

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม โดยใช้
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วย โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)
ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

The Study of Problem Solving and Reasoning Abilities on Circle by Using The
Inquiry Process with The Geometer's Sketchpad (GSP) Program and
Cooperative Learning of Mathayomsuksa Three Students

ธนภรณ์ เกิดสงกรานต์¹, ทรงชัย อักษรคิด², ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์³
Tanaporn Kerdsonkran¹, Songchai Ugsonkid², Chanisvara Lertamorpong³

¹ นักศึกษา สาขาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
² อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก สาขาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
³ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สาขาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม จากจำนวน 7 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ จำนวน 11 แผน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ สถิติทดสอบค่าที และนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิแท่ง ตาราง ภาพ และการบรรยาย

ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) คะแนนการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การแก้ปัญหา การให้เหตุผล กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) การเรียนรู้แบบร่วมมือ

Abstract

The purposes of this research were to study of problem solving and reasoning abilities on circle by using inquiry process with The Geometer's Sketchpad (GSP) program and cooperative learning of mathayomsuksa three students. The sample was 34 mathayomsuksa three students of one classroom at Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development in second semester of academic year 2016. They were selected by cluster random sampling from 7 classrooms. The instruments in data collection consisted of 11 lesson plans on circle by using inquiry process with The Geometer's Sketchpad (GSP) program and cooperative learning, problem solving and reasoning ability test. The data was analyzed by using of arithmetic mean, standard deviation, percentage, t – test and presented by bar charts, tables, pictures with their corresponding description.

The results revealed that 1) scoring of problem solving ability of mathayomsuksa three students by using inquiry process with The Geometer's Sketchpad (GSP) program and cooperative learning after learning was higher than 60% at the .05 level of significance and 2) scoring of reasoning ability of mathayomsuksa three students by using inquiry process with The Geometer's Sketchpad (GSP) program and cooperative learning after learning was higher than 60% at the .05 level of significance.

Keywords : Problem Solving, Reasoning, Inquiry Process, The Geometer's Sketchpad Program (GSP) ,
Cooperative Learning

ความเป็นมาและปัญหา

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรในปัจจุบัน เห็นได้จากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment) ซึ่งเน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง ของนักเรียนกลุ่มอายุ 15 ปี พบว่า ในปี ค.ศ. 2000, 2006, 2009, 2012 และ 2015 ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนน OECD ทุกปี (สสวท. 2559) และจากสรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556, 2557 และ 2558 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ยังคงต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2558) จึงมีนักการศึกษาหลายท่านให้ความสนใจสาเหตุหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่เอื้อต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

จากคะแนนที่ยังคงต่ำกว่าเกณฑ์ข้างต้น ผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ว่า อาจเนื่องจากสาเหตุหลายปัจจัย โดยเฉพาะเรื่อง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ สิทธิพร ทิพย์คง (2543) กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจหลักที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้น ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ คือ การที่นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เจษฎ์สุดา จันทร์เยี่ยม (2544) ที่ได้ศึกษาความสามารถและกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนทั้งสามระดับชั้นมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ คือ ความสามารถในการให้เหตุผล เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจเหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง ทำให้นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ หรือไม่สามารถแสดงขั้นตอนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับที่ อัมพร ม้าคนอง (2559) กล่าวว่า การที่นักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง แต่มีการใช้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ผิด เป็นอันตรายอย่างมากต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากคำตอบที่ถูกต้องของนักเรียน ทำให้ครูอาจมองข้ามการแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาคำตอบที่ผิดของนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนไม่ทราบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของตนเองอย่างแท้จริง

นอกจากนี้มาตรฐานของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000) หน่วยงานที่มีบทบาทในการกำหนดทิศทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกาในปัจจุบัน กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงควรให้ความสำคัญกับกระบวนการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล ที่เป็นทักษะและกระบวนการที่สำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) ด้วยเช่นกัน

กระบวนการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนได้สังเกต สำรวจ สร้างข้อความคาดการณ์ และตรวจสอบข้อความคาดการณ์ เป็นสมรรถนะที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ ดังที่ ทิศนา แชมมณี (2556) ได้กล่าวว่า กระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้น สำรวจ ตรวจสอบ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เป็นผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้ด้วยตนเอง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสำรวจ ตรวจสอบ ผ่านกระบวนการคิด เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องด้วยข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้รับความนิยมในการนำไปจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

