากจึงขาด ความสนใจหรือไม่ตั้งใจศึกษาเท่าที่ควรทำให้ผู้วิจัยคิดว่า น่าจะหาเทคนิควิธีการสอนใหม่ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นและตามนโยบาย ของกระทรวงศึกษาธิการที่อยากให้ครูปฏิรูปการสอนโดย เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการศึกษาและให้เน้นการ สอนที่เน้นการใช้สื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมให้ มากขึ้น

ผลการประเมินและการตรวจสอบคุณภาพและ มาตรฐานการศึกษาของสถานศึกษาจากภายนอก (สมศ, 2549) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) พบว่า สถานศึกษาของรัฐบาล ประมาณร้อยละ 65 ยังไม่ได้มาตรฐานทั้งด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนและคุณภาพ การสอนของครู และผลการทดสอบระดับชาติทุกช่วงชั้น วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนต่ำมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาร่วมกับ นานาชาติ สาเหตุของการอ่อนด้อยทางด้านคณิตศาสตร์ ของเด็กไทยมาจากการขาดแคลนทรัพยากรการเรียนรู้และ คุณภาพการเรียนการสอนในห้องเรียน (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) และผลการวิจัย ของ สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคนอื่นๆ (2551) ที่ทำ การสำรวจความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับสาเหตุ นักเรียนไทยอ่อนคณิตศาสตร์ พบว่ามีความเห็นที่แตกต่าง กัน โดยครูเห็นว่าสาเหตุที่นักเรียนไทยอ่อนคณิตศาสตร์ เนื่องมาจากนักเรียนไม่ชอบคิดไม่ชอบแก้ปัญหา ขาดการ ฝึกฝนและทบทวนตัวเองอย่างสม่ำเสมอ ส่วนนักเรียนเห็น

ว่าสาเหตุเพราะครูสอนไม่ดี อธิบายไม่รู้เรื่อง ครูดู เจ้าอารมณ์ ครูสอนจริงจังบรรยายภาคเครียดขาดอารมณ์ขัน ครูไม่จบสาขาคณิตศาสตร์โดยตรง ครูไม่ใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ วิธีสอนของครูไม่น่าสนใจ ครูขาดแรงจูงใจ ครูสอนโดยไม่เน้นการคิดและการแก้ปัญหา ไม่เน้นการนำไปใช้ในชีวิตจริง ครูมีภาระงานที่รับผิดชอบในโรงเรียนมากเกินไป จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่าการศึกษาที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่ามาตรฐานเกิดจากหลายสาเหตุทั้งจากนักเรียน ครูผู้สอน และสื่ออุปกรณ์ ดังที่ ยูพิน พิพิธกุล (2549) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนคณิตศาสตร์นั้นจะต้องเลือกวิธีการสอนให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ การสอนคณิตศาสตร์ที่ได้นั้น “ควรเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสม และนักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเอง” ซึ่งปัจจุบันการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนแพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง GSP ในระดับประถมศึกษา มีรูปภาพประกอบมากและควรเลือกรื่องที่เหมาะสมซึ่งนักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดและสนุกสนานมีมากมาย เช่น ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปเรขาคณิตสองมิติ รูปเรขาคณิตสามมิติ และในการนำ GSP ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความสนใจ เข้าใจ และสนุกสนาน เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทั้งการสร้างรูป การสำรวจ การสร้างข้อความ

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถสร้างเกมสนุกๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้มากมาย ยกตัวอย่างเช่น เด็กๆ จะได้สนุกกับการสร้างใบหน้าคนจากเส้นโค้ง เส้นตรง วงกลม สี่เหลี่ยม ที่แสดงอารมณ์ปกติและอารมณ์โกรธ และทดลองสร้างภาพด้วยตัวเอง นอกจากนี้สำหรับนักออกแบบโปรแกรม GSP ยังใช้สร้างแผนภาพรูปร่าง รูปทรงสามมิติได้มากมายจากการติดตามผลการใช้งานในวิชาคณิตศาสตร์พบว่าเมื่อเทียบกับซอฟต์แวร์อื่นๆ ประเภทเดียวกันแล้ว โปรแกรมนี้สามารถใช้ได้ดีมาก และรองรับมาตรฐานสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ ทุกช่วงชั้น โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นมิติใหม่ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุก เข้าใจง่าย และเป็นรูปธรรม เส้นแต่ละเส้น โค้งแต่ละโค้ง มุมแต่ละมุม รูปทรงหลากหลายแบบ เสริมสร้างประสิทธิภาพ

