

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.2 แนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)
 - 2.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)
 - 2.2 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ใน 5Es
3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 กระบวนการแก้ปัญหา
 - 3.2 ยุทธวิธีแก้ปัญหา
 - 3.3 การประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es)
 - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)
6. กรอบแนวคิดของการวิจัย

1. เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1.1 วิสัยทัศน์การเรียนรู้

การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นการศึกษเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่

พอเพียง สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่จำเป็นเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆและเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาคือ ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ และต้องการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น ให้ถือเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาที่จะต้องจัดไปโปรแกรมการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามความถนัดและความสนใจ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ที่ทัดเทียมกับนานาชาติของประเทศ

1.1.2 คุณภาพของผู้เรียน

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์และความร่นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆและเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยม ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545)

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ได้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายการให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบครอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจรณ์ญามีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ โดยคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดค่าผู้เรียนควรจะสามารถดังนี้

- 1) มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถคำนวณเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลังรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง และสามารถนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2) สามารถนึกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติ มีความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร สามารถเลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆเกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3) มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้

4) มีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการแปลง (Transformation) ทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้

5) สามารถวิเคราะห์แบบรูป สถานการณ์หรือปัญหาและสามารถใช้สมการ อสมการ กราฟ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ในการแก้ปัญหาได้

6) มีความเข้าใจเกี่ยวกับค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมและเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถาม กำหนดวิธีการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมได้ สามารถนำเสนอข้อมูลรวมทั้งอ่านแปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอข้อมูลต่างๆ สามารถใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ ตลอดจนเข้าใจถึงความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้จากการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ

7) มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆได้

8) มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

9) มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาคด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

1.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3

การกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สำหรับช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 หลักสูตรมุ่งเน้นการศึกษาเพื่อสำรวจตรวจสอบความสามารถ และความถนัดของตนเอง สาระ

และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่กำหนดไว้ เป็นมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 6 สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ 19 มาตรฐาน ดังนี้

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิต

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆและสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 : ใช้การนีกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆได้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆแทนสถานการณ์ต่างๆตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้



มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 : มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 : มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆได้

มาตรฐาน ค 6.5 : มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ จะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะ/กระบวนการหนึ่งที่มีความจำเป็นสำหรับผู้เรียน สำหรับสาระ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นเนื้อหาที่อยู่ในสาระที่ 4 พีชคณิต และสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 ที่กำหนดให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา โดยแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1 ต่อไปนี้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ที่ประชุมคณะวิจัย
วันที่..... 24 S.A. 2555
เลขทะเบียน..... 203306
เลขเรื่องหนังสือ.....

ตารางที่ 1 สาระมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่อง การประยุกต์
สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
<p>สาระที่ 4 พีชคณิต</p> <p>มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อื่นๆแทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปรความหมายและ นำไปใช้แก้ปัญหาได้</p>	<p>-แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้</p> <p>-เขียนสมการหรืออสมการเชิง เส้นตัวแปรเดียวแทน สถานการณ์หรือปัญหาที่ กำหนดให้และนำไปใช้ แก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ ที่ได้</p>	<p>-แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวได้</p> <p>-ตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ ในสถานการณ์ต่างๆ</p>
<p>สาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์</p> <p>มาตรฐาน ค6.1 : มี ความสามารถในการแก้ปัญหา</p>	<p>-ใช้วิธีการที่หลากหลาย แก้ปัญหาได้</p> <p>-ใช้ความรู้/ทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่างๆได้อย่าง เหมาะสม</p>	<p>-ใช้วิธีการที่หลากหลาย แก้ปัญหาได้</p> <p>-ใช้ความรู้/ทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่างๆได้อย่าง เหมาะสม</p>

1.2 แนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการ
เรียนรู้และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและพัฒนาคุณภาพของ
สังคมไทยให้ดีขึ้นนั้น ผู้สอนควรคำนึงถึงความเหมาะสมและความจำเป็นในหลายๆด้าน ได้แก่
ความพร้อมของสถานศึกษาในด้านบุคลากร ผู้บริหาร ผู้สอน ผู้เรียน และสิ่งอำนวยความสะดวก



สะดวก โดยใช้หลักการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อและเทคโนโลยีต่างๆโดยอิสระ ซึ่งผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและชี้แนะในข้อบกพร่องของผู้เรียน ในขั้นดำเนินการกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ผู้สอนควรคำนึงถึงคือ ความรู้พื้นฐานของผู้เรียนสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาสาระใหม่ ขั้นเตรียมความพร้อมผู้สอนสามารถใช้คำถามเชื่อมโยงเนื้อหาหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่เนื้อหาใหม่หรือใช้ยุทธวิธีต่างๆในการทบทวนความรู้เดิม ในขั้นปฏิบัติกิจกรรมผู้สอนอาจใช้ปัญหาซึ่งมีความเชื่อมโยงกับเรื่องราวในขั้นเตรียมความพร้อม และใช้ยุทธวิธีต่างๆให้ผู้เรียนสามารถสรุปหรือเข้าใจหลักการ แนวคิด กฎ สูตร สัจพจน์ ทฤษฎีบท หรือบทนิยามด้วยตนเอง และในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ผู้สอนควรให้อิสระทางความคิดกับผู้เรียน แต่ควรหมุนเวียนไปตามกลุ่มต่างๆ เพื่อคอยสังเกต ตรวจสอบความเข้าใจและให้คำแนะนำตามความจำเป็น

นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกมานำเสนอแนวคิดของแต่ละครั้งหรือแนวคิดของกลุ่มซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรปฏิบัติให้มีขึ้นบ่อยๆ เพราะในการนำเสนอแต่ละครั้งผู้เรียนมีโอกาสร่วมแสดงแนวคิดเสริมเพิ่มเติมร่วมกันหรือซักถามหาข้ออภิปรายขัดแย้งด้วยเหตุและผล ผู้สอนมีโอกาเสริมความรู้ ขยายความหรือสรุปประเด็นสำคัญที่เป็นความคิดรวบยอดของสาระที่นำเสนอขึ้น ทำให้การเรียนรู้ขยายในวงกว้างและลึกมากขึ้น ผู้เรียนสามารถนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการนำเสนอขึ้นไปประยุกต์หรือเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติได้ และยังมีผลทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดี มีความภูมิใจในผลงาน เกิดความรู้สึกรักอยากคิดอยากทำ กล้าแสดงออก และจดจำสาระที่ตนเองได้ออกมานำเสนอได้นาน (กรมวิชาการ, 2545)

อัมพร ม้าคะนอง (2546) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ดังนี้

1. สอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลาย และเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป
2. สอนให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างคู่อันดับ ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟของความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน และลิมิต ความสัมพันธ์ของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ
3. สอนโดยคำนึงว่าจะให้นักเรียนเรียนอะไร (what) และเรียนอย่างไร (how) นั่นคือต้องคำนึงเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียน
4. สอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำในสิ่งที่เป็นนามธรรม

มากๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้นหรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่สามารถหาสื่อมาอธิบายได้

5. จัดกิจกรรมการสอดโดยคำนึงถึงประสบการณ์ และ ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน
 6. สอนโดยใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียน เกิดประสบการณ์ ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ทั้งการฝึกรายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น
 7. สอนเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผล เชื่อมโยง สื่อสาร และคิดอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปติดต่อ
 8. สอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ ในชีวิตประจำวัน
 9. ผู้สอนควรศึกษาธรรมชาติและศักยภาพของผู้เรียน เพื่อจะได้จัดกิจกรรมการสอนให้ สอดคล้องกับผู้เรียน
 10. สอนให้ผู้เรียนมีความสุข ในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์ไม่ยาก และมีความสุขสนุกสนานในการทำกิจกรรม
 11. สังเกต และประเมินการเรียนรู้ และความเข้าใจของผู้เรียนขณะเรียนในห้องเรียน โดยใช้คำถามสั้นๆหรือการพูดคุยปกติ
- นอกจากนี้ ยูพิน พิพิชกุล (2545) ได้เสนอหลักการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้
1. ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่ยาก การยกตัวอย่างอาจจะยกจากจำนวนน้อยก่อน
 2. เปลี่ยนจากรูปนามธรรมไปสู่รูปธรรม
 3. สอนให้สัมพันธ์ความคิด เมื่อครูทบทวนเรื่องใดก็ควรจะทบทวนให้หมด รวบรวม เรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่
 4. เปลี่ยนวิธีการสอน ไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย ผู้สอนควรจะสอนให้สนุกสนานและ น่าสนใจ ซึ่งอาจจะมีกลอน เพลง เกม การเล่าเรื่อง การทำภาพประกอบ การ์ตูน ปริศนา ต้อง รู้จักสอดแทรกให้บทเรียนน่าสนใจ
 5. ใช้ความสนใจของผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงคลไจที่จะเรียน
 6. ควรคำนึงถึงประสบการณ์และทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้วจัดกิจกรรมใหม่ให้ ต่อเนื่องกัน
 7. เรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อมๆกัน
 8. ให้ผู้เรียนมองเห็นโครงสร้าง ไม่ใช่เน้นแต่เนื้อหา
 9. ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบให้โจทย์ยากๆ เกินสาระการเรียนรู้ที่

