



การใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด
เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Using activities to teach mathematics using open-ended problem solving
to study the ability think creatively in mathematics of students in Grade 12
at the Demonstration School of Suan Sunandha Rajabhat University

โดย

โสภภาพรรณ เวชากุล

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีการศึกษา 2566

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันความคิดสร้างสรรค์เข้ามามีบทบาทสำคัญทั้งในระดับโลก ระดับชาติ ระดับองค์กร ระดับสถาบันการศึกษา จนถึงระดับปัจเจกบุคคล โลกปัจจุบันเป็นโลกที่ต้องใช้ความคิดและ เป็นความคิดที่มุ่งแก้ปัญหาสร้างงานที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อทุกฝ่าย รู้จักวิธีการแสวงหา วิธีการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิผลมากขึ้น ลักษณะของความคิดดังกล่าวคือ ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ (ยุดา รักไทย. 2542 : 13) ความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้เราแก้ปัญหา เดิมด้วยวิธีการใหม่ ซึ่งทำให้ได้สิ่งที่ดีกว่าเพราะในโลกความเป็นจริงไม่มีรูปแบบใดอยู่ในสภาพ ตายตัวตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นมิติของสถานที่หรือเวลาเพราะองค์ประกอบปลีกย่อยที่ผสมผสาน แตกต่างกัน ความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นจากองค์ประกอบหลายประการ เป็นสิ่งที่มาพร้อมกันกับคนทุก คนตั้งแต่กำเนิดโดยบุคคลสามารถส่งเสริมให้ความคิดสร้างสรรค์พัฒนาขึ้นได้ด้วยการฝึกอบรมอย่าง ถูกวิธี ดังนั้นการเรียนรู้แบบเป็นสูตรจึงไม่สามารถใช้ได้ผลทุกครั้ง ต้องเรียนรู้วิธีการยืดหยุ่น เพื่อ สามารถปรับตัวเข้ากับบริบทที่แตกต่างกัน การเรียนรู้วิธีคิดสร้างสรรค์จึงจะสามารถช่วยให้เราคิดได้อย่างเหมาะสม (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2545 : 32-33)

ปัญหาของระบบการศึกษาปัจจุบันที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน ส่วนหนึ่งเกิดจากการที่ ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนานักเรียนให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งในความเป็นจริงนั้น มนุษย์ต่างมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์แต่ขาดการเรียนการสอนและการฝึกฝนอย่างถูกวิธี ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในระดับต่างๆจึงควรให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการใช้ความคิด สร้างสรรค์ของผู้เรียนเป็นสำคัญจึงจะทำให้ระบบการศึกษามีประสิทธิภาพและผู้เรียนเกิดการพัฒนา ศักยภาพในตัวเองมากขึ้น (ชาญณรงค์ พร รุ่งโรจน์. 2546 : 40) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา นัก การศึกษาหลายท่านได้ตระหนักและวิพากษ์วิจารณ์เกี่ยวกับระบบการศึกษาไทยว่ากระบวนการ เรียนการสอนที่ผ่านมาได้ทำลายศักยภาพสมองของเด็ก เพราะเป็นการท่องจำเพียงอย่างเดียวไม่ได้ พัฒนาระบบการคิด เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นคุณภาพการศึกษาของประเทศไทยยังด้อย กว่าหลายประเทศ ดังนั้นจึงเกิดการจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ผลักดันให้เกิดพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติพ.ศ. 2542 ขึ้น โดยมีการจัดให้ใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ซึ่งถือเป็นหลักสูตรแกนกลาง ตามมาตรา 7 วรรคแรก แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เพื่อกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้แตกต่างไปตามเป้าหมายและกระบวนการเรียนรู้ของแต่ละสาขาวิชา สำหรับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนด สาระและมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละช่วงชั้นไว้ 6 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์

ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบระเบียบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่าง ถี่ถ้วนรอบคอบทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กรมวิชาการ. 2545 : 1) และ ยุพิน พิพิธกุล ได้กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์ช่วยสร้างให้คนมีเหตุผล มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รู้จักทำงานเป็นระบบมีการวางแผนในการทำงาน (ยุพิน พิพิธกุล. 2530 : 3)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์โดยฝึกให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความคิดมนุษย์ และการจะ ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้นั้น ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิด โอกาสและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด สนุกกับการคิดจินตนาการที่มีเหตุผล และสิ่งที่เป็นเครื่องช่วย กระตุ้นความคิดที่ได้อย่างหนึ่งคือปัญหา ซึ่งปัญหาที่มีลักษณะเปิดกว้างในการค้นหาคำตอบจะเป็นสิ่ง ที่ทำลายความคิดของนักเรียนผลักดันให้นักเรียนได้คิดสิ่งใหม่ๆออกมาซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์ จากงานแปลเรื่องการทำงานของความคิดสร้างสรรค์เขียนโดยริค คาร์ดส์ ทิวเดอร์ ซึ่งแปลโดย ประมวล บุญญโหดระ (ทิวเดอร์. 2535: 23) ได้กล่าวถึงการทำงานของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์มักจะเชื่อมโยงกับเรื่องของ การแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาแบบปลายเปิดจะมี ช่องทางให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ได้มาก การแก้ปัญหาปลายเปิดเป็นกระบวนการที่ต้องใช้สติปัญญา สืบสาว รวบรวมเพื่อหาทางออกของปัญหาซึ่งอาจจัดกลุ่มของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อฝึกกระบวนการคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ ได้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่เป็นปัญหาทำลายความคิดแบบง่าย ๆ แต่มีลู่วางหาคำตอบได้หลายแนวทาง
2. สถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ผู้ตอบจะต้องคิดโดยไม่ยึดติดอยู่ในกรอบของความคิดเดิมๆ หรือ กฎเกณฑ์เดิม หรือความเคยชินเดิมมากเกินไป
3. สถานการณ์ที่ไม่สมบูรณ์คลุมเครือไม่ชัดเจนจะกระตุ้นให้ผู้ตอบคิดได้หลายแนวทาง (พงษ์เทพ บุญ ศรีโรจน์. 2543: 35-38)

ในการตอบปัญหาแบบปลายเปิด นักเรียนจะต้องอธิบายการได้มาของคำตอบว่าคิดด้วยวิธีการใดและต้องบอกได้ว่าทำไมต้องใช้วิธีการที่นักเรียนเลือกแทนที่จะใช้อีกวิธีหนึ่ง คล้ายกับว่า ปัญหาแบบปลายเปิดเป็นสถานการณ์เชิญชวนแกมบังคับให้นักเรียนต้องแสดงเหตุผลและแนวคิด ไม่เหมือนใครเป็น คำตอบเฉพาะของตัวเอง และด้วยสถานการณ์อย่างนี้จะช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากที่จะแลกเปลี่ยน และเปรียบเทียบคำตอบของตนเองกับเพื่อนเป็นการเรียนรู้ร่วมกัน และจะนำมาซึ่งการพูดคุยสื่อสาร การยก เหตุผลเพื่อยืนยันและสนับสนุนคำตอบ หรือเกิดการ อภิปรายในชั้นเรียนซึ่งอาจได้ความรู้ใหม่และปัญหาใหม่ ด้วย เมื่อมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน กันเองและครูเกิดขึ้น การเรียนรู้ก็จะไม่น่าเบื่อและมีชีวิตชีวาและ นักเรียนจะรู้สึกดีว่าเขามีเสรีภาพ ในการคิด (สุรัชนี อินทสังข์. 2545 : 35) ซึ่งสอดคล้องกับที่ ปรีชา เนาว์เย็น ผล ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาถือได้ว่าเป็นวิธีหนึ่งของวิธีการสอนสามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมเพื่อ แนะนำให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ข้อเท็จจริงพื้นฐาน มโนคติ และกระบวนการเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ โดยจัด กิจกรรมการเรียนการสอนผ่านบทเรียนการแก้ปัญหาซึ่งใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางให้นักเรียนได้สำรวจ ศึกษาและ

ค้นพบด้วยตนเอง ปัญหาที่มีความเหมาะสมกับกิจกรรมลักษณะนี้คือ ปัญหาปลายเปิด (open – ended problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่มีคำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ มีวิธีหาคำตอบ หรือมีแนวทางเข้าสู่คำตอบของปัญหาได้หลายวิธี (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2543 : 29)

การจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิดนั้นควรจัดกิจกรรมให้สอดคล้องเหมาะสมกับ ความสามารถของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งปัญหาปลายเปิดที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของนักเรียน ควรเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถหาคำตอบ ได้ จึงจะช่วยให้บรรยากาศการเรียนการสอนเอื้อต่อการเรียนรู้และช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จากการศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์โดย Union College Character Research Project ในปี ค.ศ.1957 ลิกอนได้ให้คำแนะนำว่า สำหรับเด็กที่มีช่วงอายุ 10 - 12 ปี ควรให้โอกาสเด็กได้สำรวจ ได้สร้าง ได้กระทำสิ่งต่างๆด้วยตนเองและให้เด็กได้สื่อสาร กับเด็กคนอื่นๆเกี่ยวกับประสบการณ์ของตน เป็นช่วงเวลาสำหรับการสำรวจความสามารถและ ทำทนายให้พวกเขาได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่ยากต่างๆ เด็กในวัยนี้ต้องการทดสอบความคิดและทักษะของเขาเองซึ่งเขาควรได้รับประสบการณ์ต่างๆ อย่างกว้างขวางเพื่อใช้ในการวางแผนกิจกรรมต่างๆและ เพื่อใช้อภิปรายกับคนอื่นๆซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่า เด็กในวัยนี้จะสามารถแสดงความคิดและสื่อสาร ความคิดของตนออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้แต่มีขาดความมั่นใจในผลงานของตนเอง ซึ่งอาจเป็นผล จากการเข้าสู่ระบบโรงเรียน และต้องทำตามกฎเกณฑ์ที่สังคมกำหนดทำให้ขาดโอกาสแสดง ความคิดเห็น ดังนั้นหากโรงเรียนจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระจะให้นักเรียนกล้าคิดริเริ่มสร้างสรรค์และมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น (อารี รังสินันท์. 2527 : 54)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ การแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนมีโอกาสแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนได้เล็งเห็นคุณค่าความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าผลจากการวิจัยนี้ จะเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนมีความสามารถ ในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด

3. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 6 ห้องเรียน รวม 112 คน และทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 46 คน

3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด

ตัวแปรตาม ได้แก่ คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ออกแบบในรูปกิจกรรม 8 กิจกรรม แต่ละกิจกรรมจะเป็นการเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่เป็นปัญหาแบบปลายเปิด ซึ่งเชื่อมโยงกับบทเรียน คณิตศาสตร์และสามารถหาคำตอบของปัญหาได้ ในเรื่อง สถิติโดยใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่เกินกว่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4. สมมติฐานทางการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหา ปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ เป็นจำนวนมากกว่า ร้อยละ 70 ขึ้นไปของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ปัญหาปลายเปิด หมายถึง ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เปิดกว้างในการหาคำตอบ (มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ) หรือมีวิธีการหาคำตอบ มีแนวทางในการเข้าสู่คำตอบของปัญหา ได้หลายวิธี

5.2 กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยเน้นการใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินกิจกรรม ให้นักเรียนได้นำความรู้พื้นฐาน ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มาใช้กำหนดแนวทางเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นหรือเป็นกลุ่มย่อยและนักเรียนมีอิสระในการคิดหาคำตอบด้วยตนเองภายใต้การแนะนำ การช่วยขยายแนวคิด และการอำนวยความสะดวกของครู

5.3 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ ซึ่งสำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาความคิดสร้างสรรค์ 3 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลในการคิดหาตอบได้ อย่งถูกต้องรวดเร็วและต่อเนื่องและได้คำตอบในปริมาณมากๆในเวลาจำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลในการคิดหา คำตอบที่ถูกต้องได้หลายทาง หลายรูปแบบ และสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้ว่า มีความจำเป็น

3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลในการคิดหาคำตอบ ที่ถูกต้อง มีความแปลกใหม่และแตกต่างจากความคิดของผู้อื่นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 ลักษณะดังกล่าว ศึกษาจากความสามารถ 5 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถามหรือโจทย์ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้คำตอบที่กำหนดให้เป็น แนวทางในการตั้งคำถามได้โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นมากเมื่อคำนวณแล้วได้ผลลัพธ์ ตรงกับคำตอบที่กำหนดให้

2. ความสามารถในการสร้างแบบรูปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องหรือสร้างชุดคำตอบที่หลากหลาย จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธีและ สามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีเดิม หรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลง วิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการพิจารณา หรือประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนเรื่องราวหรือทำนายเหตุการณ์ต่างๆในอนาคตได้อย่างถูกต้อง โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้กับ เหตุการณ์ในอนาคตตามเงื่อนไขที่เป็นไปได้

5. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือรูปเรขาคณิต 2 มิติหรือ 3 มิติ หรือการดำเนินการ (Operation) ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมอง ของบุคคล ในการจัดกลุ่มจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้เกณฑ์ หรือคุณสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัดจำนวน

5.4 แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบวัด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 ลักษณะ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยศึกษาจากความสามารถ 5 ด้านดังกล่าวในข้อ 3 หลังจากที่ได้ทำการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดจบ ทั้ง 8 กิจกรรมแล้ว

5.5 แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบสังเกต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบบันทึกคะแนนปฏิบัติการในใบงานของนักเรียน โดยการวิเคราะห์พฤติกรรมความคิดแก้ปัญหาในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

5.6 คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนแต่ละคนหลังจากที่ได้ทำการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดจบทั้ง 8 กิจกรรมแล้ว

5.7 คะแนนปฏิบัติกิจกรรม หมายถึง คะแนนร้อยละ 30 ของคะแนนรวมทั้งหมดที่ ประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมซึ่งได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

- การปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อยร้อยละ 10 ของคะแนนทั้งหมด
- การปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคลร้อยละ 15 ของคะแนนทั้งหมด
- การสัมภาษณ์ ซึ่งให้คะแนนเป็นรายบุคคลร้อยละ 5 ของคะแนนทั้งหมด

5.8 คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนรวม ทั้งหมดซึ่งได้จาก

- คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด
- คะแนนปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนซึ่งเป็นกิจกรรมกลุ่มย่อย รายบุคคล และจาก การสัมภาษณ์ ซึ่งคะแนนรวมทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 30 ของคะแนนทั้งหมด

5.9 เกณฑ์ หมายถึง ร้อยละ 70 ของคะแนนรวมทั้งหมด กล่าวคือ ถ้านักเรียนได้คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด ถือว่าผู้นั้นสอบผ่านเกณฑ์

1.5.10 นักเรียน หมายถึง นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 112 คน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.2 แนวคิดที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัญหาปลายเปิด
 - 2.1 ความหมายของปัญหาปลายเปิด
 - 2.2 การสร้างปัญหาปลายเปิด
 - 2.3 การแก้ปัญหาปลายเปิด
 - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาปลายเปิด

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ทิพย์บุปผา สาคร (2546: 18) ได้ให้ความหมายของคำว่าความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดปัญหาคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทางด้วยการปรับปรุง ดัดแปลง ต่อเติม หาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในแง่มุมต่างๆอันที่จะ ทำให้เกิดสิ่งที่แปลกใหม่

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547: 51) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่าหมายถึงความสามารถทางการคิดของนักเรียนที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ มีความยืดหยุ่น และมีความหลากหลาย โดยมีสถานการณ์ปัญหาต่างๆเป็นตัวกระตุ้น ให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ว่า หมายถึงความสามารถทางการคิดของบุคคลที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ มีการดัดแปลง ต่อเติม หาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในแง่มุมต่างๆ มีความยืดหยุ่นและมี ความหลากหลาย โดยมีสถานการณ์ปัญหาต่างๆเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ ออกมา ซึ่งผู้วิจัยสนใจศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่แสดงออกมา ซึ่ง สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลในการคิดหาตอบได้ อย่างถูกต้องรวดเร็วและต่อเนื่องและได้คำตอบในปริมาณมากๆในเวลาจำกัด
2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลในการคิดหา คำตอบได้หลายทาง หลายรูปแบบ และสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้ว่ามีคำตอบ
3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลในการคิดหาคำตอบ ที่ถูกต้อง มีความแปลกใหม่และแตกต่างจาก ความคิดของผู้อื่น

1.2 แนวคิดที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในด้านต่างๆ ดังนี้

1.2.1 ด้านกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ฮาดามาร์ด (Busse; & Manfield. 1980: 96; citing Hadamard :1945. unpagged.) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดย กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหาและบุคคลมีการกระทำต่อปัญหาในระดับที่รู้ตัว (Conscious) อย่างเป็นระบบ (Systematic) โดยวิธีการเชิงตรรก (Logical Approach) ซึ่งความพยายามในระดับที่รู้ตัวนี้จะเป็นการกระตุ้นให้เห็นแนวทางต่างๆไปในการ แก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว

2. ขั้นครุ่นคิด (Incubation) เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (Unconscious Thinking Processes) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดจากการรวมกันของความคิดต่างๆแบบสุ่มและจะมีเพียง ความคิดที่ดีเท่านั้นที่จะขึ้นสู่ระดับความรู้ตัว (Consciousness)

3. ขั้นรู้แจ้ง (Illumination) เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (Consciousness)

4. ขั้นตรวจสอบ เสนอผลงาน และการนำไปใช้ (Verification, Exposition, and Utilization of the Results) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว Guilford (กรมวิชาการ. 2535: 16; อ้างอิงจาก Guilford. 1967) กล่าวว่า คนที่มี ความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีความฉับไวที่จะรับรู้ปัญหา มองเห็นปัญหา สามารถที่จะเปลี่ยนแปลง ความคิดใหม่ๆได้ง่าย มีความสามารถที่จะสร้างหรือแสดงความคิดเห็นใหม่ๆและปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ซึ่งวิธีการคิดของคนเราเป็นตามลำดับขั้นดังนี้

1. การรู้และการเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถของสมองในการเข้าใจสิ่งต่างๆได้อย่างรวดเร็ว

2. การจำ (Memory) คือ ความสามารถของสมองในการสะสมข้อมูลต่างๆที่ได้เรียนรู้ มาและสามารถระลึกออกมาได้ตามที่ต้องการ