ให้แก่เยาวชนทั้งด้านความคิดและจินตนาการ อย่างไรก็ตาม โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) นั้นเป็นเพียงเครื่องมืออันทรงคุณค่า สิ่งสำคัญที่สุดก็คือ วิธีการที่ต้องใช้ให้เป็น ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ครูจะต้องเข้าใจและเตรียมการสอน เพื่อให้คณิตศาสตร์ในใจเด็กไทยออกมาและเติบโตเวลาที่เรานำนวัตกรรมใหม่ๆ เข้ามาใช้ในโรงเรียน และไม่ว่าจะอบรมครูให้เก่งอย่างไร แต่ถ้าโรงเรียนยังขาดเครื่องมือหรือสื่อการสอนที่ทันสมัย ก็ทำให้การพัฒนาการเรียนการสอนไปได้ช้า การนำซอฟต์แวร์นี้เข้ามาใช้จะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์พัฒนาอย่างก้าวกระโดดได้ และที่สำคัญกว่านั้น ยังเน้นการบูรณาการซอฟต์แวร์ GSP ไปใช้ในหลักสูตรวิชาอื่นๆ ไม่ใช่แต่เพียงคณิตศาสตร์อย่างเดียว

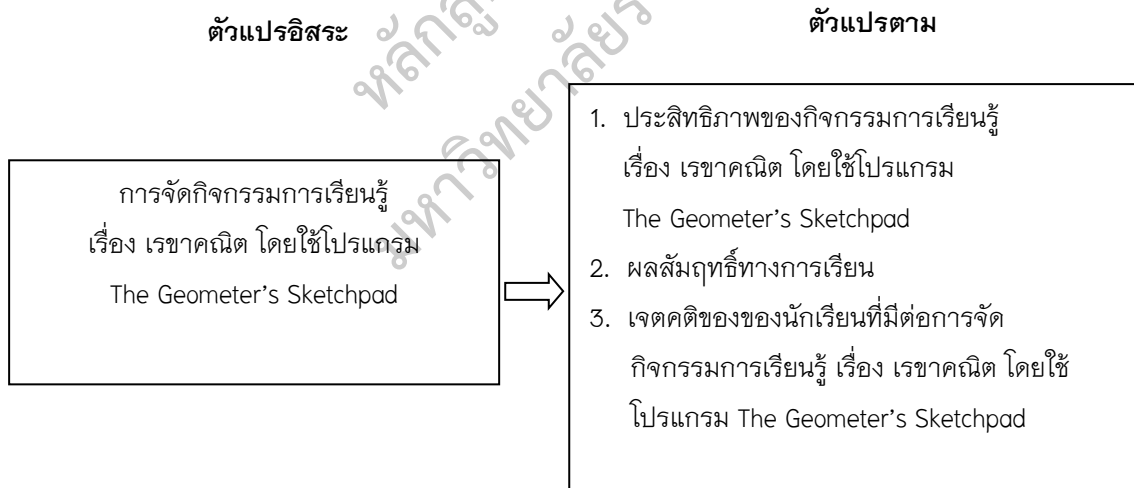
เนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตและเนื้อหาอื่นที่เกี่ยวข้องอีกมากทำให้ผู้วิจัยคิดว่าน่าจะนำสื่อการสอนแบบใหม่ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความ สนใจ และตั้งใจเรียน มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ผู้วิจัยจึงได้นำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อตอบสนองการศึกษาเรื่องเรขาคณิตเป็นด้านหลักมีขนาดของโปรแกรมที่ไม่ใหญ่มากเพียง 5 Mb สามารถใช้ได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกสภาพที่มีใช้ในปัจจุบันประกอบกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) สามารถใช้งานได้สะดวกและง่ายต่อการเรียนรู้โดยเฉพาะปัจจุบันนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (สสวท.) ได้ซื้อลิขสิทธิ์จากเจ้าของโปรแกรมและได้แปลงฟังก์ชันการใช้งานต่างๆ เป็นภาษาไทยแล้ว จึงเห็นว่าเป็นเรื่องง่ายต่อการศึกษาของนักเรียน ซึ่งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) สามารถให้ประโยชน์ต่อผู้วิจัยและนักเรียนเป็นอย่างยิ่งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สะดวกและง่ายต่อการใช้งานไม่ว่าจะเป็นผู้เรียนในระดับศึกษามัธยมศึกษาหรืออุดมศึกษา และผู้ที่สนใจเนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สามารถรองรับฟังก์ชันคณิตศาสตร์และยังสามารถเขียนกราฟพิกัดในแกนพิกัดฉากหรือการสร้างแผนภูมิต่างๆ ได้รวดเร็ว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนวิชา

คณิตศาสตร์เรื่องการเขียนกราฟแบบต่างๆ ซึ่งจะช่วยทำให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถเข้าใจและศึกษากกราฟได้อย่างถูกต้องรวดเร็วและประหยัดเวลา นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลและเรียก กลับมาตรวจสอบหรือใช้อีกครั้งได้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ยังสามารถเพิ่มสี ลงบนกราฟและเขียนกราฟได้หลายๆ กราฟภายใน 1 แผ่นงานและสามารถทำภาพเคลื่อนไหว ในวัตถุที่ต้องการทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจึงเป็นเหตุผลสำคัญในการที่จะนำเอาโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลกุสุมาลย์ ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

กรอบแนวคิดของการวิจัย

กรอบแนวคิดของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาด้านความสัมพันธ์ของตัวแปร ประกอบด้วย ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ดังภาพประกอบ ดังนี้



ภาพประกอบ กรอบแนวคิดของการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad
3. เพื่อศึกษาเจตคติของที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนอนุบาลกุสุมาลย์ ตำบลกุสุมาลย์ อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1 จำนวน 116 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนอนุบาลกุสุมาลย์ ตำบลกุสุมาลย์ อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน 38 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนมีผลการเรียนไม่แตกต่างกันและนักเรียนมีความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่อง เรขาคณิต

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

3.3 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำนวน 15 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. การดำเนินการสอน โดยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จำนวน 8 แผน 17 ชั่วโมง

3. ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเทียบเกณฑ์ 75/75

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent Samples

1.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

2. การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ

เก็บรวบรวมโดยใช้วิธีการสังเกตและสัมภาษณ์นักเรียน ขณะร่วมกิจกรรมการเรียนโดยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad รวมทั้งพิจารณาผลงานของผู้เรียนแต่ละคนในแต่ละกิจกรรม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเอกสารประกอบการสอน แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัดเจตคติต่อการเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2.2 การหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก (เฉพาะข้อคำถามที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0 คะแนน) โดยแบ่งเป็นกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำโดยตัดเป็นร้อยละ 50

2.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตร KR-20

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ใช้สูตร t-test ชนิด Dependent Samples

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สรุปผลได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 84.12/82.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad โดยเทียบกับเกณฑ์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x} = 4.40$) อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้การสอนมีประสิทธิภาพ 84.12/82.89 หมายความว่า กิจกรรมการเรียนรู้การสอนมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ เฉลี่ยร้อยละ 84.12 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ โดยนักเรียนมีความรู้เฉลี่ยร้อยละ 82.29 สรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัย พัฒนาขึ้นผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 อีกทั้งผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้จัดกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการสอนกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad นั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มาจัดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในสาระคณิตศาสตร์ซึ่งทำให้ผู้เรียนมองเห็นถึงความสัมพันธ์ลำดับขั้นตอน และแยกประเด็นเนื้อหาได้ถูกต้อง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามลำดับ ดังนี้ ชี้นำเข้าสู่บทเรียนโดยแจกคู่มือการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และอธิบายความสำคัญของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad โดยสังเขปเน้นประยุกต์ใช้กับเนื้อหาเรขาคณิต ชั้นสอนโดยให้นักเรียนเปิดคู่มือการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และศึกษาเนื้อหาไว้ตามลำดับ จากความยากง่ายของเนื้อหา และความเข้าใจของเด็ก

การสอนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเทคนิคการสอนที่ทำให้ นักเรียนต้องใช้กระบวนการกลุ่มในการทำงาน นักเรียนต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีทักษะในการทำงานกลุ่มเด็กเก่งสามารถช่วยเหลือเด็กอ่อนในการเรียนการสอนได้ ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยใช้วิธีที่หลากหลายเพื่อเปิดโอกาสให้เด็กเรียนเก่งสามารถช่วยสอนเด็กเรียนอ่อนได้ นักเรียนเกิดความสบายใจ นักเรียนจะมีการปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มเป็นอย่างดีส่งผลให้การเรียนดีขึ้น ทำให้เกิดความเข้าใจกัน และใช้กระบวนการคิดร่วมกันอย่างเป็นระบบ มีเหตุผล อันจะทำให้เด็กเรียนเกิดความเข้าใจเรื่องที่เรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ นารี วงศ์สิโรจน์กุล (2556, Online) ที่ได้กล่าวว่าเราสามารถโปรแกรม GSP สร้างรูปเรขาคณิตจำนวนมากเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีต่างๆ ทั้งยังทบทวนได้ง่ายและบ่อยขึ้น การสอนด้วยโปรแกรม GSP จะทำให้นักเรียนเรียนได้สนุกเข้าใจได้เร็ว นำต้นตอ นอกจากนั้นการใช้ GSP สร้างสื่อการสอนและใบงานยังทำได้รวดเร็วสามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (Animation)

มาใช้อธิบายเนื้อหาที่ยากๆ เช่นทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ พิสิกส์ให้เป็นรูปธรรมและโปรแกรมยังเน้นให้นักเรียนฝึกปฏิบัติด้วยตัวเองได้

นอกจากนี้ กิจกรรมการสอนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนสนุกสนานไม่เคร่งเครียด ทำให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิด การวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในนำเสนอภาพเคลื่อนไหวนำมาใช้ในการอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์สามารถสร้างรูปเรขาคณิต รูปกราฟต่างๆ สามารถเลื่อนหมุนยืดหดพลิกได้และนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติเป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการนิรนัย ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ นวพลนาสงวนวงษ์ทอง (2556) กล่าวว่าโปรแกรม Sketchpad สามารถใช้เป็นสื่อภาพในการนำเสนอแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548, หน้า 2-4) กล่าวว่า The Geometer's Sketchpad เป็นโปรแกรมเอกประสงค์ขอบเขตของการใช้ขึ้นอยู่กับจินตนาการของผู้ใช้ตัวอย่างที่สามารถทำได้โดยใช้ Sketchpad และยังสอดคล้องกับ อำนวย เชื้อบ่อคา (2547, หน้า 14-16) ได้กล่าวถึงความสามารถของ GSP โปรแกรม GSP สามารถที่จะนำเครื่องมือมาสร้างรูปต่างๆ และสามารถใช้คำสั่งเพื่อที่จะทำให้รูปดังกล่าวเคลื่อนไหวได้ตามที่ต้องการซึ่งเป็นโปรแกรมที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัย โฟเลทตา (Foletta, 1994, p. 2311-A) ได้ศึกษาเรื่องการใช้เทคโนโลยีและแนวทางการตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดของนักเรียนเมื่อใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนวิชาเรขาคณิตในชั้นเรียนจุดมุ่งหมายของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อวาดรูปทรงเรขาคณิตในธรรมชาติของนักเรียนเกรด 9 และเกรด 10 จำนวน 4 คน คำถามที่ใช้เป็นคำถามที่เกี่ยวกับเรขาคณิตในธรรมชาติ สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการสังเกตวิธีการที่

นักเรียนใช้โปรแกรม GSP และจากการปฏิบัติในกลุ่มย่อยมีวิธีการเก็บข้อมูลโดยการสังเกตการทำงานในกลุ่มย่อยการสังเกตในชั้นเรียนและการสัมภาษณ์นักเรียนการปฏิบัติของนักเรียนจะใช้การลงมือปฏิบัติบนกระดาษและจากคอมพิวเตอร์ในการทำงานผลการวิจัยพบว่า