กำหนดไว้ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย แต่ถ้าผู้เรียนที่เรียนเก่งก็อาจจะชอบ ควรจะส่งเสริมเป็นรายไป ในการสอนต้องคำนึงถึงหลักสูตรและเลือกเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสมเพื่อส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียน

10. สอนให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง การยกตัวอย่างหลายๆตัวอย่างจนนักเรียนเห็นรูปแบบ จะช่วยให้นักเรียนสรุปได้ อย่ารีบบอกเกินไปควรเลือกวิธีการต่างๆที่สอดคล้องกับเนื้อหา

11. ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้ โดยลงมือปฏิบัติจริงและประเมินการปฏิบัติจริง

12. ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น ครูไม่ควรเคร่งเครียด ให้นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน

13. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้นและตื่นตัวอยู่เสมอ

14. ผู้สอนควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อจะนำสิ่งแปลกใหม่มาถ่ายทอดให้ผู้เรียนและผู้สอนควรเป็นผู้ที่มีศรัทธาในอาชีพของตน จึงจะทำให้สอนได้ดี

จากแนวการจัดการเรียนรู้และหลักการสอนข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงความสนใจและพื้นฐานของผู้เรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ สร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้น่าเรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกในการเรียน มีอิสระในการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง และให้ผู้เรียนมีโอกาสนำเสนอแนวคิดเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนและขยายความรู้ให้ลึกซึ่งจนสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ ชี้แนะในข้อบกพร่องของผู้เรียน และจัดเตรียมประสบการณ์การเรียนรู้ที่แปลกใหม่ ให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นเพื่อให้เกิดการพัฒนาได้เต็มตามศักยภาพ

ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผู้สอนสามารถนำไปจัดให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเวลาเรียนของผู้เรียนมีหลายรูปแบบ (กรมวิชาการ, 2545) ดังนี้

รูปแบบของการจัดการเรียนรู้

1) การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือทำงานนั้นจริงๆ ได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติ โดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์หรือสื่อรูปธรรมที่สามารถนำผู้เรียนไปสู่การค้นพบและได้ข้อสรุป ซึ่งในการใช้สื่อรูปธรรมถ้าผู้สอนสอนด้วยตนเองจะใช้การสาธิตประกอบคำถาม แต่ถ้าให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองจะใช้การทดลอง

2) การเรียนรู้จากการใช้คำถามประกอบการอธิบายและแสดงเหตุผล รูปแบบนี้มีความ

จำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ต้องอาศัยคำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบทต่างๆเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ บางเนื้อหาผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานในเนื้อหานั้นก่อนด้วยการอธิบายและแสดงเหตุผลให้ชัดเจนลงในรูปของบทนิยาม เพื่อให้เกิดความเข้าใจเบื้องต้น แต่ในบางเนื้อหาผู้สอนอาจใช้คำถามก่อน ถ้านักเรียนไม่เข้าใจอาจอธิบายและแสดงเหตุผลเพิ่มเติม

3) การเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจอย่างอิสระ สามารถศึกษาได้จากสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่อเทคโนโลยีต่างๆหรือจากการทำโครงการคณิตศาสตร์ โดยผู้สอนมีส่วนช่วยเหลือให้คำปรึกษา แนะนำให้ผู้สนใจงานที่ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้ามา ให้โอกาสผู้เรียนได้นำเสนอผลงานต่อผู้สอน ผู้เรียน ตลอดจนบุคคลทั่วไป

4) การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย เมื่อผู้เรียนสังเกตจนพบปัญหานั้นแล้ว ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนพยายามที่จะค้นหาสาเหตุด้วยการตั้งคำถามต่อเนื่อง และรวบรวมข้อมูลมาอธิบาย การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการวิเคราะห์จากปัญหาหาสาเหตุ ใช้คำถามสืบเสาะจนกระทั่งแก้ปัญหาหรือหาข้อสรุปได้

ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผู้สอนควรเลือกรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเหมาะสมกับผู้เรียน ในการเรียนรู้เนื้อหาหนึ่งๆ อาจใช้ได้หลายรูปแบบผสมผสานกันได้ และผู้สอนจะต้องคำนึงถึงการบูรณาการด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และ สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม โดยสอดแทรกในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาสาระให้ครบถ้วนเพื่อให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ผู้สอนจึงไม่ควรเน้นที่เนื้อหาตามหลักสูตรเพียงอย่างเดียว แต่ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนได้มีความรู้และทักษะที่จำเป็นในการเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพต่อไปในอนาคต

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)

2.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 อ้างถึงใน สุภาวดี ศรีธรรมศาสตร์, 2551) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่

สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากสิ่งที่สงสัย จากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจจะให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2) **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้วให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3) **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาวิเคราะห์ แปรผล สรุปและอภิปรายร่วมกัน พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ผลงานมีความหลากหลาย สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

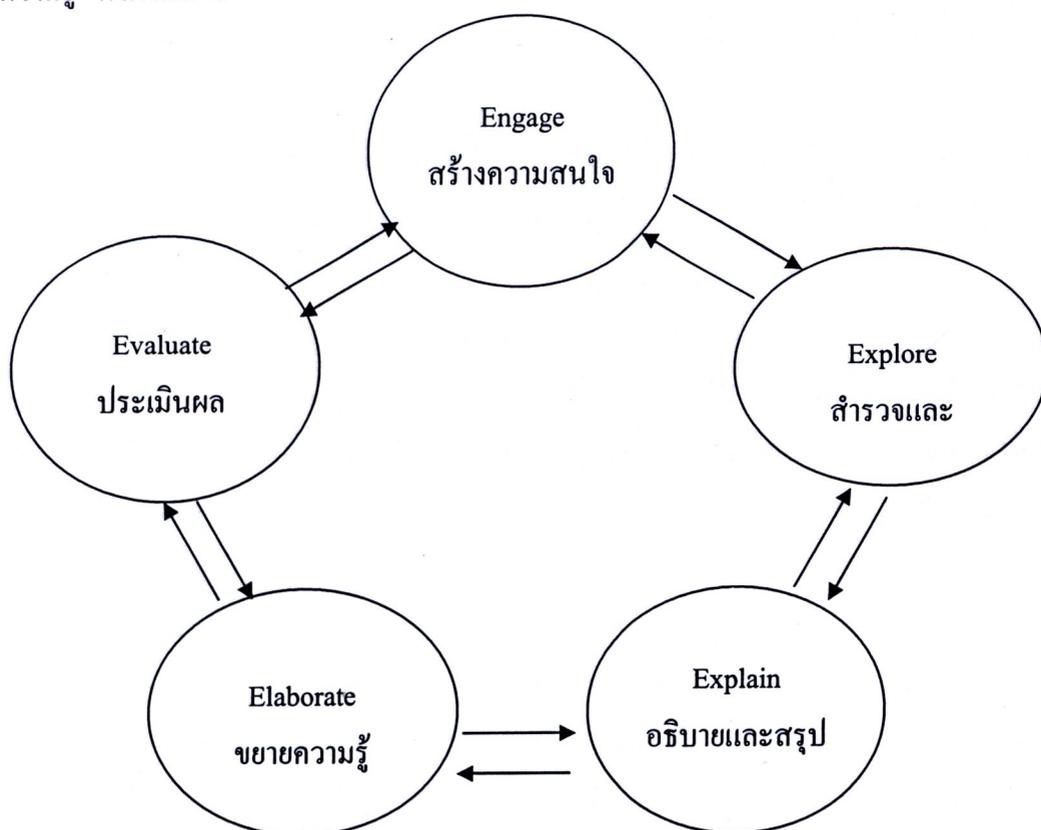
4) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

4.1) **ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์** เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าทดลองเพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

4.2) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายหรือขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรือสมบรูณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหาและรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น การนำความรู้และแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่การโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ และทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SEs) แสดงวัฏจักรการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วัฏจักรการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