เนื่องจากเทคโนโลยีมีส่วนช่วยอำนวยความสะดวก และประหยัดเวลา เทคโนโลยีจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษา โดยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมพลวัตที่ได้รับความนิยมในการนำมาจัดการเรียนการสอนวิชาเรขาคณิต ซึ่งเป็นสื่อเทคโนโลยีที่นักเรียนมีโอกาสสำรวจและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการแก้ปัญหา สำหรับเหตุผลที่มาได้เป็นอย่างดีชัดเจน ตามที่ เขาวภา ผูกสัมพันธ์ (2554) ได้ทำการวิจัยผลการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติ พิชิต ทองสัน (2554) ที่ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และ อังคณา สุวรรณพัฒน์ และชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ (2557) ที่ได้ทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) จึงถือได้ว่าเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการสร้างมโนภาพ และกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ และยังเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับครูในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ดังที่ Johnson, Johnson and Smith (2013) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ นักเรียนจะร่วมกันเรียนรู้ รับผิดชอบ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และฝึกการทำงานร่วมกัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งนักเรียนที่ตั้งใจ และสมาชิกภายในกลุ่มเดียวกัน ผู้วิจัยคาดว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือจะมีส่วนช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล จากการร่วมกันแก้ปัญหาและให้เหตุผล เพื่อนำมาสรุปเป็นวิธีการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลของกลุ่ม ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คือ การฝึกนักเรียนให้สังเกต สำรวจ และตรวจสอบ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ ดังที่ ทิศนา ขัมมณี (2556) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้น สำรวจ ตรวจสอบ แก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เป็นผลทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับไปใช้ด้วยตนเองได้

ทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลเป็นทักษะที่สำคัญในการเรียนเรขาคณิต ตามที่ ภูมิฤทัย วิหยวิจิณ (2557) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วงกลม พบว่า นักเรียนหลายคนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ทำให้เกิดปัญหาในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง วงกลม เป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงคาดว่า การนำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง วงกลม จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และเกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญทางคณิตศาสตร์

จากเหตุผลและความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับ การเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง วงกลม โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง วงกลม โดยเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม โดยเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

จาก Johnson, Johnson and Smith (2002) ได้แบ่งองค์ประกอบที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือออกเป็น 5 ประการ ดังนี้

1. การพึ่งพาอาศัยกันเชิงบวก สมาชิกในกลุ่มทุกคนต้องช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เพื่อให้งานกลุ่มสำเร็จลุล่วงโดยครูต้องกำหนดวัตถุประสงค์ในการทำงาน และบทบาทหน้าที่ของนักเรียนแต่ละคน
2. ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคลต่องานกลุ่ม นักเรียนทุกคนรับผิดชอบร่วมกัน คอยตรวจสอบการเรียนรู้ของทุกคนในกลุ่มให้สำเร็จด้วยดี
3. ส่งเสริมการทำงานร่วมกันโดยตรง สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งกลุ่มขนาดเล็กมีแนวโน้มการส่งเสริมการทำงานซึ่งกันและกันในกลุ่มที่ดี
4. ทักษะการเข้าสังคม สมาชิกในกลุ่มต้องรับฟังความเห็น และพึ่งพาซึ่งกันและกัน
5. กระบวนการกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มมีการปรึกษา แสดงความเห็นของงานเป็นระยะ ทุกคนควรมีส่วนร่วมในการทำงานทุกขั้นตอน

และจากแนวคิดของ กุศลสิน มุสิกกุล (2557) ทิศนา แคมมณี (2556) พันทิพา บุญสุวรรค์ (2550) พิชิต ทองล้าน (2554) และสาขาชีววิทยา สสวท (2545) ที่ได้แบ่งขั้นตอนในการจัดกิจกรรมตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ในทำนองเดียวกัน กล่าวโดยสรุปได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนจากเรื่องที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจ ตรวจสอบ และตั้งสมมติฐาน โดยมีการวางแผนกำหนดแนวทางในการลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 3 อธิบายและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับข้อมูลเพียงพอจากการ สำรวจ ตรวจสอบ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แผลผล และสรุปออกมา เพื่อนำเสนอผลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยาย การวาดภาพ การสาธิต เป็นต้น