1. การวาดรูปการวัดหรือการสำรวจของนักเรียน จะเกิดการผลักดันและคำแนะนำจากครู
2. GSP เป็นเครื่องมือใหม่ของการเรียนรู้ทางเรขาคณิตนักเรียนใช้ GSP ในส่วนที่เพิ่มเติมจากกระดาษและปากกา
3. ในการสืบสวนสอบสวนการใช้ GSP นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำสามารถทำได้แต่จะต้องมีขั้นตอนที่มากกว่า
4. นักเรียนสามารถตั้งข้อความคาดการณ์ตั้งแต่เริ่มใช้ GSP ในการสืบสวนสอบสวนนักเรียนจะมองหาจุดสำคัญที่ต้องค้นหาเพื่อสรุปข้อมูลบางส่วนของข้อสรุปนี้ นักเรียนจะมีการอธิบายถึงเครื่องมือการคิดการมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มย่อยปัจจัยที่สนับสนุนการค้นพบของนักเรียนถึงบทบาทของ GSP การออกแบบการสืบสวนสอบสวนและธรรมชาติของการมีปฏิสัมพันธ์อย่างแท้จริง ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ วรณวิภา สุทธิเกียรติ (2542, หน้า 81-85) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (GSP) บทเรียนประกอบด้วย เนื้อหาเรขาคณิตที่เป็นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้อิทธิพลส่งเสริมให้นักเรียนคิด จินตนาการ เพิ่มพูนความรู้ทางเรขาคณิตด้วยการลงมือปฏิบัติโดยการสำรวจ ตั้งข้อคาดเดา และสืบเสาะหาเหตุผล ตามความเหมาะสมเพื่อตรวจสอบข้อคาดเดา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ตามขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนทางเรขาคณิต ได้แก่ นักเรียนอาสาสมัคร จำนวน 42 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ปีการศึกษา 2541 พบว่า บทเรียนเรขาคณิตมีคุณภาพตามเกณฑ์การตัดสิน 70/70 ดังนั้น บทเรียนเรขาคณิตที่พัฒนาขึ้นสามารถทำให้

นักเรียน เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ และได้บทเรียน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลการวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ฟูเนอร์ และมารินา (2007) ได้นำเสนอการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต โดยยกตัวอย่างโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มาช่วยในการพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนระดับอนุบาลถึงประถมศึกษาปีที่ 4 Fumer และ Marinos ได้สร้างแหล่งข้อมูลที่สามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ซึ่งแสดงความสำคัญระหว่างการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดและแนวทางในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองและสอดคล้องกับ เลสเตอร์ (Lester, 1996, p. 2343-A) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้ GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายรัฐแคลิฟอร์เนียสหรัฐอเมริกาในปีคริสต์ศักราช 1996 ผลวิจัยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ GSP ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ โดยใช้ไม้บรรทัด ดินสอ ไม้โปรแทรกเตอร์ และวงเวียน พบว่าค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับการตั้งข้อาคาดการณ์ทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับ ยูซิฟ (Yousif, 1997, p. 1631-A) ได้ศึกษาผลการใช้ GSP มีผลต่อเจตคติของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเรขาคณิตเบื้องต้นที่โรงเรียนเซาท์เวสเทิร์นรัฐโอไฮโอ ประเทศสหรัฐอเมริกา คริสต์ศักราช 1996-1997 โดยที่ให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยโปรแกรม GSP ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีปกติ พบว่า กลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาเรขาคณิตสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับ อรรถศาสตร์ นิमितพันธ์ (2542, หน้า 59-63) ได้ศึกษาผลของการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 4 ชั้น ที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 44 คน โดยนักเรียนใช้โปรแกรมเดอะจีออเมเตอร์ สเก็ทแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้อีก 4 ชั้น คือ ลำรวจ ตั้งข้อาคาดเดา สืบเสาะหาเหตุผล และสรุป พบว่านักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละเฉลี่ย 40.33, 30.00 และ 26.39 ตามลำดับ รวมทั้งยังสอดคล้องกับอำนาจ เชื้อบ่อคา (2547, หน้า 28-31) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการใช้โปรแกรม GSP กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา 2 เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 48 คน ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการวิจัย แบบ One-Group Pretest-Posttest Design ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา หลังได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนได้รับการสอนด้วยโปรแกรม GSP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad พบว่าเจตคติต่อเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่า กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นการสอนที่ยึดหลักของทฤษฎีการสอนแบบธรรมชาติ ซึ่งเน้นการให้ปัจจัยป้อนที่เป็นที่เข้าใจได้ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งการที่ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จะช่วยให้ผู้เรียนใช้คอมพิวเตอร์สร้างรูปเรขาคณิตแบบต่างๆ แสดงการเคลื่อนไหวของรูปต่างๆ ตามต้องการสามารถวัดขนาดของมุมและเส้นตรงแสดงการหาระยะห่างของวัตถุที่สร้างขึ้นคำนวณหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตต่างๆ