อย่างไรก็ตามการที่เรียกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5Es หรือการสืบเสาะหาความรู้ เป็นภาษาอังกฤษว่า Inquiry Cycle หรือวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ นั้นสืบเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5Es เมื่อสิ้นสุดการประเมินแล้วครูและนักเรียนก็สามารถเข้าสู่วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ได้ต่อไป เหตุผลเพราะในชีวิตจริงมีเรื่องราวหรือสิ่งที่ชวนสงสัยนำศึกษาต่อเนื่องตลอดเวลาไม่สิ้นสุดหากทั้งครูและนักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนตลอดเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5Es จึงเป็นวัฏจักรต่อเนื่องไป

2.2 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ใน 5Es

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ สมบัติ การงานรัก พงศ์ และคณะ (2549) ได้เสนอแนะเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับขั้นสร้างความสนใจ

ครูสามารถใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคต่างๆ มาใช้ในขั้นสร้างความสนใจได้ เช่น เล่าเรื่องรอบวง ร่วมกันคิด

2) เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับขั้นสำรวจและค้นหา

ครูสามารถใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคต่างๆ ผนวกกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้สำรวจและค้นหาเพื่อให้ได้ข้อมูล ความจริงที่นักเรียนยังไม่เคยรู้ แล้วนำมาวิเคราะห์ อภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ในกลุ่มของตน เริ่มตั้งแต่การตั้งปัญหา ตั้งสมมุติฐาน การออกแบบ วางแผนการทดลอง หรือออกแบบ วางแผนการศึกษาหาข้อมูล ศึกษาการทดลองร่วมกัน แล้วนำมาวิเคราะห์ อภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ในกลุ่มของตน

3) เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับขั้นขยายความรู้

ครูสามารถใช้เทคนิคเดียวกันกับขั้นสำรวจและค้นหาไม่จำเป็นต้องใช้การบรรยายเพียงอย่างเดียว ซึ่งการใช้เทคนิคที่น่าสนใจจะทำให้การขยายความรู้ น่าสนใจ สนุกสนาน และคาดเดาไม่ได้ ทำให้การเรียนการสอนตื่นเต้นเร้าใจ ได้ฝึกคิดร่วมกัน จากการทำกิจกรรมร่วมกันจากการปฏิบัติจริง

4) เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับขั้นประเมิน

ในขั้นนี้นอกจากจะใช้คำถามประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนแล้ว สามารถใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคต่างๆ เพื่อให้เกิดความน่าสนใจ ไม่น่าเบื่อ หรือเกิดความสนุกสนาน นักเรียนได้ฝึกคิดร่วมกันกับเพื่อนได้เช่นเดียวกับขั้นตอนอื่นๆ เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น การเขียนรอบโต๊ะ เล่าเรื่องรอบวง จัดประเภท สายใยความคิด กลุ่ม เกมคู่คิด เกมคู่ใจ เกมกลุ่มแข่งขัน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es) ที่มีประสิทธิภาพได้นั้นครูต้องศึกษาวิธีการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนเพื่อนำมาวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการทำกิจกรรมคือการจัดกลุ่มนักเรียนเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน จนสามารถค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ดังนั้นจึงต้องคำนึงถึง ดังนี้

กลยุทธ์การจัดกลุ่ม

วิธีการจัดกลุ่มเพื่อสนองความต้องการของนักเรียน (Gayle H. Gregory and Carolyn Chapman, 2547 อ้างถึงใน สุภาวดี ศรีธรรมศาสตร์, 2551) ทำได้ดังนี้

1. จัดกลุ่มตามระดับความรู้

เป็นวิธีการจัดกลุ่มนักเรียนตามความรู้ และประสบการณ์ที่มีเกี่ยวกับหัวข้อที่จะเรียน โดยจัดแบบคละกัน ทั้งนักเรียนที่มีความรู้แล้ว และที่ยังไม่มีความรู้ นักเรียนในกลุ่มจะถูกท้าทายและสนใจในงานมากกว่าที่จะเบื่อหน่ายหรือวิตกกังวลกับความไม่รู้

ตัวอย่างเช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ มีนักเรียนบางคนมีความรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตในทะเลเป็นอย่างดีจึงเป็นแหล่งความรู้ให้เพื่อนคนอื่นที่สนใจเรื่องของทะเล นักเรียนที่มีความรู้แล้วนี้จะเรียนรู้เพื่อเพิ่มพูนความรู้เดิมมากกว่าการเรียนแบบทบทวน เมื่อพวกเขาต้องเรียนหัวข้อใหม่ที่พวกเขายังไม่มีความรู้ เขาก็ต้องรวมกลุ่มกันเพื่อคนที่ยังไม่มีความรู้เหมือนกัน นักเรียนที่ยังไม่มีความรู้หรืออยู่ในขั้นเริ่มต้นต้องเรียนความรู้พื้นฐานมากกว่านักเรียนที่มีประสบการณ์แล้ว

2. จัดกลุ่มตามความสามารถในการทำงานหรือทักษะ

คนเราทุกคนมีทักษะและความฉลาดที่ทำให้เราทำอะไรได้ดีกว่าคนอื่น การจัดกลุ่มนักเรียนวิธีนี้จึงเป็นการจัดกลุ่มตามทักษะ ทั้งกลุ่มที่มีทักษะสูงและมีทักษะน้อยหรือหไม่มีเลย ซึ่งต้องการความช่วยเหลืออย่างมากจากครู นอกจากนี้ครูอาจจัดกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มรอบรู้และกลุ่มฝึกฝนที่ยังต้องการการชี้แนะเป็นรายบุคคล

การจัดกลุ่มนักเรียนตามความสามารถ ก็เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ทำงานที่ท้าทายและเหมาะสมกับระดับของตนเอง งานที่ครูมอบหมายแตกต่างกันตามการปรับความยากง่ายให้หลากหลาย ครูต้องถามคำถามนักเรียนเพื่อให้พวกเขาสะท้อนความรู้ความเข้าใจ การเรียนการสอนที่หลากหลายทำให้เกิดวิชาการที่หลากหลาย

3. จัดกลุ่มตามความสนใจในเนื้อหา

การสำรวจความสนใจและการทำแบบวัดต่างๆช่วยให้ครูมีข้อมูลร้อยเรียงเข้ากับการเรียนรู้เมื่อครูรู้ว่านักเรียนสนใจเรื่องใด ครูก็สามารถนำเรื่องที่นักเรียนสนใจมาให้นักเรียนเรียน นักเรียนจะร่วมในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น เรียนรู้ได้ง่ายและความสนใจจะคงอยู่ได้นาน

4. จัดกลุ่มแบบเพื่อนช่วยเพื่อน

การให้นักเรียนช่วยเหลือกันทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จะทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบและเข้าใจสิ่งที่ตนเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง

5. จัดกลุ่มแบบร่วมมือ

การจัดกลุ่มแบบร่วมมือต้องประกอบด้วยนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน นักเรียนในกลุ่มร่วมมือจะทำทุกอย่างตามข้อตกลง ตามความยินยอมของกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนจะมีบทบาทหน้าที่ของตนเองและมีความรับผิดชอบรายบุคคล

6. จัดกลุ่มแบ่งความรับผิดชอบ

ครูต้องกำหนดหัวข้อ หรือประเด็นให้นักเรียนสนทนา อภิปราย หรือสอนกันเอง นักเรียนได้ช่วยกันค้นคว้าวิจัย ได้ตรวจสอบความเข้าใจในตนเอง ได้เคลื่อนที่ไปมาเพื่อพบเพื่อนๆ ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของการเรียนรู้

7. การจัดกลุ่มตามอายุที่หลากหลาย

กลยุทธ์นี้เหมาะกับกลุ่มที่ทำงานเกี่ยวกับการอ่าน ค้นคว้า ทำงานคอมพิวเตอร์ หรือกลุ่มแก้ปัญหา ครูที่สอนระดับชั้นที่ต่างกันสามารถนำนักเรียนมาละกลุ่มเรียนรู้ด้วยกันได้ โดยนักเรียนที่มีอายุต่างกันจะช่วยกันทำงานด้วยกันได้ดี เพราะแต่ละคนจะมีความรู้และประสบการณ์เดิมที่ต่างกัน นักเรียนจะได้เรียนด้วยการดูแลแบบ นักเรียนจะได้ฟังความคิดเห็นที่หลากหลายและเกิดความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