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดอื่น เพื่อทำให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินความรู้ความเข้าใจที่นักเรียนได้รับจากการทำกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ของครู ประเมินจากการตอบคำถาม การอภิปรายร่วมกัน และการนำเสนอของนักเรียน

เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ จากที่นักเรียนบางส่วนไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง อาจเนื่องมาจากขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง จากการกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya (n.d. อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี. 2556 และ สสวท.. 2551) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนต้องวิเคราะห์ปัญหาที่ได้ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนสามารถใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

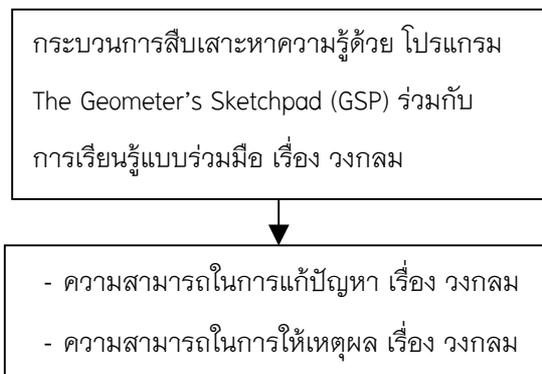
ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนจะเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ จากปัญหาเข้าด้วยกัน อาจเริ่มต้นจากประสบการณ์แต่ละคน โดยสุดท้ายนักเรียนจะเลือกใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างเหมาะสม เพื่อนำมาใช้เป็นยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน นักเรียนดำเนินการแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งปรับแผนบางส่วนให้มีรายละเอียดที่ชัดเจนขึ้น นักเรียนจะมีการตรวจสอบขั้นตอนย่อยของงานว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ เพื่อให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล นักเรียนตรวจสอบการดำเนินการที่ได้ว่ามีความสอดคล้องเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ รวมไปถึงการขยายความคิดจากผลที่ได้นำมาวิเคราะห์และสรุป เพื่อนำมาเสนอปรับเปลี่ยนวิธีการในการแก้ปัญหาให้มีความสมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพ

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 – 5 คน แบบคละความสามารถ และให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม ได้แก่ ประธาน เลขานุการ ผู้นำเสนอ และผู้ประสานงาน การนำกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม โดยผู้วิจัยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการสาธิตให้นักเรียนได้สังเกต และคาดการณ์คำตอบในช่วงแรก จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการหาคำตอบ สำรวจ และตรวจสอบความรู้ด้วยตนเอง โดยกำหนดขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมินผล

ผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบในการวิจัยได้ ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องเรียนแบบปกติในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 7 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 34 – 40 คน นักเรียนทั้งหมด 273 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องเรียนแบบปกติในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งหมด 34 คน **ตัวแปรที่ศึกษา** ได้แก่

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ตัวแปรตาม คือ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง วงกลม
2. ความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย 2 ประเภท คือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 11 แผน (2) แบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีลักษณะของเครื่องมือ และการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจำนวน 11 แผน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของเนื้อหา เรื่อง วงกลม และทักษะการแก้ไขปัญหาและการให้เหตุผล โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน ที่เน้นให้นักเรียนทำกิจกรรม สำรวจ ตรวจสอบ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับแก้แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ช่วยพิจารณาความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ได้รับ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัย ได้สร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบหลังเรียน มีลักษณะเป็น ข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ประกอบด้วย ข้อละ 12 คะแนน 1 ข้อ ข้อละ 8 คะแนน 4 ข้อ นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของแบบทดสอบ ความครอบคลุมของเนื้อหา ความเหมาะสม ชัดเจนของคำถาม จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม แล้วนำแบบทดสอบที่ได้ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของการใช้ภาษา ความเหมาะสมของคำถามกับเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ได้รับ ซึ่งมีผลการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จึงนำแบบทดสอบไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น โดยจัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ตามขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นการสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบายและสรุป (4) ขั้นขยายความรู้ และ (5) ขั้นประเมินผล รวมจำนวน 11 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