สร้างกราฟจากสมการต่างๆ ทำให้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สะดวกต่อการใช้งาน ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจเรื่องที่กำลังศึกษาได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ได้ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548, หน้า 1-2) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นมีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้และเรียนรู้ อย่างมีความหมายจึงได้พิจารณาโปรแกรมต่างๆ และเห็นว่าโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ครูสามารถเรียนรู้ได้ไม่ยากนักและเกิดแนวคิดในการนำไปบูรณาการกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรพัฒนานักเรียนให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีทักษะการจินตนาการเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง สวท. จึงซื้อลิขสิทธิ์โปรแกรม GSP จากบริษัท Key Curriculum Press และแปลเป็นภาษาไทย เพื่อให้ครูสามารถใช้โปรแกรมในการสอนและนักเรียนสามารถใช้ในการเรียนรู้ได้ง่าย และสะดวก ซึ่งกิตานันท์ มลิทอง (2540, หน้า 240) ได้กล่าวถึงข้อดี ดังนี้ คอมพิวเตอร์ จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลก และใหม่ การใช้สื่อกหลายเส้นที่แลดูคล้ายเคลื่อนไหวตลอดจนเสียงดนตรีจะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเข้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ เป็นต้น ความสามารถขออนุญาตความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้ ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่องทำให้สามารถนำมาใช้ได้ ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดีโดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้

ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียนเป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้าสามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวก อย่างไรก็ตามโดยไม่ต้องอายุผู้อื่นและไม่ต้องอายุเครื่อง เมื่อตอบคำถามผิดเป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิดเนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

จากผลการวิจัย สรุปได้ว่า การสอนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการสอนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. การสอนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เน้นให้ผู้เรียนนำโปรแกรม GSP ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ครูสามารถนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนนำมาใช้สร้างสื่อการสอนและใบงานเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548, หน้า 2-4) กล่าวว่า The Geometer's Sketchpad เป็นโปรแกรมอเนกประสงค์ขอบเขตของการใช้ขึ้นอยู่กับจินตนาการของผู้ใช้ตัวอย่างที่สามารถทำได้โดยใช้ Sketchpad

2. การสอนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เน้นการเรียนการสอนในรูปแบบของกระบวนการกลุ่ม ซึ่งส่งเสริมให้เกิดปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน คือผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะต่างๆ ได้ตรงตามสภาพ โดยมีครูคอยเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ซึ่งในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อหน่ายเด็กนักเรียนค่อนข้างจะมีทัศนคติไม่ค่อยดีโดยคิดว่าเป็นเรื่องยากจึงขาดความสนใจและไม่ตั้งใจเรียน ดังที่ สุนันท์ ฉิมวัย (2543, หน้า 2) กล่าวไว้ว่าโดยเฉพาะคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวกับเรขาคณิต เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของรูป ขนาดรูปร่างและตำแหน่งในปริภูมิ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความคิดว่าเป็นวิชาที่ยากไม่สนุก ซึ่งสอดคล้องกับ สิริวรรณ ตั้งจิตวัฒนะกุล, 2542, หน้า 62) ที่กล่าวว่าครูยังสอนโดยยึดหลักการเก่าๆ คือจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นครูเป็นศูนย์กลางอธิบายแล้วยกตัวอย่างประกอบไม่ใช้สื่อ