จากที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5Es นั้น สามารถนำเทคนิคหรือกลยุทธ์ต่างๆเข้ามาใช้เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนมีประสิทธิภาพ สร้างความสนใจและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด ซึ่งครูผู้สอนต้องคำนึงถึงความแตกต่างและความต้องการของนักเรียนแต่ละคนต้องจัดกิจกรรมที่หลากหลายสอดคล้องต่อความต้องการของนักเรียน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5Es สามารถสรุปการดำเนินการตามขั้นตอนในด้านลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ ตลอดจนบทบาทของครูและนักเรียน(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547) ได้ดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
1.สร้างความสนใจ (Engage)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ กระตุ้น ชั่วๆ หรือท้าทาย ให้นักเรียนสนใจ สงสัยใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็น หือขัดแย้งเกิด ปัญหาทำให้นักเรียนต้องการ ศึกษา ค้นคว้า แก้ปัญหา (สำรวจ ตรวจสอบ) ด้วยตัวของตนเอง	1.เชื่อมโยงกับความรู้เดิม 2.แปลกใหม่ นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน 3.ชั่วๆ ท้าทาย น่าสนใจ ใคร่รู้ 4.เปิดโอกาสให้มีแนวทางการตรวจสอบอย่างหลากหลาย 5.นำไปสู่กระบวนการตรวจสอบด้วยตัวของนักเรียนเอง	1.สร้างความสนใจ 2.สร้างความอยากรู้ อยากเห็น 3.ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด 4.ให้เวลานักเรียนคิด ก่อนตอบคำถาม หรือไม่เร่งเร้าในการตอบคำถาม 5.ดึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ 6.เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจ ภาระงานในปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ 7.เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือ กำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ	1.ตั้งคำถาม 2.ตอบคำถาม 3.แสดงความคิดเห็น 4.กำหนดปัญหา หรือเรื่องที่จะสำรวจ ตรวจสอบให้ชัดเจน 5.แสดง ความสนใจ



ตารางที่ 2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
2.สำรวจและค้นหา (Explore)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจใคร่รู้	1.นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง 2.นักเรียนทำงานตามความคิดอย่างอิสระ 3.นักเรียนตั้งสมมุติฐานได้หลากหลาย 4.พิจารณาข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ปรากฏแล้วกำหนดสมมุติฐานที่เป็นไปได้ 5.นักเรียนวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ 6.นักเรียนวิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสำรวจตรวจสอบ 7.นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ	1.เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ 2.ถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ 3.ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง 4.ให้เวลานักเรียนในการคิดไตร่ตรองปัญหา 5.ฟังการโต้ตอบกันของนักเรียน 6.ทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา 7.อำนวยความสะดวก	1.คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม 2.ตั้งสมมุติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย 3.พิจารณาสมมุติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย 4.ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหาการสำรวจตรวจสอบ 5.ตรวจสอบสมมุติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอนถูกต้อง 6.บันทึกการสังเกตหรือผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบละเอียดรอบคอบ

ตารางที่ 2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนวิเคราะห์อธิบายความรู้หรืออภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน	1.นักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมา 1.1วิเคราะห์ แปรผล 1.2สรุปผลสอดคล้องกับข้อมูลถูกต้องเชื่อถือได้ 1.3อภิปรายผลอย่างสมเหตุสมผล 1.4นำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ 2.มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนักเรียน 3.มีการพิสูจน์ตรวจสอบให้แน่ใจ (ทำซ้ำหรือมีเอกสารอ้างอิงหรือหลักฐานชัดเจน)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายผลการสำรวจตรวจสอบและแนวคิดฯด้วยคำพูดของตนเอง 2. ให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้เดิมมาใช้ในการอธิบาย 3. ให้นักเรียนอธิบายโดยอ้างอิงเหตุผลหลักการทางวิชาการหรือหลักฐานประกอบ 4. ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจสอบ 2. อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล 3. อธิบายโดยอ้างอิงเหตุผลหลักการทางวิชาการและหลักฐานประกอบ 4. ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิดวิเคราะห์ 5. อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย

ตารางที่ 2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
4. ขยายความรู้ (Elaborate)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวาง กระจ่างสมบูรณ์ และลึกซึ้งยิ่งขึ้น	1. ให้นักเรียนมีความรู้สึกซึ่งขึ้นหรือขยายกรอบความคิดให้กว้างขึ้น 2. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ 3. ให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ไปสู่การศึกษาค้นคว้าทดลองเพิ่มขึ้น 4. ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆหรือสถานการณ์อื่นๆ	1. ส่งเสริมให้นักเรียนขยายแนวความคิดและทักษะจากการสำรวจตรวจสอบ 2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่นๆ	1. ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบายหรือทักษะจากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2. นำข้อมูลจากการสังเกตตรวจสอบไปสร้างความรู้ใหม่ 3. นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
5. ประเมินผล (Evaluate)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ วิเคราะห์หรืออภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกันเปรียบเทียบ ประเมินปรับปรุงเพิ่มเติมหรือ ทบทวนใหม่	1.มีการตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้และกระบวนการที่ได้โดย 1.1วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน 1.2อภิปราย ประเมินปรับปรุงหรือเพิ่มเติมทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ 1.3 เปรียบเทียบผลการสำรวจตรวจสอบกับสมมติฐานที่กำหนดไว้	1. ถามคำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน 2. ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ด้วยตนเอง 3. ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจตรวจสอบ	1. วิเคราะห์กระบวนการสร้างความรู้ของตนเอง 2. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการสังเกต หลักฐานและคำอธิบายซึ่งอาจนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบใหม่ 3. ประเมินความก้าวหน้าและความรู้ของตนเอง

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีบรรยากาศในการเรียนการสอนทั่วไป และปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน ดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 บรรยากาศในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

บรรยากาศการเรียนการสอน ทั่วไป	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับ นักเรียน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน กับนักเรียน
ไม่เครียด สนุก ไม่สับสน นักเรียนคิดอย่างอิสระ นักเรียนสนใจ กระตือรือร้นเข้าร่วมกิจกรรม	ครูเป็นกันเองกับนักเรียน ครูยิ้มแย้มแจ่มใส ครูชื่นชมนักเรียนอย่าง สร้างสรรค์ ครูให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือนักเรียน ครูยอมรับฟังความ คิดเห็นของนักเรียน	ร่วมมือในการทำ กิจกรรมช่วยกันคิด ช่วยกัน ทำงาน อภิปรายแสดงความ คิดเห็นร่วมกัน ยอมรับฟังความคิดเห็น ซึ่งกันและกัน

จากการศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สรุปได้ว่าเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 โดยผู้เรียนมีโอกาสดำเนินกิจกรรมอย่างเต็มที่ในการแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ ซึ่งการดำเนินกิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพนั้นผู้สอนต้องเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของตนเอง และดำเนินกิจกรรมให้ครบวงจรอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียนทั้งในด้านทักษะกระบวนการที่จำเป็นและความรู้ในเนื้อหาสาระที่เรียน อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้รักการศึกษาค้นคว้าและสามารถที่จะแสวงหาความรู้ต่างๆ ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นไปด้วยความสนุกสนาน เป็นกันเอง นักเรียนมีอิสระที่จะคิด และมีขั้นตอนของการเรียนรู้ที่เป็นระบบ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความกล้าและมั่นใจในตนเองกล้าที่จะคิดหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ได้

3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 กระบวนการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2550) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะ/กระบวนการ อย่างหนึ่ง ดังนั้นครูควรปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา แม้ว่าจะมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถดำเนินการ

แก้ปัญหาด้วยตัวเองได้ แต่มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ไม่รู้ว่าควรจะเริ่มต้นแก้ปัญหานั้นอย่างไร และจะดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไรต่อไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่มีความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

กระบวนการแก้ปัญหาที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปข้างหน้า พิจารณาในหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่างๆช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองก็ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และท้ายสุดเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

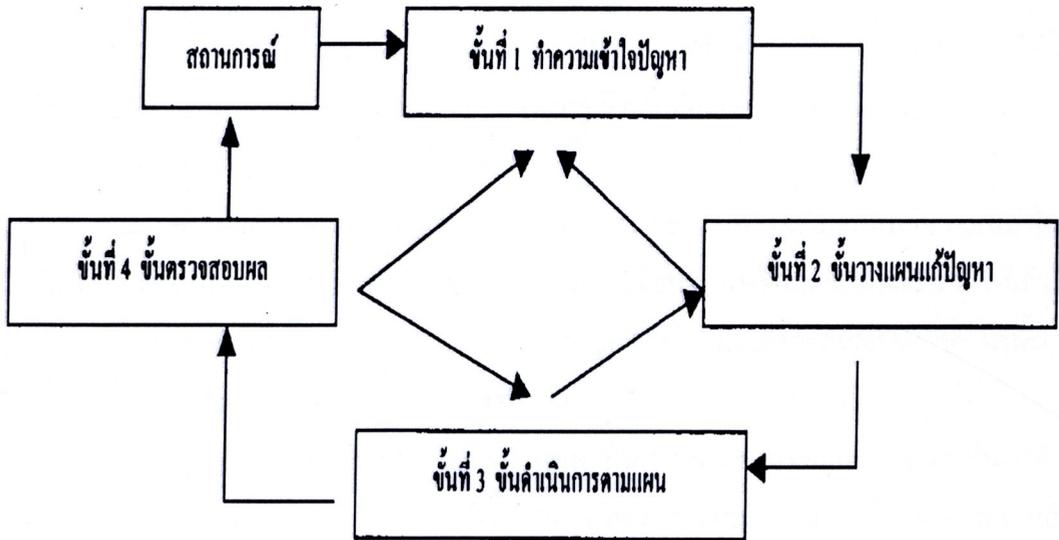
ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล

ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมียุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

ซึ่งขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอนสำคัญนั้น หลายคนมักมองว่าจำเป็นจะต้องดำเนินการที่ละเอียดถี่ถ้วนตามกันลงมา ไม่สามารถข้ามขั้นได้และเป็นกระบวนการที่เน้นการได้คำตอบมากกว่า

กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งต่อมาวิลสัน (Wilson) และคณะจึงได้เสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัตร มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้ดังนี้



ภาพที่ 2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความเป็นพลวัตรตามแนวคิดของ Wilson และคณะ

3.2 ยุทธวิธีแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้กล่าวว่า ในการแก้ปัญหานี้ๆ นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาคิดแล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนมีความคุ้นเคยกับยุทธวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวที่เหมาะสมและหลากหลายแล้ว นักเรียนสามารถเลือกยุทธวิธีเหล่านั้นมาใช้ได้ทันที ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เป็นเครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคิดที่ดีที่พบบ่อยในคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1) การค้นหาแบบรูป

การค้นหาแบบรูปเป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นรูปแบบในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะถูกยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้จะใช้ในการแก้ปัญหาคิดเกี่ยวกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต การฝึกฝนการค้นหาแบบรูปในเรื่องดังกล่าวเป็นประจำ จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนและทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่นักเรียนสามารถ

ประมาณและคาดคะเนจำนวนที่พิจารณาโดยยังไม่ต้องคิดคำนวณก่อน ตลอดจนสะท้อนความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของตนได้

2) การสร้างตาราง

การสร้างตารางเป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่นๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่งเมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3) การเขียนภาพหรือแผนภาพ

การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4) การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด

การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณีๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ ออกก่อน แล้วค่อยค้นหาระบบหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจกแจงกรณีที่เหมาะสม ยุทธวิธีนี้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้ใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางช่วยในการแจกแจงกรณีด้วยก็ได้

5) การคาดเดาและการตรวจสอบ

การคาดเดาและการตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆที่ปัญหา กำหนดคุณสมบัติสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดการณ์ไม่ถูกต้องก็ต้องคาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรกๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด

6) การเขียนสมการ

การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปของสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมามีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้วเขียนสมการและอสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการ มักใช้สมบัติการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการซึ่ง ได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวกและสมบัติ

การถุณและเมื่อใช้สมบัติการเท่ากันเข้ามาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหาถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหาถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาพีชคณิต

7) การคิดแบบย้อนกลับ

การคิดแบบย้อนกลับเป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้นการคิดแบบย้อนกลับใช้ได้กับการแก้ปัญหาที่ต้องการถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8) การเปลี่ยนมุมมอง

การเปลี่ยนมุมมองเป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองโดยให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคยหรือที่ต้องการทำตามขั้นตอนที่ละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยวิธีอื่นได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้ก็คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9) การแบ่งเป็นปัญหาย่อย

การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วนๆ ซึ่งการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลง หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหน้านี้

10) การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์

การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาบางปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ หรือการเขียนแผนภาพ จนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

การให้เหตุผลทางอ้อม

การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้งยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่แสดงเป็นเท็จ

3.3 การประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.3.1 ความหมายของการประเมินผลตามสภาพจริง

บุรชัย ศิริมหาสาคร (2540) กล่าวว่า การประเมินผลตามสภาพจริง หมายถึง กระบวนการประเมินผลตามสภาพจริงในรูปแบบ 4 p ตามรายละเอียดดังนี้

1. สังเกตการณ์แสดงออก (performance) หมายถึง กระบวนการสังเกต ผู้เรียนและการทดสอบภาคปฏิบัติในภาคสนาม
2. สังเกตกระบวนการ (process) หมายถึง การสังเกตกระบวนการทำงาน และการแก้ปัญหาของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องทุกขั้นตอน
3. การตรวจสอบ (products) หมายถึง การตรวจสอบผลงานทั้งที่เป็นของ ครูและของผู้เรียนที่ร่วมกิจกรรมประเมินผลตามสภาพจริง
4. แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) หมายถึง เอกสารชิ้นงานที่จัดเข้าแฟ้ม อย่างเป็นระบบซึ่งเป็นชิ้นงานที่ดีที่สุดที่ผู้เรียน ได้คัดเลือกและจัดเข้าแฟ้มอย่างดีที่สุดสามารถเป็น ตัวแทนของเจ้าของแฟ้มได้

อรทัย มูลคำ (2543) ให้ความหมายของการประเมินผลตามสภาพจริงว่า เป็นการประเมินผลที่ใช้เครื่องมือที่หลากหลายวิธี เช่น การสังเกต การบันทึกและการสัมภาษณ์ ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมต่างๆ และดูผลงานของผู้เรียนประกอบการประเมินผลจะ เน้นกระบวนการแก้ปัญหา การแสดงออกอย่างกล้าหาญการนำเสนอผลงาน การทดสอบภาคปฏิบัติ ิจงผู้เรียน

กล่าวโดยสรุปแล้ว การประเมินผลตามสภาพจริงเป็นการประเมินผล กระบวนการทำงานของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย เช่น การประเมินจากแฟ้ม สะสมผลงาน การสังเกต การสัมภาษณ์ และการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาเป็นต้น

3.3.2 หลักเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง

Hensley (1994 อ้างถึงใน สุขชัย สายสิงห์, 2547) กล่าวถึงหลักเกณฑ์การ ประเมินผลตามสภาพจริงว่าเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคส์ (Rubrics) ประกอบด้วย สเกลที่ กำหนดไว้ชัดเจนและมีคำอธิบายความสามารถแต่ละสเกล เพราะการให้คะแนนประกอบด้วย บุคคลหลายฝ่าย เช่น ครู ผู้บริหารโรงเรียน นักเรียนและผู้ปกครอง การมีส่วนร่วมในการให้ คะแนน ตั้งแต่ 80 ขึ้นไปได้ระดับ 3 หมายถึง ผู้เรียนปฏิบัติงานได้ถูกต้องดีมาก คะแนนตั้งแต่ 70-79 ได้ระดับ 2 หมายถึง ผู้เรียนปฏิบัติงานได้ครั้งเดียว ส่วนคะแนนตั้งแต่ 60-69 ได้ระดับ 1 หมายถึง ผู้เรียนปฏิบัติงานได้น้อยต้องปรับปรุงใหม่ คะแนนตั้งแต่ 59 ลงมา ได้ระดับ 0 หมายถึง ต้องเรียนใหม่หรือซ่อมเสริม

Marcus (1995 อ้างถึงใน นภารัตน์ หวังสุขกลาง, 2552) กล่าวถึงวิธีการแบบรูบริกส์ (Rubrics) มีวิธีการดังนี้

- 1) เป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินผลตามสภาพจริงของผู้เรียนซึ่งช่วยให้ครูสามารถตัดสินใจให้คะแนนผลงานได้อย่างชัดเจน
- 2) เป็นเครื่องมือช่วยลดเวลาในการประเมินผลงานของผู้เรียนได้อย่างดีและมีความหลากหลาย มีความยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม
- 3) เป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สามารถอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

Ann Tanona (1997 อ้างถึงใน นภารัตน์ หวังสุขกลาง, 2552) กล่าวว่า รูบริกส์ (Rubrics) เป็นเครื่องมือสำหรับประเมินผลตามสภาพจริง ครูต้องพัฒนาเครื่องมือการประเมินผลให้มีความหลากหลายสามารถสะท้อนผลผู้เรียนแต่ละคนได้ การสร้างเครื่องมือต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกขั้นตอน

จากการศึกษาหลักเกณฑ์การให้คะแนนจะเห็นว่า การให้คะแนนแบบรูบริกส์เป็นเครื่องมือการให้คะแนนที่ระบุเกณฑ์ไว้อย่างชัดเจน ทำให้การประเมินเป็นไปด้วยความยุติธรรมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