3. การคิดแบบออกนอกรุ่น (Divergent thinking) หมายถึง ความสามารถของสมอง ในการให้การตอบสนองได้หลายๆอย่างจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวนคำตอบ

4. การคิดแบบเอกรุ่น (Convergent thinking) หมายถึง ความสามารถของสมอง ในการให้การตอบสนองที่ถูกต้องและดีที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้

5. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถของสมองในการตัดสิน ข้อมูล ที่กำหนดให้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

1.2.2 ด้านองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

Guilford (กรมวิชาการ. 2535: 16; อ้างอิงจาก Guilford. 1967) จัดวิธีการคิด แบบออกนอกรุ่นว่าเป็นความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งหมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการศึกษา ที่ก่อให้เกิดสิ่งต่างๆใหม่ๆ เป็นความสามารถของบุคคลที่จะประยุกต์ใช้กับงานหลายๆ ชนิด ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความคิดริเริ่ม
2. ความคิดคล่อง
3. ความคิดยืดหยุ่น
4. ความคิดละเอียดลออ

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มเกิด จากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้นเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรกต้อง อาศัยลักษณะความกล้าคิดกล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตน บ่อยครั้งต้องอาศัยความคิดจินตนาการหรือที่ เรียกว่าความคิดจินตนาการประยุกต์ คือไม่ใช่ คิดเพียงอย่างเดียวแต่จำเป็นต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิด ผลงานด้วย ความคิดริเริ่มนั้นสามารถ อธิบายได้ตามลักษณะดังนี้คือ

1. ลักษณะทางกระบวนการ คือ เป็นกระบวนการคิดและสามารถแตกความคิดจาก ของเดิมไปสู่ ความคิดแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำกับของเดิม

2. ลักษณะของบุคคล คือ บุคคลที่มีความคิดริเริ่มจะเป็นบุคคลที่มีเอกลักษณ์ของ ตนเอง เชื่อมั่นใน ตนเอง กล้าคิด กล้าลอง กล้าแสดงออก ไม่ขลาดกลัวต่อความไม่แน่นอนหรือ คลุมเครือแต่เต็มใจและยินดีที่จะ เผชิญและเสี่ยงกับสภาพการณ์ดังกล่าว บุคคลที่มีความคิด สร้างสรรค์จึงเป็นบุคคลที่มีสุขภาพจิตดีด้วย

3. ลักษณะทางผลิตผล คือ ผลงานที่เกิดจากความคิดริเริ่มเป็นงานที่แปลกใหม่ไม่เคย ปรากฏมาก่อนมี คุณค่าทั้งต่อตนเองและเป็นประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวม คุณค่าของงานจึงมีตั้งแต่ ระดับต้น เช่น ผลงานที่เกิด จากความต้องการแสดงความคิดอย่างอิสระซึ่งเกิดจากแรงจูงใจของตนเอง ทำเพื่อสนองความต้องการของ ตนเองโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงานและค่อยๆพัฒนาขึ้น โดยเพิ่มทักษะบางอย่าง ต่อมาจึงเป็นชิ้นงาน ประดิษฐ์ซึ่งเป็นสิ่งที่คิดค้นใหม่ไม่ซ้ำกับใคร นอกจากนั้นก็พัฒนางานประดิษฐ์ให้ดีขึ้นจนเป็นขั้นสูงสุด

ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่าง คล่องแคล่วรวดเร็วและมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด แบ่งออกเป็น

1. ความคิดคล่องทางด้านถ้อยคำ (Word fluency) ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้ ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

2. ความคิดคล่องทางการโยงสัมพันธ์ (Associational fluency) เป็นความสามารถ ที่จะคิดหา ถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคล่องทางการแสดงออก (Expressional fluency) เป็นความสามารถ ในการใช้วลีหรือ ประโยค เป็นความสามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ ต้องการ

4. ความคล่องในการคิด (Ideational fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการ ภายในเวลาที่ กำหนด เป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะพยายามเลือกเฟ้นให้ได้ความคิดที่ดี และเหมาะสมที่สุด จึง จำเป็นต้องคิดออกมาให้ได้มากหลายอย่างและแตกต่างกัน แล้วจึงนำเอา ความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณา เปรียบเทียบกันว่าความคิดอันใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุด

ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลาย ประเภทและหลาย ทิศทาง แบ่งออกเป็น

1. ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous flexibility) เป็นความสามารถที่จะ พยายามคิดได้ หลายอย่าง อย่างอิสระ

2. ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive flexibility) เป็นความสามารถที่ จะคิดได้ หลากหลายและสามารถดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความคิดในรายละเอียดที่แตกต่างหรือขยายความคิด หลักให้ได้ ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นยิ่งในการสร้าง ผลงานที่มีความแปลก ใหม่ให้สำเร็จ พัฒนาการของความคิดละเอียดลออนั้นขึ้นอยู่กับ

1. อายุ เด็กที่มีอายุมากจะมีความสามารถทางด้านนี้มากกว่าเด็กอายุน้อย

2. เพศ เด็กหญิงจะมีความสามารถมากกว่าเด็กชายในด้านความคิดละเอียดลออ

3. ความสังเกต เด็กที่มีความสามารถด้านการสังเกตสูงจะมีความสามารถทางด้าน ความคิด ละเอียดลออสูงด้วย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า พฤติกรรมที่เป็นความคิดสร้างสรรค์นี้เป็นความสามารถด้านหนึ่งของ เซาว์นปัญญา เป็นการคิดหลายทิศทาง (Divergent thinking) ที่ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิด ยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ ทอร์เรนซ์ เป็นผู้นำแนวคิดและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของ กิลฟอร์ดมาใช้ศึกษาวิจัยในรูปแบบของการเรียนการสอน ซึ่งทอร์เรนซ์ได้สนใจที่จะศึกษาความคิดสร้างสรรค์ ของ

นักเรียนโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการผลิตความคิดได้หลากหลายเพื่อ ตอบสนองต่อคำถาม ปลายเปิดและคำถามอื่น ๆไม่ว่าจะเป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดนตรี และศิลปะ เป็นต้น หรืออาจจะกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็น ความคิดคล่องทางการโยงสัมพันธ์

2. ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย คิดได้ หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายๆด้าน

3. ความคิดริเริ่ม เป็นความคิดที่แปลกใหม่ที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดา หรือ ความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อน ทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ (Torrance. 1973: 91-95)

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สนใจศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยเน้น ความคิดสร้างสรรค์ 3 ลักษณะ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

1.3 การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้โดยจัด การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ได้ หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1.3.1 การระดมสมอง (Brainstorming)

ออสเบอร์น (สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. 2545 : 104-105 ; อ้างอิงจาก Osborn. 1963) นำเสนอหลักการของการแก้ปัญหาโดยวิธีการระดมสมอง ดังนี้

1. ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดเห็นทั้งของตนเองและผู้อื่น
2. พยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างออกไป
3. พยายามหาคำตอบให้ได้มากที่สุด
4. พยายามดัดแปลงตกแต่งความคิดที่มีอยู่

หัวใจของการแก้ปัญหาโดยวิธีการระดมสมอง คือ การไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือตัดสิน ถูกผิด ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มได้เสนอความคิดเห็นอย่างเต็มที่ หลักการนี้จะทำให้ ได้มาซึ่งข้อเสนอแนะมากมาย ในการแก้ปัญหา ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการแก้ปัญหาโดยวิธีการนี้ แม้จะนั่งคิดคนเดียวก็สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีคุณภาพได้

1.3.2 เทคนิคอร์ดอน (The Gordon Technique)

กอร์ดอน (สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. 2545 : 105 ; อ้างอิงจาก Gordon. 1961) ได้เปลี่ยนแปลงวิธีการระดมสมองบางส่วนแล้วเพิ่มกระบวนการที่เรียกว่า ความคิดสร้างสรรค์เชิงปฏิบัติการขึ้นมา วิธีนี้แตกต่างจากวิธีการระดมสมองตรงที่ว่าจะไม่มีการชี้แจงปัญหาอย่างละเอียด ก่อนล่วงหน้า ปัญหาจะให้แนวทางกว้างๆในลักษณะนามธรรม (Abstract) เช่น ปัญหาคือเรื่อง การหาที่จอดรถในตัวเมือง ประธานกลุ่ม จะเริ่มต้นด้วยคำถามที่ว่าปัญหานี้เกี่ยวกับการเก็บสิ่งของเข้าที่ เราสามารถจัดเก็บสิ่งของให้เข้าที่ได้กี่วิธี จาก การทดลองใช้คำถามกับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา กอร์ดอนพบคำตอบมากมายดังนี้

1. เก็บใส่ถุง
2. กองไว้
3. วางไว้เป็นแถวๆ
4. ใส่กระป๋อง

5. แขนงบนไม้แขวนเสื้อ
6. วางบนสายพานที่ลากไปยังที่เก็บ
7. ตัดออกเป็นชิ้นเล็กๆ
8. ผึ่ง
9. เอาใส่กระเป๋
10. เอาใส่กล่อง