ประกอบการเรียนการสอน และนักเรียนคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากน่าเบื่อหน่ายไม่สนุกและยังมีเนื้อหาที่ยากเกินไป รวมทั้ง ยูพิน พิพิศกุล (2549) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนคณิตศาสตร์นั้นจะต้องเลือกวิธีการสอนให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ การสอนคณิตศาสตร์ที่ดีนั้น “ควรเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสม และนักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเอง” ซึ่งปัจจุบันการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนแพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง GSP ในระดับประถมศึกษา มีรูปภาพประกอบ และควรเลือกรูปแบบที่เหมาะสมซึ่งนักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดและสนุกสนานมีมากมาย เช่น ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปเรขาคณิตสองมิติ รูปเรขาคณิตสามมิติ และในการนำ GSP ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความสนใจ เข้าใจ และสนุกสนานเนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทั้งการสร้างรูป การสำรวจ การสร้างข้อความ

3. การสอนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad นั้น เป็นการสอนที่คำนึงถึงหลักการสอนตามแนวทฤษฎี ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้จนค้นพบความรู้ด้วยตนเองสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นสื่อการเรียนและเนื้อเรื่องของผู้เรียนจะได้รับจึงเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ที่มีความหมายที่เป็นที่เข้าใจได้ให้แก่ผู้เรียน และในเรื่องของสื่อการเรียนนั้น คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้ กล่าวว่าการบูรณาการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุดหมายถึง การกำหนดจุดหมายสาระ กิจกรรมแหล่งการเรียนรู้สื่อการเรียนและการวัดประเมินผลที่มุ่งพัฒนา “คน” และ “ชีวิต” ให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้เต็มความสามารถ สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจและความต้องการของผู้เรียน

นอกจากนี้การสอนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ยังเป็นการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางเป็นกิจกรรมที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างแท้จริงคือเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองส่วนครูจะเป็นผู้ประสานงาน ให้คำแนะนำ ช่วยแก้ปัญหาเมื่อนักเรียนต้องการ กระตุ้นให้

นักเรียนทำกิจกรรมและเป็นผู้สรุปประเด็นสำคัญ การเรียนการสอนดำเนินไปโดยการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนเช่นการอภิปราย การทำกิจกรรมกลุ่ม การทดลอง การประดิษฐ์ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ในการเลือกสรรเนื้อเรื่องที่จะนำมาเป็นสื่อในการสอนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad คือ 1) ชุดกิจกรรมการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad 2) ชุดกิจกรรมเรื่องมุม 3) ชุดกิจกรรมเรื่องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 4) ชุดกิจกรรมรูปวงกลม 5) ชุดกิจกรรมเส้นขนาน 6) ชุดกิจกรรมรูปที่มีแกนสมมาตร 7) ชุดกิจกรรมการประดิษฐ์เป็นลวดลายโดยใช้รูปเรขาคณิต 8) ชุดกิจกรรมแปรรูปความสัมพันธ์ ซึ่งแต่ละเนื้อเรื่องจะมีความยาก-ง่ายแตกต่างกันไปตามความรู้ และประสบการณ์ของผู้เรียน จากการศึกษาพบว่าการสอนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad นักเรียนมีความตื่นตัวกับการสร้างรูปเรขาคณิตซึ่งสังเกตจากการตั้งใจในการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนเมื่อนักเรียนมีปัญหาคอยสอบถามครูผู้สอนและนักเรียนปฏิบัติงานกิจกรรมได้สำเร็จจะมีภavnนำผลงานมาแลกเปลี่ยนและนำเสนอให้กับนักเรียนคนอื่นๆ

1.2 การเข้าใจในการสอนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ผู้ที่จะทำบทเรียนปฏิบัติทางคณิตศาสตร์ต้องศึกษาวิธีการสร้างบทเรียนเนื้อหาเรขาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่สามารถมาสร้างเป็นบทเรียนปฏิบัติการและควรทดลองใช้บทเรียนก่อนนำไปใช้จริงเพื่อให้ครูผู้สอนเกิดความเข้าใจในเทคนิค ขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ได้ถูกต้อง จึงทำให้การเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนที่ถูกต้อง