2. หลังจากทำการจัดการเรียนการสอน เรื่อง วงกลม เสร็จสิ้นครบ 11 คาบแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 50 นาที

3. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อดูผลว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลที่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 หรือไม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบสมมติฐานว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาและคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม หลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 หรือไม่ โดยใช้ One Sample T – test

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม ดังนี้

1. คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง วงกลม ให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) ในแบบทดสอบข้อที่ 4 และ 5 คะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน โดยพิจารณาเฉพาะส่วนของการแก้ปัญหา

2. คะแนนความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม ให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) ในแบบทดสอบข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 5 โดยในแต่ละข้อมีการให้คะแนนการให้เหตุผลไปที่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้แต่ละข้อมีคะแนนเต็มที่แตกต่างกัน โดยแต่ละขั้นตอนที่มีการให้เหตุผลมีคะแนนเต็ม 4 คะแนน

สรุปผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วงกลม ที่ได้รับการจัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วงกลม ที่ได้รับการจัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

1. ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน เรื่อง วงกลม จากการจัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.03 จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน

คิดเป็นร้อยละ 75.37 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การแก้ปัญหาแบบร่วมกัน มีความเข้าใจ และมองเห็นภาพอย่างชัดเจน การสร้างรูปและสำรวจ โดยการโยกส่วนต่าง ๆ ของรูป โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เพื่อแก้ปัญหา และค้นหาคำตอบ ทำให้ความเข้าใจของนักเรียนไม่เกิดความคลาดเคลื่อน และครูใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ประกอบการจัดการเรียนรู้ควบคู่กับการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ และความสนใจในการแก้ปัญหา ร่วมกันในกลุ่ม อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือยังปลูกฝังให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รับฟังความคิดเห็น ของคนในกลุ่ม และสืบเสาะหาความรู้ในการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน ซึ่งการสร้างรูปโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการสำรวจ เพื่อหาคำตอบถือเป็นยุทธวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหา โดยการเขียนภาพแสดง ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพ ซึ่งช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และสามารถหาคำตอบ ของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น (สสวท. 2551)

2. ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน เรื่อง วงกลม จากการจัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า คะแนนความสามารถ ในการให้เหตุผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 25.38 จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.51 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุมีผล คิดอย่างเป็นระบบ และมีการร่วมกันวางแผนภายในกลุ่ม เพื่อค้นหาแนวทาง ในการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล นักเรียนสามารถเข้าใจที่มาและสมบัติ เรื่อง วงกลม ได้ถูกต้อง เมื่อนักเรียน สลับกันออกมานำเสนอ และตอบคำถาม จากครูและนักเรียนกลุ่มอื่น ทำให้กลุ่มที่นำเสนอเกิดกระบวนการคิด หาคำตอบ หรือที่มาของคำตอบทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน เรื่อง วงกลม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ พันทิพา บุญสุวรรณ. (2550) ที่ได้ทำการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถการคิดวิเคราะห์ และการให้เหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลสูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

การจัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้ แบบร่วมมือ ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผล ซึ่งเป็นทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (สสวท. 2551 และอัมพร ม้าคะนอง. 2559) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกกำหนดเป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจาก นักการศึกษาคณิตศาสตร์ตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็น โดยการเรียนรู้จากกระบวนการทำงานที่มุ่งเน้น การทำความเข้าใจ และแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ค้นคว้า สืบเสาะหาเหตุผล หรือที่มาของแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหา และตัดสินใจแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนควรรู้ขั้นตอนและ กระบวนการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลที่ถูกต้อง รวมไปถึงการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ประกอบการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งเป็นสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีประเภทหนึ่งที่เหมาะในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต ด้วยเหตุนี้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เรื่อง วงกลม ของนักเรียน ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของปรีชญพรณ ลานแดง (2554) ได้ทำการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากการบูรณาการเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและขั้นตอนการสอนของโพลยา พันทิพา บุญสรรค์ (2550) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เยาวภา ผูกสมัคร (2554) ได้ศึกษาการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และอังคณา สุวรรณพัฒน์ และชนิดรดา เลิศอมรพงษ์. 2557) ที่ได้ทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งการวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นมีผลการวิจัยที่สอดคล้องและไปในทิศทางเดียวกันว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) และการเรียนรู้แบบร่วมมือ ในการจัดการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยแต่ละท่านกำหนดไว้ จากที่กล่าวมานี้ แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำวิธีการและยุทธวิธีการสอนต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน ทำให้การจัดการจัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ด้วยเหตุผลได้ดีขึ้น ซึ่งส่งผลต่อคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลของนักเรียนให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ครูควรตรวจสอบความพร้อมของห้องเรียนที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มีคอมพิวเตอร์เพียงพอต่อนักเรียนทุกกลุ่ม และควรติดตั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนแต่ละเครื่อง เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ใช้ในการทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้
2. กิจกรรมที่ครูนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะต้องครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการสอน และควรมีลักษณะที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือสำรวจตรวจสอบ เพื่อค้นหาคำตอบ แนวคิด และข้อสรุปของข้อความ ปัญหาสถานการณ์ หรือทฤษฎีที่อยู่ในแต่ละกิจกรรมด้วยตนเอง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และสนใจในการเรียน
3. เนื่องจากมีการทำกิจกรรมในทุกคาบเรียน ทำให้การจัดการเรียนรู้บางครั้งอาจเกินเวลาที่กำหนด ดังนั้นครูจึงควรบริหาร และจัดสรรเวลาในการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบให้ชัดเจน กระชับ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้อย่างไร และเพื่อให้นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ครบถ้วน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กุศลสิน มุสิกกุล. (2557). **การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry)**. (20 พฤศจิกายน 2559). <http://earlychildhood.ipst.ac.th>.
- เจษฎ์สุตา จันทร์เอี่ยม. (2544). **การศึกษาความสามารถและกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 7. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**

- ทิศนา แคมมณี. (2556). **รูปแบบการเรียนรู้การสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย**. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีทรัพย์พรณ ลานแดง. (2554). “การจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากการบูรณาการเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและขั้นตอนการสอนของโพลยา”. **วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา**, 4(1) : 37-44.
- พันทิพา บุญสรรค์. (2550). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการใช้เหตุผล ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ**. ปรินญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิชิต ทองลั่น. (2554). “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”. **วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัย ขอนแก่น**, 5(4): 52-61.
- ภูมิฤทัย วิทย์จิณ. (2557). **ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ที่มีต่อความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เยาวภา ผูกสมัคร. (2554). **ผลการใช้ชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์**. ปรินญาวิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (18 เมษายน 2559). **สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558**. <http://www.onetresult.niets.or.th>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2551). **ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ส เจริญ การพิมพ์.
- _____. (14 ธันวาคม 2559). **ผลการประเมินโครงการ PISA 2015. PISA THAILAND สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. จาก<http://pisathailand.ipst.ac.th>.
- สาขาชีววิทยา สสวท. (20 พฤศจิกายน 2559). **รูปแบบการเรียนรู้การสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูงวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. <http://biology.ipst.ac.th>.
- สิริพร ทิพย์คง. (2543). **เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์: การเรียนแบบร่วมมือ**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อังคณา สุวรรณพัฒน์ และชนิศวรา เลิศอมรพงษ์. (2557). “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad (GSP)”. **วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์**, 29(2) : 137-148.

อัมพร ม้าคนอง. (2559). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อการพัฒนาการ.**

(พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Johnson, David W., Roger T. Johnson. (2002). “Learning Together And Alone: An Overview”.

Asia Pacific Journal of Education, 22(1): 95–105.

Johnson, David W., Roger T. Johnson, and Smith, Karl A. (2013). “Cooperative Learning : Improving University

Instruction By Basing Practice On Validated Theory”. **Journal on Excellence in College Teaching**,

25(3–4): 85–118.

NCTM. (September 30, 2016). **Curriculum and Evaluation Standards for Schools Mathematics.**

<https://www.nctm.org>.