เมื่อเวลาผ่านไปสักระยะหนึ่งประธานกลุ่มเริ่มตั้งคำถามให้แคลง เช่น พูดว่า “ของที่เรา ต้องการเก็บ มีขนาดใหญ่” จากนั้นก็ให้ข้อจำกัดลงไปอีกว่า “สิ่งของที่พับไม่ได้หรือตัดออกเป็นชิ้นๆ ไม่ได้” คำถามอาจทำให้แคลงเท่าที่ต้องการ ทั้งนี้โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานความเชื่อว่าการเริ่มต้นด้วย คำถามที่กว้างมากๆจะนำไปสู่ คำตอบที่ตามปกติคนจะนึกไม่ถึง เช่น คำตอบที่ว่าเก็บโดยห้อยแขวน ซึ่งโดยปกติคงไม่มีใครนี้จะจอตลอดเข้าที่ ห้อยแขวน นอกจากนี้การเคลื่อนสิ่งของเพื่อเก็บเข้าที่โดยใช้สายพานก็สามารถเป็นจริงได้มาก สำหรับการวิจัย ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยนำแนวคิดของเทคนิค การระดมสมองและเทคนิคออร์ดอน มาใช้ในการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดง ความคิดเห็น และช่วยกันคิดแก้ปัญหาภายในกลุ่มย่อย แล้วจึงนำเสนอผลงานต่อกลุ่มใหญ่ต่อไป

1.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บาลกา เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ วิทยาลัยเซนต์แมรี นอเตอร์ ดัม (Saint Mary's College, Notre Dame) รัฐอินเดียนา สหรัฐอเมริกา ได้สร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มี ความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไป สสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักวิชาการคณิตศาสตร์ และ ครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา แล้วคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่ม ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป จากการสำรวจพบว่าได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ 6 ด้าน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ (กชกร รุ่งหัวไผ่. 2547 : 60-63 ; อ้างอิงจาก Balka. 1974 : 633-636)

1. ความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ ในลักษณะเหตุและผลจาก สถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง กับคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการนำข้อมูล หรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้มาสรุปเป็นหลักการทั่วไปหรือกฎเกณฑ์ทาง คณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการทางตรรกศาสตร์

2. ความสามารถในการกำหนดแบบรูปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือสร้างชุดคำตอบที่หลากหลาย จาก สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่ แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลายๆวิธีและ สามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมและ แตกต่างจากวิธีเดิมหรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลง วิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะ เกิดขึ้นใน สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเน เรื่องราวหรือทำนาย เหตุการณ์ต่างๆในอนาคตได้อย่างถูกต้อง โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์จากสถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่กำหนดให้กับเหตุการณ์ในอนาคตตามเงื่อนไข ที่เป็นไปได้

5. ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ ขาดหายไปจาก สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้และสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆที่เจาะจง ได้ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจับประเด็นสำคัญของปัญหาและการคิดวิธี แก้ปัญหา โดยการ แยกแยะปัญหาย่อยๆเพื่อนำไปคิดหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนจนได้คำตอบ ที่ถูกต้อง หลังจากได้เกณฑ์ที่ใช้วัด ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้ว บาลกา ได้นำเกณฑ์ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ใช้สำหรับทดสอบ นักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 แล้วจึงนำ แบบทดสอบดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ตรวจ พิจารณาและปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็น แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Ability in Mathematics Test : CAMT)

บาลกาได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้าง ขึ้นและ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา (Minnesota Test of Creative Thinking) ไปทดสอบกับ นักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนน ความคิดสร้างสรรค์ 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผลโดยการ แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และคะแนนจาก แบบวัดเชาว์ปัญญาของทางโรงเรียนเป็นเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ประกอบด้วย การคิด 2 ลักษณะ คือ การคิดแบบอเนกนัย ได้แก่ ด้านที่ 1, 4, 5 และ 6 และความคิดแบบเอกนัย ได้แก่ ด้านที่ 2 และ 3 และความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ดังกล่าว มี ความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เชาว์ปัญญา และ ความคิด สร้างสรรค์ทั่วไป

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้งใน ประเทศและต่างประเทศ ดังนี้

บาลกา (Balika. 1974 : 633-636) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์โดย การสำรวจเกณฑ์ที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการทาง คณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป มาสร้างเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยซึ่งมีทั้งหมด 6 ด้าน แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8

จำนวน 500 คน จากนั้นนำมาตรวจให้ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผลโดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และคะแนนจากแบบวัดเชาว์ปัญญาของทางโรงเรียนเป็นเกณฑ์ในการวัดผลจากการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวประกอบด้วยความคิด 2 ลักษณะ คือ ความคิดแบบเอกนัยและความคิดอเนกนัย และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เชาว์ปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

สุพัตรา ฤกษ์ปาย (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยการเปรียบเทียบผลของการใช้ เทคนิคแบบร่วมมือและการใช้สัญญาเงื่อนไขซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อฝึกความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ และมีการทำสัญญาเป็นลายลักษณ์อักษรระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเพื่อเป็นการ เสริมแรงให้มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีเชาว์ปัญญาระดับปานกลางและมีสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ตามเกณฑ์ของกรมวิชาการ และมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ลงมา ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและใช้สัญญาเงื่อนไขเป็นกลุ่ม มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังจากการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและใช้สัญญาเงื่อนไขเป็นรายบุคคลมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังจากการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและใช้สัญญาเงื่อนไขเป็นกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่ต่างจากนักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและใช้สัญญาเงื่อนไขเป็นรายบุคคล

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ดำเนินการทดลองสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวน สอบสวน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวน สอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถส่งเสริมและพัฒนาขึ้น โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับการเสริมสร้างกระบวนการคิด จนกระทั่งพัฒนาเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมมากที่สุด ซึ่งอาจสามารถทำได้โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมแสดง ความคิดเห็นต่อเพื่อนในกลุ่มการแลกเปลี่ยนแนวคิดและการที่นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหา

ปลายเปิดซึ่งนักเรียนจะมี โอกาสในการหาคำตอบได้หลากหลายตามความสามารถ ความรู้ และความเข้าใจ ของนักเรียน โดยนักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนเองรวมทั้งรับฟังแนวคิดของเพื่อนคนอื่นๆ จนกระทั่งมีการ อภิปรายเกี่ยวกับคำตอบที่เกิดขึ้นซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับการเสริมสร้างกระบวนการคิดและกระตุ้น ให้นักเรียน เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มที่

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัญหาปลายเปิด

2.1 ความหมายของปัญหาปลายเปิด

เบกเกอร์และชิมาดา (Becker; & Shimada. 1997 : 1) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับปัญหา ปลายเปิดว่า ปัญหาปลายเปิดหรือปัญหาไม่สมบูรณ์เป็นปัญหาที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบที่ถูกต้อง หลายคำตอบซึ่งมักพบอยู่เสมอในการสอนในชั้นเรียนเมื่อครูใช้ถามนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาความ หลากหลายของวิธีการหรือแนวทางเข้าสู่คำตอบของปัญหาที่กำหนด

ทาคาฮาชิ (Takahashi. 2004 : Online) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาปลายเปิดว่า เป็น กระบวนการในการสร้างให้เกิดความสนใจและกระตุ้นเร้าให้เกิดกิจกรรมคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียนในชั้นเรียนการแก้ปัญหาปลายเปิดที่ถูกพัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่นเป็นกระบวนการสร้างให้นักเรียนเกิด ความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรมและการทำงานร่วมกับ ผู้อื่น การเรียนการสอนที่ใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดจะเน้นกระบวนการแก้ปัญหา มากกว่าจะสนใจคำตอบ ทาคาฮาชิ ได้แบ่งลักษณะของปัญหาปลายเปิดออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 เป็นปัญหาที่มีคำตอบเดียวแต่มีวิธีการในการหาคำตอบหรือแนวทางใน การหาคำตอบได้หลายวิธี

ลักษณะที่ 2 เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ

แฮนคอค (Hancock. 1995 : 496) ได้ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดว่าเป็นปัญหา ที่มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544 : 27) ได้ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดว่า เป็นปัญหาที่ สร้างขึ้นให้มี คำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบ ได้หลายวิธี

จากการให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดดังกล่าวข้างต้น สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เปิดกว้างในการหา คำตอบ(มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ) มีแนวทางเข้าสู่คำตอบของปัญหาได้หลายวิธี

2.2 การสร้างปัญหาปลายเปิด

โจทย์ปัญหาที่เป็นแบบฝึกหัดซึ่งนักเรียนทำอยู่เป็นประจำที่เป็นปัญหาปลายเปิดซึ่งมี คำตอบและ วิธีการหาคำตอบอย่างเฉพาะเจาะจงสามารถพัฒนาปรับปรุงให้เป็นงานที่มีกระบวนการ และท้าทายยิ่งขึ้น กว่าเดิมโดยปรับเปลี่ยนขยายให้เป็นปัญหาปลายเปิด โดยมีวิธีการ เช่น ตัด เงื่อนไขบางประการออกไป การ ย้ายคำถาม การเพิ่มข้อมูลที่ไม่จำเป็นเข้าไปในปัญหา (ปรีชา เนาว์ เย็นผล.2543 : 30-34)

โดยทั่วไปเป็นการยากในการพัฒนาปัญหาให้เป็นปัญหาปลายเปิดที่ดีและเหมาะสม สำหรับนักเรียนในระดับชั้นที่แตกต่างกัน มีข้อเสนอแนะบางประการสำหรับการสร้างปัญหาปลายเปิด ในกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังนี้