3.3.3 การให้คะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แนวทางการให้คะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน (Analytical scoring) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้านมีดังนี้กรมวิชาการ (2539)

- 1) ความเข้าใจในความคิดรวบยอด แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอดที่สัมพันธ์กับความต้องการของโจทย์ปัญหา (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)

ระดับคะแนน 4

- แปลความต้องการของปัญหาไปสู่ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องเลือกและใช้ข้อมูลได้สอดคล้องกับปัญหา
- ใช้ภาพโมเดล แผนภูมิ หรือสัญลักษณ์ เพื่อแทนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ระดับคะแนน 3

- แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจความคิดรวบยอดส่วนใหญ่ในปัญหา
- เลือกและใช้ข้อมูลสอดคล้องกับปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่
- ใช้ภาพโมเดล แผนภูมิ หรือสัญลักษณ์ เพื่อแทนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์บางส่วน

ระดับคะแนน 2

- แปลความต้องการของโจทย์ผิดเป็นส่วนใหญ่
- เลือกและใช้ข้อมูลส่วนน้อยๆมานำเสนอปัญหา
- ใช้ภาพโมเดล แผนภูมิ หรือสัญลักษณ์ ขัดแย้งกับความต้องการของ

โจทย์ในบางส่วน

ระดับคะแนน 1

- แปลความต้องการของ โจทย์ผิด
- เลือกใช้ข้อมูลไม่เหมาะสม
- นำเสนอภาพ โมเดล แผนภูมิ ขัดแย้งกับความต้องการของโจทย์

ระดับคะแนน 0

- ไม่แสดงถึงความเข้าใจปัญหา

2) การสื่อสาร การอธิบายเหตุผลแต่ละขั้นตอน ใช้แผนภูมิและหรือคำศัพท์ที่ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่าย (คะแนนเต็ม 4)

ระดับคะแนน 4

- ใช้คำ / ข้อความทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายอย่างถูกต้องชัดเจน
- แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงความเข้าใจชัดเจนถึงเหตุผล โดยตอบทุก

ขั้นตอน

- นำเสนอการทำงานที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล
- แสดงให้เห็นถึงหลักฐานการจัดการอย่างเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง

ในการแก้โจทย์

- สื่อความหมายได้ชัดเจนแจ่มแจ้งผู้อ่านทุกระดับเข้าใจได้

ระดับคะแนน 3

- ใช้คณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้ถูกแต่ไม่ย่อ
- แสดงความเข้าใจเหตุผลบางส่วนในแต่ละขั้นตอน
- นำเสนอการทำงานที่มีความต่อเนื่องและสามารถแก้ปัญหาเป็นบางราย
- สื่อความหมายให้ชัดเจนเฉพาะผู้อ่านบางส่วนเท่านั้น

ระดับคะแนน 2

- ใช้คำทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายที่ผิดใหญ่
- เสนอเหตุผลไม่สมบูรณ์
- แสดงโครงสร้างอย่างไม่เป็นเหตุผล



- ไม่แสดงหลักฐานถึงความเข้าใจในการแก้ปัญหา
- สื่อความหมายได้เฉพาะตนเองเท่านั้นที่เข้าใจ

ระดับคะแนน 1

- ใช้คำทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายที่ผิด
- เสนอเหตุผลที่ผิด
- ไม่แสดงหลักฐานความเข้าใจวิธีการแก้ปัญหา
- ไม่สื่อความหมายถึงความเข้าใจ

ระดับคะแนน 0

- ไม่อธิบายเหตุผลใดๆ

3) กระบวนการและยุทธวิธีการเลือกการแก้ปัญหาและการตรวจสอบ (คะแนน

เต็ม 4)

ระดับคะแนน 4

- ประยุกต์ใช้กราฟ ตัวเลข หรือสิ่งที่เป็นรูปภาพเพื่อแสดงการแก้ปัญหา
- เลือกใช้ทักษะและยุทธวิธีที่เหมาะสมและสมบูรณ์การแก้ไขปัญหา
- เลือกใช้วิธีตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง

ระดับคะแนน 3

- ใช้กราฟ ตัวเลข และสิ่งเป็นรูปภาพบางส่วนช่วยแก้ปัญหา
- เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ยืดยาว
- ใช้ทักษะคณิตศาสตร์และยุทธศาสตร์ที่ครบถ้วน

ระดับคะแนน 2

- ใช้กราฟ ตัวเลข และสิ่งที่เป็นรูปแก้ปัญหาเพียงเล็กน้อย
- ใช้ทักษะ ยุทธวิธีแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ตรงประเด็น
- แสดงการตรวจคำตอบไม่สมบูรณ์

ระดับคะแนน 1

- ไม่ใช้กราฟหรือรูปแบบแสดงในการแก้ปัญหา
- ใช้วิธีการที่ผิดในการแก้ปัญหา
- ไม่แสดงการตรวจคำตอบ

ระดับคะแนน 0

- ไม่แสดงวิธีทำ

4) การแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผลผลงานถูกต้องแม่นยำหรือแสดงการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล (คะแนนเต็ม 4)

ระดับคะแนน 4

- สามารถคิดคำนวณหรือเสนอรูปแบบวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องแม่นยำ
- มองหาวิธีแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการอื่นเพื่อตรวจสอบหรือสนับสนุนความคิดในครั้งแรก
- วิเคราะห์วิธีการ ผลของการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล
- มองเห็นการเชื่อมโยงหรือการขยายผลไปสู่หลักการของปัญหาได้อย่างสมบูรณ์

ระดับคะแนน 3

- การคำนวณหรือวิธีหาคำตอบถูกต้อง
- แสดงวิธีการหรือหาเหตุผลสนับสนุนได้บางส่วน
- เชื่อมโยงสู่หลักการของปัญหาได้บางส่วน

ระดับคะแนน 2

- การคำนวณมีข้อผิดพลาดบางส่วน
- แสดงเหตุผลสนับสนุนการหาคำตอบเล็กน้อย
- แสดงการเชื่อมโยงหลักการแก้ปัญหาได้เล็กน้อย

ระดับคะแนน 1

- คำนวณผิดทั้งหมด
- ไม่แสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบ
- เชื่อมโยงไปสู่หลักการที่ไม่ถูกต้อง

ระดับคะแนน 0

- ไม่แสดงการคำนวณ/หาคำตอบ

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการคิดที่ต้องอาศัยความรู้ ความคิดประสบการณ์ วิธีการและขั้นตอนต่างๆรวมถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในการพิจารณาสถานการณ์ของปัญหาเพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายและใช้ค้นหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการ บทบาทของครูและการเตรียมความพร้อมของนักเรียนในฐานะผู้แก้ปัญหามีส่วนช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหานักเรียนให้ดีขึ้น โดยอาจจะมีการจัดกิจกรรม

เพื่อส่งเสริมความสามารถต่างๆ ได้แก่ ความสามารถในการอ่านและทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในการคิดคำนวณ ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบวิธีการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้นำเสนอและใช้แนวคิดของตนเองได้อย่างเต็มที่ดังข้อความข้างต้น โดยผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจะใช้ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มาเป็นขั้นตอนในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหานักเรียน โดยใช้การประเมินตามสภาพจริงในการให้คะแนนกระบวนการแก้ปัญหาโดยเลือกใช้วิธีแยกประเด็นพิจารณา ออกเป็นส่วนย่อยๆแล้วพิจารณาแต่ละส่วนย่อยประกอบกันนั้น โดยจะนำการประเมินแบบรูบริกส์ของกรมวิชาการมาเป็นเกณฑ์การให้คะแนนซึ่งจะทำให้คะแนนมีความแน่นอนและสามารถประเมินกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน ดังนั้นในการประเมินกระบวนการแก้ปัญหานี้ผู้วิจัยจึงนำการให้คะแนนแบบรูบริกส์มาใช้ในการประเมินดังกล่าว โดยนำรูปแบบการให้คะแนนแบบแยกส่วนของกรมวิชาการมาใช้

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

จุลพัฒน์ตรา บุตเขียว (2551) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การสอนรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทางด้านทักษะการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 71.69 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 86.79 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สุนิตย์ ขอนสัก (2551) ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es) ผลการวิจัยพบว่า จำนวนนักเรียนร้อยละ 93.34 มีความสามารถในการแก้ปัญหผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และจำนวนนักเรียนร้อยละ 93.34 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สุภาวดี ศรีธรรมศาสน์ (2551) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า