1.3 จากการดำเนินการศึกษาพบว่า การให้การเสริมแรง (Reinforcement) เมื่อนักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ เช่น ตอบคำถามได้ถูกต้อง กล่าวพูด กล่าวแสดงออกเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความชื่นชมในตนเองและเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

ผู้สอนควรมีการกำหนดข้อตกลงในการให้รางวัลร่วมกับนักเรียนไว้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะกิจกรรมที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และการทำกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ แต่สิ่งสำคัญที่สุดที่ผู้สอนควรคำนึง คือ ไม่ควรให้ผู้เรียนยึดติดเกี่ยวกับการให้รางวัลมากเกินไป และต้องคอยให้กำลังใจแก่นักเรียนที่เรียนอ่อน เพื่อไม่ให้เกิดความท้อถอย และเบื่อหน่าย

1.4 จากการศึกษาวิจัยพบอีกว่าการสอน เรื่อง เรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ส่งผลดีต่อนักเรียนทั้งในด้านความเข้าใจด้านทักษะและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จึงควรพิจารณาเอาเทคนิคการสอนและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ไปใช้เป็นแนวทางในการใช้สอนคณิตศาสตร์ต่อไป

1.5 ครูผู้สอนควรเตรียมห้องปฏิบัติการ บทเรียน ปฏิบัติการให้พร้อมเพื่อความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อันส่งผลต่อการบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

เอกสารอ้างอิง

- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- นวนลดา สงวนวงษ์ทอง. (2557, 15 มิถุนายน). *แนะนำให้รู้จักโปรแกรม Sketchpad*. เข้าถึงได้จาก <http://www.ipst.ac.th/article/math/bar.html.2557>.
- ปรีชา วันโนนาม. (2548). *ผลการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยเพื่อนสอนเพื่อน หน่วยการเรียนรู้ "เส้นขนาน" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2541). การสอนเรขาคณิตในระดับประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21. *วารสารคณิตศาสตร์*, 41(474-475), 65-66.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2549). *สื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณวิภา สุทธิเกียรติ. (2542). *การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้*. ปริญญาโท กศ.ด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2548). *คู่มืออ้างอิง The Geometer's Sketchpad ซอฟต์แวร์เชิงสำรวจ คณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี.
- _____. (2554, 19 กรกฎาคม). *ตัวอย่างชิ้นงานจากโปรแกรม GSP*. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaigsp.ipst.ac.th.2554>.

1.6 นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนปฏิบัติต้องการใช้เวลาทำความเข้าใจในเรื่องเกี่ยวกับเรขาคณิตครูต้องทบทวนเนื้อหาเกี่ยวกับเรขาคณิตให้นักเรียนเข้าใจเสียก่อน

1.7 นักเรียนเรียนเรื่องเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง และปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนั้นครูผู้สอนควรดูแลนักเรียนและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

2.1 ควรมี การศึกษาวิจัยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มาทดลองสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆ เช่น ทักษะการบวก การลบ การคูณ เป็นต้น

2.2 ควรมี การใช้เทคนิคการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย กลุ่มสาระการเรียนรู้ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เป็นต้น เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านการเรียนของผู้เรียน

- สุนันท์ นิมวัย. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สิริวรรณ ตั้งจิตวัฒนะกุล. (2542). รากฐานเรขาคณิต พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์. (2542). ผลของการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ประกอบกิจกรรม การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้น ที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2540). หลักการสอน. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นท์ติ้งเฮาส์.
- อำนาจ เชื้อป่อคา. (2547). ผลของการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Foletta, Gina Marie. (1994). Technology and Guided Inquiry Understanding of Students' Thinking While Using a Cognitive Computer Tool, the Geometer's Sketchpad, in a Geometry Class. *Dissertation Abstracts International*, 55(8), 2311-A.
- Lester, Margaret Lynn. (1996). The Effects of the Geometer's Sketchpad Software on Achievement of Geometric Knowledge of High School Geometry Students. *Dissertation Abstracts International*, 57(6), 2611-A.
- Yousif, Adil Eltayeb. (1997). The Effect of the Geometer's Sketchpad on the Attitude Toward Geometry of High School Students. *Dissertation Abstracts International*, 55(8), 2511-A.