1. เตรียมสถานการณ์เชิงกายภาพที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเชิงปริมาณซึ่งสามารถ สังเกตความสัมพันธ์ได้
2. แทนที่จะถามนักเรียนให้พิสูจน์ทฤษฎีบทเหมือนกับ “ถ้า P แล้ว Q” เปลี่ยนปัญหา นี้เป็น “ถ้า P แล้วความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆที่นักเรียนค้นพบมีอะไรบ้าง” ทั้งนี้ต้องกำหนดขอบเขต ของคำว่า “สิ่งต่างๆ” ให้เฉพาะเจาะจงขึ้น
3. ในการสอนเกี่ยวกับทฤษฎีบท บทเรียนควรเริ่มต้นด้วยตัวอย่างที่สอดคล้องกับ ทฤษฎีบทหลายๆตัวอย่าง เช่น ในเรขาคณิตควรเริ่มด้วยการแสดงรูปเรขาคณิตที่สอดคล้องกับ ทฤษฎีบทหลายๆรูป แล้วให้นักเรียนสร้างข้อความคาดการณ์จากรูปเองซึ่งจะนำไปสู่ข้อความ ตามทฤษฎีบท
4. แสดงรายการที่เป็นลำดับหรือตารางของข้อมูลต่างๆ ให้นักเรียนค้นความสัมพันธ์ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์
5. แสดงตัวอย่างของข้อเท็จจริงที่แสดงให้เห็นแนวคิดกว้างๆกับนักเรียน ครู ยกตัวอย่างข้อเท็จจริงในด้านหนึ่งให้นักเรียนอธิบายข้อปลีกย่อยอื่นๆ
6. แสดงตัวอย่างของแบบฝึกหัดหรือปัญหาที่คล้ายคลึงกันหลายๆตัวอย่างให้นักเรียน หาคำตอบ แล้วให้หาสมบัติที่ร่วมกันเท่าที่เป็นไปได้ของปัญหาเหล่านี้ เช่น ปัญหาจัดการแข่งขัน ฟุตบอล การหาจำนวนคู่สายโทรศัพท์ การหาจำนวนเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม
7. แสดงสถานการณ์เชิงกึ่งคณิตศาสตร์ (quasi-mathematics) ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยอธิบายได้ เช่น ปัญหาการอยู่กันอย่างกระจัดกระจายของกลุ่มก้อนหินใน ลักษณะต่างๆ ให้นักเรียนอธิบายว่ากลุ่มใดมีการกระจายมากที่สุดเพราะเหตุใด ให้หาวิธีการแก้ปัญหามาโดยนำคณิตศาสตร์มาใช้ช่วยอธิบาย

ในการสร้างแผนการสอนและพัฒนาให้เป็นแผนการสอนที่ดี ครูควรดำเนินการในประเด็นต่อไปนี้

1. ทำรายการสิ่งที่คาดหวังว่านักเรียนจะตอบสนองต่อปัญหา
นักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้และประสบการณ์แตกต่างกัน เมื่อเผชิญกับ สถานการณ์ปัญหาก็จะนำความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองมีอยู่มาใช้ทำความเข้าใจปัญหาและ กำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่มีความหมายในแนวของแต่ละคน ดังนั้นครูจะต้องจัดทำรายการเกี่ยวกับ วิธีการคิดหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่คาดหวังว่านักเรียนจะนำมาใช้เตรียมพร้อมไว้ด้วย การสอนของครู ที่อยู่บนพื้นฐานความคิดของนักเรียนเป็นการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจที่มีอยู่ก่อนแล้วย่อมเป็นแรงผลักดันให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งมั่นคง แม้ว่าวิธีการของนักเรียนอาจดูไม่เป็นแบบแผนสวยงามแต่ครูสามารถสอนต่อและคอยประคับประคอง ให้อยู่ในแนวทางที่ชัดเจนรัดกุมยิ่งขึ้น
2. ทำจุดประสงค์ของการนำปัญหามาใช้ให้ชัดเจน

ครูควรเข้าใจบทบาทของปัญหาในแผนการสอนโดยตลอด ปัญหาสามารถใช้เป็น ประเด็นอิสระ ใช้แนะนำโมเดลใหม่ๆ หรือใช้เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการใช้ผลรวมของ การเรียนรู้ในการแก้ปัญหา ปัญหาปลายเปิดมักใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในการแนะนำหรือใช้เป็น บทสรุปโมเดลและประมวลความรู้ สิ่งที่มีคุณค่าอีกประการหนึ่งของปัญหาปลายเปิดคือการเปิดโอกาสให้มีวิธีคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ดังนั้น ครูสามารถใช้เป็นสื่อในการแนะนำวิธีการแก้ปัญหาต่างๆได้ ซึ่งจะต้องกำหนดไว้ในจุดประสงค์ให้ชัดเจน

3. ศึกษาวิธีการเสนอปัญหาเพื่อที่ว่าจะได้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหา หรือ เข้าใจในสิ่งที่คาดหวังได้อย่างง่าย ๆ ปัญหาจำต้องแบ่งและขยายออกเพื่อที่ว่านักเรียนจะได้เข้าใจได้ง่ายขึ้นและ มองเห็นแนวทางที่จะแก้ปัญหา ปัญหาบางปัญหามีความซับซ้อนแม้ว่าครูจะต้องการให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา ด้วยตนเองอย่างอิสระแต่นักเรียนอาจมีประสบการณ์น้อยไม่เพียงพอที่จะแก้ปัญหาได้นักเรียนอาจสับสนและ เลิกแก้ปัญหา ซึ่งครูจะต้องหาวิธีนำเสนอปัญหาให้ง่ายขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียน

4. ทำปัญหาให้ดึงดูดความสนใจเท่าที่จะทำได้

ปัญหาจะต้องทำให้เห็นได้ชัดๆและเป็นที่น่าสนใจของนักเรียน ควรสร้างแง่มุมที่กระตุ้น ความอยากรู้อยากเห็นอยากลองคิด เพราะว่า การแก้ปัญหาปลายเปิดต้องใช้เวลาในการคิดและ ไตร่ตรอง ปัญหาต้อง ดึงดูดความสนใจเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเอาใจจดจ่ออยู่กับการแก้ปัญหาวัสดุอุปกรณ์ รูปแบบ แผนภาพ และสื่ออื่นๆที่คล้ายคลึงกันนี้สามารถใช้เป็นสื่อช่วยเพียงทำความ เข้าใจปัญหาและช่วยให้การแก้ปัญหาเป็นไป ด้วยความถูกต้อง

5. ต้องยอมให้ใช้เวลาเพียงพอที่จะสำรวจศึกษาปัญหาอย่างเต็มที่ในกลุ่มของนักเรียนบางครั้ง ต้องใช้เวลามากตั้งแต่การเสนอปัญหา การอภิปรายเพื่อหาทางแก้ปัญหาคำตอบ และการสรุปสิ่งที่ได้ เรียนรู้ ครูต้องให้เวลาอย่างเพียงพอกับนักเรียน บทเรียนหนึ่งๆ ควรใช้เวลาประมาณ 2 คาบ คาบละ 40-50 นาทีเพราะนักเรียนต้องใช้เวลาในการศึกษาทำความเข้าใจปัญหา ร่วมกันอภิปรายเพื่อค้นหาสาระสำคัญ กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องใช้เวลา ไม่น้อยกว่า1 คาบภายในกลุ่ม เวลาที่เหลือเป็นการนำเสนอ ข้อความหรือข้อค้นพบของกลุ่มและ การอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกันทั้งชั้นและการให้ข้อเสนอแนะของครู

ในกรณีทั่วไปเมื่อเป็นการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ครูจะต้องจัดการและจัดสรร เวลาอย่าง ระมัดระวังเพราะนักเรียนอาจนำเสนอหรืออภิปรายกันในเรื่องที่ทั้งคาดหวังและไม่คาดหวังควรให้เวลากับ นักเรียนในการแก้ปัญหาอย่างเพียงพอ ปัญหาบางปัญหาอาจต้องใช้ความรู้อื่นที่นอกเหนือไปจากบทเรียนที่ กำลังเรียน บางปัญหาต้องใช้เวลามากสำหรับการไตร่ตรอง

6. เลือกปัญหาให้เหมาะสมกับยุทธวิธีแก้ปัญหาที่จะแนะนำ

สิ่งหนึ่งที่นักเรียนต้องกระทำเมื่อเผชิญกับปัญหาคือการเลือกและประยุกต์ยุทธวิธีที่ เหมาะสม มาใช้ในการแก้ปัญหา ครูต้องเลือกสถานการณ์ปัญหาให้เหมาะสมกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนและให้เหมาะสมกับยุทธวิธีแก้ปัญหาที่จะแนะนำ ครูสามารถแนะนำยุทธวิธี แต่อย่างไรก็ตามช่วย นักเรียนในการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนมีความพร้อมมากขึ้นเมื่อเผชิญกับปัญหานักเรียนจะเลือกใช้ยุทธวิธีที่ เหมาะสมด้วยตนเองจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างปัญหาปลายเปิดข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีแนวทางใน การสร้างปัญหาปลายเปิดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งการสร้างปัญหาปลายเปิดสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยได้สร้างปัญหาปลายเปิดในสองลักษณะ คือ ปัญหาปลายเปิดที่ใช้สำหรับนำเข้าสู่กิจกรรมซึ่งมีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนักและปัญหาปลายเปิดที่ใช้สำหรับชั้นประกอบกิจกรรม ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่มีโครงสร้างซับซ้อนกว่า