นักเรียนจำนวนร้อยละ 56.67 ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนจำนวนร้อยละ 73.33 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ ร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ปิยะฉัตร ชัยมาลา (2550) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 77.14 มีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักเรียนร้อยละ 82.86 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สุทธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550) ได้ศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 นักเรียนจำนวนร้อยละ 80.95 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) โดยภาพรวม เห็นด้วยอยู่ในระดับ มาก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ศึกษาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาความคิดระดับสูงวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระยะที่ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้ครูผู้สอน 5 คน คณะนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ คละกัน ระยะเวลาทดลอง 4 สัปดาห์ 12 คาบเรียน โดยใช้ขั้นตอนการสอนแบบ 5Es พบว่า ส่วนมากครูจะดำเนินการในขั้นการสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ส่วนขั้นขยายความรู้และขั้นการประเมินผล ครูดำเนินการน้อยมาก บทบาทส่วนใหญ่อยู่ที่ครู คำถามส่วนมากยังเป็นด้านความจำความเข้าใจ และใช้วิธีการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอ้อม นักเรียนได้คิดและปฏิบัติโดยครูคอยให้คำปรึกษาชี้แนะ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนส่วนมากอยู่ในระดับวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเชิงระบบอย่างมีเหตุผลอยู่ในระดับการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเชิงระบบอย่างมีเหตุผล รองลงมาพัฒนาขึ้นเป็นระดับการคาดคะเนหรือคาดเดาอย่างสมเหตุสมผล ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนลดลง ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ส่วนมากอยู่ในระดับระดมความคิดและสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนและจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนมากเขียนคำตอบสั้นๆ ไม่ชัดเจน ไม่ครบประเด็น ไม่อธิบายบริบท ไม่เชื่อมโยงข้อมูลกับความรู้เดิมหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่ค่อยให้เหตุผล ขาดความรู้พื้นฐาน และการเรียบเรียงคำบรรยายสับสน ข้อเสนอแนะ คือ ควรเตรียมความพร้อมให้ครูมากกว่านี้ ควรจัดเตรียมสื่อ

คุณากรณ์ให้พร้อม และควรสอดแทรกการคิด ลักษณะการคิด และกระบวนการคิดในกระบวนการเรียนการสอน

พงศรัตน์ ธรรมชาติ (2544) ได้ผลการสอนโดยการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยมศึกษาสุโขทัย จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

Ebrahim (2004) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาจำนวน 111 คน จาก 4 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุม 55 คน เรียนปกติเป็นเวลา 4 สัปดาห์ การสอน โดยครูเพศหญิง นักเรียนแบบทั้ง 2 กลุ่ม และครูเพศหญิง ซึ่งสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม การเก็บข้อมูลใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การทดลองใช้แบบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนผลการศึกษพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติ

Ikerd (1996) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ BSCS แบบบูรณาการเนื้อหาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ การจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศของทะเลและกิจกรรมโครงการกลุ่มทดลองเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายรัฐมิสซิสซิปปี 46 คน พบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

Cumo (1992) ได้ศึกษาผลการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es การเรียนรู้ต่อพัฒนาการทางสติปัญญา ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 เขตชนบทรัฐโอไฮโอ พบว่า พัฒนาการด้านพุทธิพิสัยความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นภารัตน์ หวังสุขกลาง (2552) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนจำนวนร้อยละ 57.14 มีคะแนนด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 60.78 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนจำนวนร้อยละ 71.42 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 73.78 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ศศิธร โครตหนองปิง (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยร้อยละ 55.38 และในด้านกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นวิเคราะห์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 78.75 ขึ้นวางแผนการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 52.50 ขึ้นดำเนินการมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.75 และขั้นตรวจสอบและมองย้อนกลับมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 26.00

สุรเชษฐ์ เสนาสุ (2547) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 80 รวมทั้งนักเรียนส่วนใหญ่มีคุณลักษณะทางการเรียนรู้ที่ดีมีความเข้าใจในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ การวางแผนและมีการเรียนรู้อย่างมีความสุขและสนุกสนาน

สมปอง พรหมพิน (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถทางการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยเน้นการใช้ประสบการณ์ภาษาและการร่วมมือกันเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 วงจร ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหา โดยเน้นการใช้ประสบการณ์ภาษาและการร่วมมือกันเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 79.17 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 91.67 สอดคล้องกับเป้าหมายการวิจัยที่ตั้งไว้ในด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยร้อยละ 78.75 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 75.00 สอดคล้องกับเป้าหมายการวิจัยที่ตั้งไว้

วรรณะ พุทะพะาะ (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ การสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดอเนกนัย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1. ด้านการพัฒนาแบบการสอน ได้พัฒนาแบบการ

สอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดอเนกนัยที่มีประสิทธิภาพ 2. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดอเนกนัยที่พัฒนาขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจำนวนนักเรียนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

อารีย์ พาวัฒนา (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในการวิจัยครั้งนี้ ได้นำหลักการและแนวคิดของการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ และวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาร่วมพัฒนา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเน้นการจัดทำสื่อรูปธรรม เรียนได้ดีและมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น สอดคล้องกับเป้าหมายการวิจัยที่ตั้งไว้

งานวิจัยต่างประเทศ

Brunce and Genova (1976 อ้างถึงใน นภาวัฒน์ หวังสุขกลาง, 2552) ได้ศึกษาพบว่า เด็กที่ได้รับประสบการณ์การเล่นแบบอิสระสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มที่เล่น โดยได้รับการชี้แนะ กล่าวคือ เด็กที่เล่นอิสระสามารถแก้ปัญหาได้หลายวิธี มีความพยายามต่อเนื่องมีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาและเริ่มต้นแก้ปัญหาจากวิธีง่ายไปสู่วิธีที่ยากขึ้นตามลำดับ

Hall (1995) ได้ศึกษาวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างๆของครูที่มีต่อความสามารถทางภาษาและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของเด็ก โดยศึกษาว่าวิธีการที่ครูใช้ในการลดปัญหาคณิตศาสตร์ต่างๆ เช่น การลงโทษทางกาย จะมีผลทางบวกต่อภาษาของเด็กเช่นเดียวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หรือไม่ และวิธีการใช้เหตุผลที่มุ่งเน้นการใช้ภาษาและวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะมีผลต่อเด็กหรือไม่ ผลการศึกษาค้นพบว่าครูใช้วิธีการลงโทษทางกายภาพในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะมีความก้าวร้าวและปฏิเสธที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเองมากกว่าเด็กที่ผู้ปกครองใช้วิธีการแบบให้เหตุผลแต่ไม่มีผลประโยชน์โดยตรงต่อความสามารถทางภาษาของเด็ก

Hernandez Garduno (1998: -A อ้างถึงใน นภาวัฒน์ หวังสุขกลาง, 2552) ได้ศึกษาผลกระทบของการเรียนวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถส่วนตัวทางคณิตศาสตร์และองค์ความรู้ทั้งหมด งานวิจัยนี้ได้ใช้แบบแผนการทดลองแบบสอบก่อนทดลอง สอบหลังทดลองมีกลุ่มควบคุม โดยเลือกนักเรียนอย่างสุ่ม เข้าเป็นกลุ่มควบคุมกลุ่มหนึ่งในระหว่างการเรียนพิเศษภาคฤดูร้อน นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม จะต้องเรียนวิชาสถิติและความน่าจะเป็น โดยวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม จะใช้วิธีการเรียนด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันโดยกลุ่มทดลองแรกจะจัดให้เรียนชาย-หญิง เรียนร่วมกัน ส่วนกลุ่มทดลองที่สองจะแยกนักเรียนชาย-หญิง ออกจากกัน สำหรับกลุ่มควบคุมจะใช้วิธีสอนแบบเรียนร่วมทั้งกลุ่มซึ่งเน้นการแข่งขันและผลการเรียนของแต่ละคน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสถิติและความน่าจะเป็น

เป็น ความสามารถส่วนตัวและเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ จะได้รับการประเมินทั้งก่อนและหลังการทดลอง ข้อมูลที่ได้รับการประเมินตัวแปรทั้ง 3 นี้ จะถูกวิเคราะห์ ใช้วิธีการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วมและการวิเคราะห์ฟังก์ชันแบบแยกส่วน ส่วนการประเมินองค์ความรู้ทั้งหมดของนักเรียนจะกระทำโดยกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหาวิชา แม้ว่าในทางทฤษฎีจะเสนอแนะว่าเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (โดยเฉพาะในกลุ่มที่เป็นเพศเดียวกัน) จะเป็นวิธีการเรียนที่เป็นประโยชน์มากสำหรับนักเรียนหญิงแต่ผลการวิจัยพบว่า ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือความสามารถส่วนตัวไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนชาย – หญิง ในกลุ่มควบคุมผู้ที่มีคะแนนสูงสุดได้แสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในองค์ความรู้ทั้งหมดดีกว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม นักเรียน ชาย – หญิง ในกลุ่มควบคุมผู้ที่มีคะแนนต่ำได้แสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในองค์ความรู้ทั้งหมดน้อยกว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)