2.3 การแก้ปัญหาปลายเปิด

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับปัญหานั้นเป็นสิ่งสำคัญ ครูสามารถแนะนำวิธีการให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างข้อตัดสินใจในการเลือก วิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเองและได้รับการจุดประกายความคิด ทำให้นักเรียนมีกำลังใจและมี ความสุขในการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหาจึงมีความสำคัญและเป็นสิ่งที่นักเรียนควรรู้ ซึ่งปรีชา เนาว์เย็นผล (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2544 : 22-26) ได้แบ่งยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่สำคัญได้ 14 ยุทธวิธี ดังนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการเดาและตรวจสอบเป็นการพิจารณาข้อมูลและ เงื่อนไขต่างๆที่ปัญหากำหนดให้ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นกรอบ ในการ เคาคำตอบของ ปัญหาแล้วตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์

2. ยุทธวิธีประมาณคำตอบ

ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณในการหาคำตอบอาจใช้การประมาณค่าจำนวนต่างๆ ให้มีค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มหน่วย จำนวนเต็มสิบ จำนวนเต็มร้อย หรือจำนวนเต็มอื่นๆแล้วแต่กรณี แล้วประมาณ คำตอบจากการคิดคำนวณอย่างคร่าวๆ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ค่อนข้างรวดเร็วกว่า การคิดคำนวณตรงๆ บันทึกคำตอบที่ได้จากการประมาณนี้ไว้ คำตอบที่ได้จากการประมาณ จะช่วยให้มองเห็นภาพของคำตอบที่ต้องการและสามารถนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จาก การคิดคำนวณตามปกติเพื่อตรวจสอบความ เป็นไปได้ของคำตอบ และในปัญหาบางปัญหาผลจาก การประมาณคำตอบสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการ หาคำตอบที่ต้องการได้

3. ยุทธวิธีเขียนภาพหรือแผนภาพ

ศักยภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่มีข้อจำกัดจนกระทั่งเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับภาษา และ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เด็กเล็กค่อนข้างจะมีความยากลำบากในการใช้สัญลักษณ์เพื่อ แก้ปัญหา ทางเลือก ที่ดีทางหนึ่งที่เป็นรูปธรรมกว่าคือการใช้ภาพและแผนภาพ สำหรับเด็กเล็ก สามารถใช้ปัญหาที่แทนด้วยรูปภาพ ในการบันทึกข้อสนเทศเกี่ยวกับการแก้ปัญหา เมื่อเด็กมีวุฒิภาวะขึ้นสิ่งที่แทนด้วยรูปภาพและแผนภาพจะ เปลี่ยนไปเป็นตัวเลขและนิพจน์อย่างอื่นทาง คณิตศาสตร์ การเขียนภาพหรือแผนภาพช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ ง่ายขึ้นและบางครั้งสามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากเขียนภาพหรือแผนภาพนั้น

4. ยุทธวิธีสร้างตัวแบบ

ตัวแบบพบอยู่มากมายในคณิตศาสตร์ บางทีก็ใช้เป็นตัวแทนของมโนคติและกระบวนการ ทาง คณิตศาสตร์ ตัวแบบเหล่านี้มีประโยชน์ในการแนะนำสาระใหม่ในการช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนคติ ตัวแบบมี ประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย นักเรียนควรจะได้รับภาระกระตุ้นให้ใช้ตัวแบบที่เหมาะสม

ในการทำความเข้าใจและกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาเราสามารถใช้อย่างต่างๆในการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ปัญหา

5. ยุทธวิธีลงมือปฏิบัติ

การลงมือทำเป็นยุทธวิธีแก้ปัญหาประเภทหนึ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ โดยปกติอาจทำคร่าวๆก่อนไม่เน้นความละเอียดและประณีตเพื่อให้เห็นภาพรวมของงานที่ทำ เป็นยุทธวิธีที่ดีที่ให้นักเรียนได้คิดผ่านการกระทำและทำให้มองเห็นภาพของสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมเข้าใจง่าย

6. ยุทธวิธีแจกแจงรายการ

การแจกแจงรายการเป็นการนำเสนอสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้แก่ ข้อมูลที่กำหนด กรณีต่างๆที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่กำหนด โดยนำเสนอให้เป็นระบบมีระเบียบครบถ้วนเป็นหมวดหมู่ป้องกันการเสนอซ้ำซ้อน อาจนำเสนอในรูปแบบตารางเพื่อให้การพิจารณาใช้ประโยชน์จากข้อมูลทำได้ สมบูรณ์ การแจกแจงรายการอาจนำเสนออย่างครบถ้วนทุกประเด็นเมื่อมีกรณีต่างๆที่จะนำเสนอมี จำนวนจำกัดหรืออาจนำเสนอเพียงบางรายการที่จำเป็นและเพียงพอต่อการหาคำตอบของปัญหา

7. ยุทธวิธีสร้างตาราง

การสร้างตารางเป็นการจัดกระทำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้เป็นระบบระเบียบ โดยนำมา เขียนลงในตารางเพื่อช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลซึ่งนำไปสู่การหาคำตอบที่ต้องการการใช้วิธีสร้างตารางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีประเด็นที่ควรพิจารณา ดังนี้

7.1 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีต่างๆที่เป็นไปได้ทั้งหมด

7.2 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีที่เป็นไปได้บางกรณี

7.3 สร้างตารางเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด (หรือมากกว่า)

7.4 สร้างตารางเพื่อค้นหาขั้นทั่วไปของความสัมพันธ์ การสร้างตารางสามารถใช้ร่วมกับการแก้ปัญหาอย่างอื่น เช่น การเดา และการตรวจสอบ การค้นหาแบบรูป

8. ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป

แบบรูปเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่แล้วในธรรมชาติและเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น การค้นหาและการใช้แบบรูปสามารถประยุกต์ได้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เด็กเล็กสามารถค้นหาและพรรณนาแบบรูปได้จากการร้อยลูกปัดการเล่นไม้บล็อกและแม้กระทั่งการเล่นตีกลองระดับประถมศึกษาเด็กสามารถค้นหาและอธิบายแบบรูปของจำนวน (number pattern) เช่น 2, 4, 6, 8,... ; 30, 27, 24, 21,... นักเรียนที่มีวุฒิภาวะสูงกว่าจะทำกิจกรรมเกี่ยวกับแบบรูปที่เป็น นามธรรมและมีความซับซ้อนได้มากกว่า

9. ยุทธวิธีเปลี่ยนมุมมอง

การเปลี่ยนมุมมองเป็นเป็นแนวทางของการคิดมากกว่าที่จะเป็นยุทธวิธีบางที่เรียกวิธีนี้ว่า “หยุดคิดก่อน” (breaking out) เพราะผู้แก้ปัญหาต้องหยุดคิดมองปัญหาให้รอบด้าน หาวิสัยทัศน์มุมมองของปัญหาใหม่อาจแปลกแยกไปกว่าวิธีปกติธรรมดา

10. ยุทธวิธีนึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน

เมื่อเผชิญกับปัญหาอย่างหนึ่งที่เราควรทำคือพิจารณาว่าปัญหานี้คล้ายกับปัญหาที่เคยแก้

มาก่อนหรือไม่ ถ้าคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือมีบางส่วนของปัญหาล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อน ผู้แก้ปัญหามองถึงวิธีการหรือยุทธวิธีที่เคยใช้แล้วพิจารณาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ กับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

11. ยุทธวิธีทำปัญหาให้ง่ายหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย

บางปัญหาคือเหมือนเป็นปัญหาใหญ่อาจเป็นเพราะขนาดของจำนวนหรือความซับซ้อนของปัญหา การทำปัญหาให้ง่ายลงจะช่วยให้สามารถกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาและสามารถนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาก็ทำได้ วิธีการหนึ่งในการทำให้ปัญหาง่าย คือ การแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนๆหรือเริ่มต้นปัญหาที่มีระดับความซับซ้อนน้อยลง การทำปัญหาให้ง่ายสามารถนำมาใช้เพื่อให้สามารถค้นหาแบบรูปของคำตอบได้

12. ยุทธวิธีใช้ตัวแปร

การแก้ปัญหาวีธีนี้กระทำโดยสมมติตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่าสร้าง ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้น แล้วพิจารณาหา คำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ปัญหาบางปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ในรูป สมการที่สอดคล้องกับปัญหาได้ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ทำโดยการแก้สมการแล้วพิจารณาความเป็นไปได้จากคำตอบของสมการนั้น

13. ยุทธวิธีให้เหตุผล

การให้เหตุผลในการแก้ปัญหามองถึงการใช้ข้อมูลต่างๆที่กำหนดในปัญหา ผนวกกับข้อความรู้ที่ทราบมาก่อนเป็นเหตุบังคั้นำไปสู่ผลซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา ยุทธวิธีให้เหตุผลมักใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่นๆ

14. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ

เป็นยุทธวิธีเฉพาะซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาบางปัญหาที่แก้ปัญหโดยเริ่มต้นจาก สิ่งที่ปัญหากำหนดให้แล้วหาความเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่ปัญหาต้องการ ทำได้ค่อนข้างยากแต่ว่าการ เริ่มต้นพิจารณาสิ่งที่ปัญหาต้องการแล้วหาความเชื่อมโยงกลับไปสู่สิ่งที่ปัญหากำหนดให้ทำได้ง่าย กว่า เป็นยุทธวิธีที่มีคุณค่าสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้ เป็นวิธีการที่ฉลาดในการช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผล เป็นยุทธวิธีที่ใช้การคิดวิเคราะห์จากผลไปหาเหตุ

จากที่กล่าวข้างต้นจะพบว่ามียุทธวิธีที่หลากหลายในการคิดหาคำตอบหากนักเรียนรู้ ยุทธวิธีในการหาคำตอบเหล่านี้และมีแนวคิดในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จะทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนและการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนรู้วิธีการในการเข้าสู่คำตอบได้ง่าย มากยิ่งขึ้น สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้สอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา ให้กับนักเรียนและให้คำแนะนำแก่นักเรียนเกี่ยวกับการนำยุทธวิธีทั้ง 14 ยุทธวิธี มาใช้ในการ แก้ปัญหาในกิจกรรมช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงที่ช่วยให้นักเรียนรู้จักและคุ้นเคยกับปัญหา ปลายเปิดรวมทั้งกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคน นักเรียนอาจใช้ยุทธวิธีใดยุทธวิธีหนึ่งหรือหลายยุทธวิธีเพื่อช่วยในการหาคำตอบซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถ แสดงแนวคิดออกมาได้มากขึ้นชัดเจนขึ้นและช่วยให้นักเรียนรู้จักการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาปลายเปิด

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาปลายเปิดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนี้

เบกเกอร์และชิมาดะ (Becker; & Shimada. 1997 : 1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนที่ใช้ ปัญหาปลายเปิดเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่าการสอนโดยใช้ ปัญหาปลายเปิดเป็นศูนย์กลางมีศักยภาพในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียน มีประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการหาคำตอบของปัญหาซึ่งต้องใช้ความรู้ที่มีมาก่อน ทักษะ และวิธีการคิดมาบูรณาการเข้าด้วยกัน เบกเกอร์เชื่อว่าการสอนโดยใช้การ แก้ปัญหาปลายเปิดจะช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และทำให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ ด้วยวิธีปฏิบัติซึ่งอาจจะช่วยลดช่องว่างระหว่างการสอนจริงกับมุมมองของหลักสูตร คอนเวย์ (Conway. 1999 : Online) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาปลายเปิด โดยสามารถทราบความสามารถในการแก้ปัญหาปลายเปิดได้จากการวัด ลักษณะการคิด 3 ลักษณะ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม รวมทั้ง พิจารณาจากการแสดงกลุ่มหรือหมวดหมู่ของคำตอบที่เป็นไปได้จากการแก้ปัญหาปลายเปิดซึ่งผู้วิจัยสามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาปลายเปิดได้จากกระบวนการแก้ปัญหาของ นักเรียน จากการวิจัยพบว่าสามารถวัดทักษะในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้จากลักษณะการคิดทั้ง 3 ลักษณะ คอนเวย์เชื่อว่าสามารถใช้การคิดทั้ง 3 ลักษณะนี้ช่วยในการส่งเสริมให้นักเรียนรู้สึก ภูมิใจกับความสามารถในการแก้ปัญหาของตน และผู้ที่เป็นนักแก้ปัญหาที่ดีและประสบความสำเร็จ จะต้องเป็นผู้ที่สามารถประยุกต์และมีวิธีการหลากหลายในการแก้ปัญหา ญัฐฐากร ถนอมตน (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการใช้คำถามปลายเปิดแบบเร้า ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็กก่อนอนุบาล ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กก่อนอนุบาล กลุ่มที่ได้รับการจัดประสบการณ์โดยใช้คำถามปลายเปิดแบบเร้าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัด ประสบการณ์โดยใช้การสอนตามแผนการจัดประสบการณ์ชั้นเด็กเล็ก สังกัด กรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออของเด็กก่อนอนุบาลกลุ่มที่ได้รับการจัดประสบการณ์โดยใช้คำถามปลายเปิดแบบเร้าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดประสบการณ์โดยใช้การสอนตามแผนการจัด ประสบการณ์ชั้นเด็กเล็ก สังกัด กรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การพัฒนาการจัดประสบการณ์ โดยใช้คำถามปลายเปิดแบบเร้าหลังการทดลองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาว่าเมื่อใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นจะส่งผลอย่างไรต่อนักเรียนในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ 1 ผู้วิจัยพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด ในลักษณะเป็นชุดกิจกรรมแก้ปัญหา แบ่งเป็น 15 กิจกรรมใช้เวลาปฏิบัติกิจกรรมละ 100 นาที โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยาและการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตเป็นกรอบความคิดในการสร้างคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ก่อนเรียนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีความสามารถในการ

แก้ปัญหาค่อนข้างต่ำในระหว่างเรียนนักเรียนค่อยๆมีการพัฒนาขึ้นและในระยะสุดท้ายนักเรียนส่วนใหญ่สามารถวางแผน ในการกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาเองได้อย่างอิสระ สำหรับด้านพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนนักเรียนทุกคนในกลุ่มทดลองอยู่ในระดับต้องแก้ไข หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีถึงดีมาก ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ปกติของโรงเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาลายเปิด จะเห็นได้ว่าการนำปัญหา ลายเปิดมาใช้ในการจัดกิจกรรมเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะให้นักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากเดิม โดยนักเรียนสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลายวิธีจากการบูรณาการความรู้ ทักษะและวิธีการคิดแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังเป็นการเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคน มีเหตุผล มีความคิดสร้างสรรค์ เป็นนักคิดและนักแก้ปัญหาที่ดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย การใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อดังนี้

- 3.1 ประชากร
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 6 ห้องเรียน รวม 112 คน และทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 46 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็น 3 ประเภท คือ

3.2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้น ประกอบด้วย

- 3.2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้
- 3.2.2 แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 3.2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.3 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 กิจกรรม โดยแบ่งระยะเวลาของการจัดกิจกรรมออกเป็น 2 ช่วง รวมใช้เวลา 16 ชั่วโมง

2. ในระหว่างการดำเนินกิจกรรม ผู้วิจัยได้บันทึกพฤติกรรมของนักเรียนโดยใช้แบบสังเกต พฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลได้จากการพูดคุย การแก้ปัญหา การนำเสนอ

ผลงานของนักเรียนต่อกลุ่มย่อย การนำเสนอผลงานต่อกลุ่มใหญ่ และผลงานจาก การปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล

3. ตรวจสอบให้คะแนนปฏิบัติกิจกรรมจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย และการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล หลังจากการดำเนินกิจกรรมทุกครั้ง

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนทั้ง 8 กิจกรรม ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง

5. เลือกแบบทดสอบอัตนัย 1 ข้อจากทั้งหมด 5 ข้อมาใช้เป็นคำถามสำหรับสัมภาษณ์ นักเรียนทั้งหมด โดยสัมภาษณ์ทีละคนเพื่อทราบแนวคิดและวิธีการคิดของนักเรียนในการหาคำตอบ โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 1 ชั่วโมง ในระหว่างการสัมภาษณ์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยจัดขึ้น เพื่อเก็บรวบรวมความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับเป็น ข้อมูลในการอภิปรายผลการทดลองต่อไป

6. ตรวจสอบให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

7. นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และ แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาหาค่าสถิติพื้นฐาน และทดสอบ สมมติฐานของการวิจัย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนรวมที่ได้จากการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดพฤติกรรมการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.4.2 ทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไปของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้การทดสอบทวินาม (Binomial Test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นดังนี้

ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย ทั้ง 8 กิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคลทั้ง 8 กิจกรรม การสัมภาษณ์ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การสัมภาษณ์และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	46	100	78.39	14.67

จากตาราง 4.1 แสดงให้เห็นว่าผลการเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 78.39 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 14.67 คะแนน

ตาราง 4.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	46	70	58.04	67.35	12.74

จากตาราง 4.2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 58.04 คะแนน คิดเป็น ร้อยละ 67.35 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 12.74 คะแนน

ตาราง 4.3 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม จากแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์

ความสามารถในการ คิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าเฉลี่ยเลข คณิตคิดเป็น ร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	สัมประสิทธิ์ การแปรผัน
ความคิดคล่อง	46	30	26.50	71.62	9.54	0.36
ความคิดยืดหยุ่น		20	11.56	64.22	3.71	0.32
ความคิดริเริ่ม		15	6.81	45.40	2.76	0.41

จากตาราง 4.3 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความคิดคล่องเป็น 26.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.62 ของคะแนนเต็ม มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความคิดยืดหยุ่นเป็น 11.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.22 ของคะแนนเต็ม มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความคิดริเริ่ม เป็น 6.81 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 45.40 ของคะแนนเต็ม และสัมประสิทธิ์การแปรผันของคะแนน ความคิดคล่องเป็น 0.36 คะแนน สัมประสิทธิ์การแปรผันของคะแนนความคิดยืดหยุ่นเป็น 0.32 คะแนน สัมประสิทธิ์การแปรผันของคะแนนความคิดริเริ่มเป็น 0.41 คะแนน

ตาราง 4.4 การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้คะแนนรวมจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อยทั้ง 8 กิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคลทั้ง 8 กิจกรรม การสัมภาษณ์ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไปของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ประชากร	จำนวน นักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้ คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนน เต็ม (คน)	ค่าสัดส่วนของจำนวน นักเรียนที่ได้คะแนน ตั้งแต่ ร้อยละ 70 ขึ้น ไปของคะแนนเต็ม	p - value
นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6	46	43	0.94	0.105

จากตาราง 4.4 แสดงให้เห็นว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคะแนนรวมจาก การปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อยทั้ง 8 กิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคลทั้ง 8 กิจกรรม การสัมภาษณ์ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับ นัยสำคัญ .05 (p - value > .05) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด ประชากร คือ นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ในปีการศึกษา 2565 จำนวน 112 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์คะแนนรวมตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับ นัยสำคัญ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1. การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์สำหรับผู้สอบผ่านเกณฑ์ไว้ที่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของ คะแนนรวมทั้งหมด และเกณฑ์ของผู้สอบผ่านมากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเกณฑ์คะแนนดังกล่าวอยู่ในระดับสูงเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งกำหนดไว้ที่ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2535 : 18) ประกอบกับนักเรียน ส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคยกับการแก้ปัญหาปลายเปิด ดังนั้นจึงอาจมีผลทำให้จำนวนผู้สอบผ่านเกณฑ์ไม่ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ถ้าเปลี่ยนเกณฑ์การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์เป็นตั้งแต่ร้อยละ 50 ของคะแนนรวมทั้งหมด จะพบว่าจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ มี มากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($p - value = .0261 < .05$) (ภายใต้เกณฑ์ของคะแนนที่สอบผ่าน ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ ประเมินของ กระทรวงศึกษาธิการ)

2. นักเรียนในกลุ่มทดลองบางคน มีความบกพร่องในความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จึง ทำให้ขาดความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของเบกเกอร์และชิมาดะ (Becker; & Shimada. 1997 : 1) ที่พบว่า การสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดเป็นศูนย์กลาง เป็นการหาคำตอบของปัญหาซึ่งต้องใช้ความรู้ที่มีมาก่อน ทักษะ และวิธีการคิดมาบูรณาการเข้าด้วยกัน แต่อย่างไรก็ตาม นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรม เนื่องจาก ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มแบบความสามารถ ดังนั้นการทำงานเป็นกลุ่มจึงช่วยแก้ความแตกต่างระหว่าง บุคคล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 102) ที่พบว่า การแก้ปัญหาใน กลุ่มย่อยจะทำให้นักเรียนรู้สึกสบาย ไม่เครียด และลดความวิตกกังวลว่าจะทำไม่ได้ เพราะมีเพื่อน ช่วยคิด ภายหลังจากจัดกิจกรรมจบแต่ละกิจกรรม ผู้วิจัยจะนำผลงานจากการปฏิบัติกิจกรรม รายบุคคลของนักเรียนแสดงบนป้ายนิเทศ ซึ่งจะให้นักเรียนได้เห็นแนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น และเกิดความภูมิใจในผลงานของตน ซึ่งในภายหลังพบว่าความสามารถในการ แก้ปัญหาของนักเรียนค่อยๆพัฒนาขึ้น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลายมากขึ้น

3. นักเรียนบางคนขาดทักษะในการอ่านและทำความเข้าใจปัญหา ประกอบกับปัญหาที่ใช้ ในกิจกรรม เป็นลักษณะปัญหาปลายเปิดซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคยในช่วงต้นๆของการวิจัย จึงทำให้ตอบ ไม่ตรงคำถาม และไม่สามารถแสดงการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับ อุษณีย์ โปธิสุข และคนอื่นๆ (2544 : 36) ได้กล่าวถึงอุปสรรคในด้านการรับรู้ที่มีผลต่อการส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ไว้ว่า การที่คนเราไม่สามารถมองเห็นปัญหาที่แท้จริงได้ เป็นเหตุให้การแก้ปัญหานั้น ดำเนินไปโดยปราศจากเป้าหมายที่ชัดเจนและแน่นอน อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์พบว่าเมื่อนักเรียนเข้าใจปัญหา นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องหลากหลายวิธี ถึงแม้ว่าบางวิธีอาจไม่ถูกต้องสมบูรณ์ในภาพรวมพบว่า นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ เป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ช้ากว่านักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ แต่เมื่อทำการทดลองไปได้ระยะหนึ่ง พบว่านักเรียนมีความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรมมากขึ้น กล่าวแสดงความคิดเห็น มีวิธีคิดหาคำตอบ ที่หลากหลายมากขึ้น และมีความภูมิใจในผลงานของตนเองเมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง พบว่าถ้าลดคะแนนผ่านเกณฑ์ลงมาเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนรวมทั้งหมด จะมีนักเรียนสอบผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะ

1.1 เนื่องจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละช่วงชั้นไว้ 6 สาระ ซึ่งในสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้น กิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอาจใช้เป็นตัวอย่างหรือแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หรือระดับอื่นๆได้

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด นอกเวลาเรียนปกติโดยอาศัยชั่วโมงอิสระหรือชุมนุมคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยความสนุกสนาน ไม่ต้องกังวลกับคะแนนสอบหรือระดับผลการเรียน และเนื่องจากกิจกรรมแต่ละ กิจกรรมมีความเป็นอิสระต่อกัน ไม่ได้เน้นเนื้อหาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ แต่เป็นการนำความรู้ที่ เรียนมาช่วยแก้สถานการณ์ปัญหา และฝึกคิดแก้ปัญหาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ ดังนั้นการใช้เวลานอกเวลาเรียนปกติจึงเป็นเวลา เวลาหนึ่ง ที่เหมาะสมสำหรับการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหา ปลายเปิด เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งนักเรียนจะสามารถปฏิบัติกิจกรรมด้วยความสนุกสนาน ไม่ต้องกังวลกับคะแนนสอบหรือระดับผลการเรียน

1.3 ครูมีบทบาทในการส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม เมื่อนักเรียนแสดงวิธีคิดที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง หรือไม่ สมเหตุสมผล ครูผู้สอน ควรอธิบายให้นักเรียนทราบด้วยว่าเหตุใดวิธีคิดของนักเรียนจึงไม่ถูกต้อง หรือไม่สมเหตุสมผล ครูต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าแม้การแก้ปัญหาปลายเปิดจะสามารถมีวิธี แก้ปัญหาได้หลายวิธี แต่วิธีแก้ปัญหาต้อง สมเหตุสมผลด้วยจึงจะสามารถนำไปแก้ปัญหาได้จริง

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการสอนและเวลาที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.2 ควรวิจัยศึกษาเกี่ยวกับความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละ ครั้ง เพราะถ้าใช้เวลามากเกินไป นักเรียนจะหมดความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม ทำให้ผลของการ ทดลองที่ได้ อาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

2.3 ควรวิจัยศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เหมาะสม เพื่อนำไปสร้างกิจกรรมการเรียน การ สอน คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์

2.4 ควรมีการพัฒนาเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในแต่ละช่วงชั้น

2.5 ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในเวลาเรียนปกติ และควรทำการทดลองในทุกระดับช่วงชั้น

2.6 ควรวิจัยศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด โดยคำนึงถึง เพศ พื้นฐาน ทางสังคม และครอบครัว

2.7 ควรมีการวัดเจตคติของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. 2543. เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2537. คลื่นลูกที่ 5-ปราชญ์สังคม : สังคมไทยที่พึงประสงค์ ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : ชัคเซสมิเดีย.
- ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ. 2528. การเลือกและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ชาญชัย อาจันสมาจาร. 2537. นวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนการสอน, กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ทิตินา แคมมณี. 2546. วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. บรรณาธิการ. 2544. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 2. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- วิชัย ต้นศิริ, 2543, คำอธิบายพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. พิมพ์เผยแพร่โดย นพ.ปรีชา มุสิกกุล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิญญูชน.
- สำนักงานปฏิรูปการศึกษา. 2543. รายงานการศึกษาวิเคราะห์เพื่อการปฏิรูปการศึกษา ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. ในกรอบภารกิจของ สำนักงานปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ : เดือนตุลาคม.
- สำนักนายกรัฐมนตรี. 2540. โครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน : ทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิดต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- อุมา เกียรติศิริโสธร. 2544. การส่งเสริมความคิดเชิงวิจารณ์ และความสามารถในการเขียน ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิด สร้างสรรค์ ความรู้.วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Bormann.E.G. 1969, Discussion and group: Theory and practices. New York: Harper Press.
- Blankenship. 1976. A Literature-based approach to reading. Master's thesis, Grand Vally State University.
- Canning – Wilson, Christine. 2000, “Practical aspects of using video in the foreign language classroom.” [Online]. Available [http : //iteslg.org/](http://iteslg.org/) (2 July 2004).
- Kabilan. M.K. 2000, “Creative and critical thinking in language classroom.” [Online]. Available [http : //iteslg.org/](http://iteslg.org/) (2 July 2004).
- Singhal, Meena.(1998) “A comparison of L1 and L2 reading : Cultural differences and schema.” [Online]. Available [http : //itesli.org/](http://itesli.org/) (14 November 2005).