5.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้กล่าวถึงความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า หมายถึง การวิจัยประเภทหนึ่งซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ โดยมีผู้วิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ มีการวิเคราะห์วิจารณ์ผลการปฏิบัติ จากการใช้วงจรปฏิบัติใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวางแผน 2) การลงมือปฏิบัติจริง 3) การสังเกต และ 4) การสะท้อนผลของการปฏิบัติการดำเนินการต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้จริง หรือพัฒนาสถานการณ์ของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ มีความมุ่งหมายที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานประจำให้ดีขึ้น โดยงานที่ปฏิบัติอยู่มาวิเคราะห์ หาสาระสำคัญของสาเหตุที่เป็นปัญหาอันเป็นเหตุให้การปฏิบัติงานนั้นไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จากนั้นใช้แนวคิดทางทฤษฎีและประสบการณ์ปฏิบัติที่ผ่านมาเสาะหาข้อมูลและวิธีการที่คาดว่าจะแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้แล้วนำวิธีการดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น เช่น ทดลองใช้กับครูผู้สอนเมื่อต้องการมีความร่วมมือในการทำงานมากขึ้น การวิจัยปฏิบัติการไม่จำเป็นต้องมีกลุ่มตัวอย่าง เพราะกลุ่มตัวอย่าง ก็คือ ประชากรของเรื่องที่เราศึกษาและเป็นหน่วยงานหรือห้องเรียนซึ่งมีขนาดตัวอย่างไม่ใหญ่นักและประการสำคัญของการวิจัยชนิดนี้ไม่ต้องการผลที่ไปสรุปอ้างอิง (Generalization) ถึงคนอื่นๆด้วย



5.3 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา

การทำงานทางการศึกษาอาจนำการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาประยุกต์ใช้อาจทำได้หลายลักษณะ เช่น การนำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้แก้ปัญหาเฉพาะหน้า การนำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาช่วยพัฒนาทฤษฎีสู่การปฏิบัติหรือการนำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาเพื่อพัฒนาวิชาชีพครู

Kemmis and McTaggart (1992 อ้างถึงใน ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการนำไปใช้เพื่อพัฒนาปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนจริงในโรงเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไข ครู และผู้เกี่ยวข้องอาจเป็นครูอื่นๆที่สอนร่วม นักเรียน ผู้ปกครอง และ/หรือผู้บริหาร วางแผนกันสำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่ามีอย่างไร ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับใครบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เนื้อหาบางหัวข้อในแบบเรียนจะต้องตัดทอนหรือขยายความเพิ่มเติม ผู้บริหารต้องรับทราบการเปลี่ยนแปลงบางอย่างและให้การสนับสนุน เป็นต้น ในขั้นของการวางแผนจะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง การใช้แนวคิดวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจะช่วยให้มองเห็นสภาพการปัญหาชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดเป็นกิจกรรมขั้นวางแผนงานมาดำเนินการลงมือปฏิบัติมีการใช้การวิเคราะห์ประกอบไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จากการลงมือปฏิบัติจะเป็นข้อมูลย้อนกลับว่าแผนที่วางไว้เหมาะสมนั้นปฏิบัติได้จริงมากน้อยเพียงใดและอาจมีอุปสรรคอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องโดยไม่คาดคิดซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (เช่น ถูกต่อต้านจากผู้บริหารหรือนักเรียน) ฉะนั้น แผนงานที่กำหนดไว้ อาจยืดหยุ่นได้ นั่นคือ การปฏิบัติการโดยมีลักษณะเป็น Fluid and dynamic โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสม และมุ่งต่อการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ขณะที่การวิจัยดำเนินการกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้เป็นเรื่องที่แน่นอนว่าในสภาพจริงนั้นต้องมีความราบรื่น อุปสรรคและข้อขัดข้องบางประการ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการสังเกตการณ์ควบคู่ไปด้วย ใช้การสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างระมัดระวังด้วยความใจกว้าง นั่นคือ เปิดใจรับฟังความคิดเห็นจากผู้เกี่ยวข้อง พร้อมกับการจำ บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่ได้คาดหวัง สิ่งที่ต้องการทำการสังเกต คือ กระบวนการของการปฏิบัติ (The action process) ผลของการปฏิบัติ (The effect of action) ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ดีและสภาพแวดล้อมและข้อจำกัดของการปฏิบัติ

(The circumstances and constraints) การสังเกตนี้รวมถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ ทั้งโดยการเห็นด้วยตาการได้ฟังและการใช้เครื่องมือ แบบทดสอบวัดผลออกมาในเชิงตัวเลขหรือ ใช้แบบสำรวจ/แบบสอบถามวัดสิ่งที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect) ขั้นสุดท้ายของวงจรการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการ ปัญหาหรือสิ่งที่จำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมและสภาพแวดล้อมของโรงเรียนและของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการถกหรืออภิปรายปัญหา การประเมินโดยกลุ่มจะทำให้ได้แนวทางของการพัฒนา ขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรมและเป็นพื้นฐานข้อมูลที่น่าไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนการปฏิบัติต่อไป

5.4 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า เป็นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สืบค้นปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงต้องมีการจัดระบบการสืบค้นคว้าหาความรู้อย่างมีเหตุผล การวิจัยจึงเน้นกระบวนการคิด และลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ที่ได้จากการคิด และการกระทำซึ่งเป็นการใช้ลำดับขั้นตอนของจิตวิทยาการเรียนรู้มากกว่า การใช้ลำดับความคิดเชิงจิตวิทยาการเรียนรู้ เพื่อบอกความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน (ซึ่งใช้กันมากในงานวิจัยทั่วไป ส่วนที่เป็นการเขียนรายงานการวิจัย)

กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีขั้นตอนสำคัญในการดำเนินการดังนี้

1) การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา ผู้วิจัยและกลุ่มที่ทำการวิจัยจะต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่จะศึกษาอย่างชัดเจน ปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนที่จะทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องมีทฤษฎีรองรับในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น การวิเคราะห์สภาพปัญหา (Thematic concern) ควรพิจารณาให้ครบ 4 องค์ประกอบดังนี้ คือ ปัญหาที่เกี่ยวกับครู นักเรียน เนื้อหาวิชา และสภาพแวดล้อม

2) เลือกปัญหาสำคัญที่ควรค่าแก่การศึกษาวิจัย เลือกโดยอาศัยทฤษฎีมาร่วมพิจารณาลักษณะของปัญหา แล้วสร้างวัตถุประสงค์ของการวิจัย ตลอดจนอาจจะต้องสร้างสมมติฐานของการวิจัยในรูปแบบข้อความความต้องการที่จะประเมินที่แสดงความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการหรือทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

3) เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่จะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เครื่องมือที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติตามวิธีการ เช่น อุปกรณ์

การเรียนการสอน เป็นต้น และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4) บันทึกเหตุการณ์อย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้าและส่วนที่เป็นอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติ คือ ในขั้นตอนของการวางแผน การปฏิบัติการ การสังเกตและการสะท้อนผลการปฏิบัติการ เก็บสะสมข้อบันทึกไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติต่อไป และเพื่อเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์หาคำตอบของสมมติฐาน

5) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ต่างๆของข้อมูลที่รวบรวมไว้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับข้อมูล เพื่อให้แน่ใจความถูกต้อง แสดงรายละเอียดสถานการณ์ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามเกณฑ์ที่เหมาะสม เปรียบเทียบข้อแตกต่างและคล้ายคลึงกันของข้อมูล

6) ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มวิจัยได้พิจารณาไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุและวิธีแก้ปัญหาที่ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยสรุปประมวลเป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติ หรือเสนอเชิงทฤษฎี (Proposition) หรือทฤษฎี (Theory) ทั้งนี้ต้องอาศัยหลักการกรวิทยาโดยวิธีอุปมัย (Inductive) และความรู้เชิงทฤษฎีของผู้วิจัย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ จะเห็นได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่ใช้กระบวนการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาสภาพสิ่งที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพการณ์ของชั้นเรียนและของระบบโรงเรียน โดยผู้วิจัย ผู้ร่วมวิจัยและนักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์วิจารณ์ผลการปฏิบัติจนนำไปสู่การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไป

6. กรอบแนวคิดของการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา

2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า

3) ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้

4) ขั้นตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

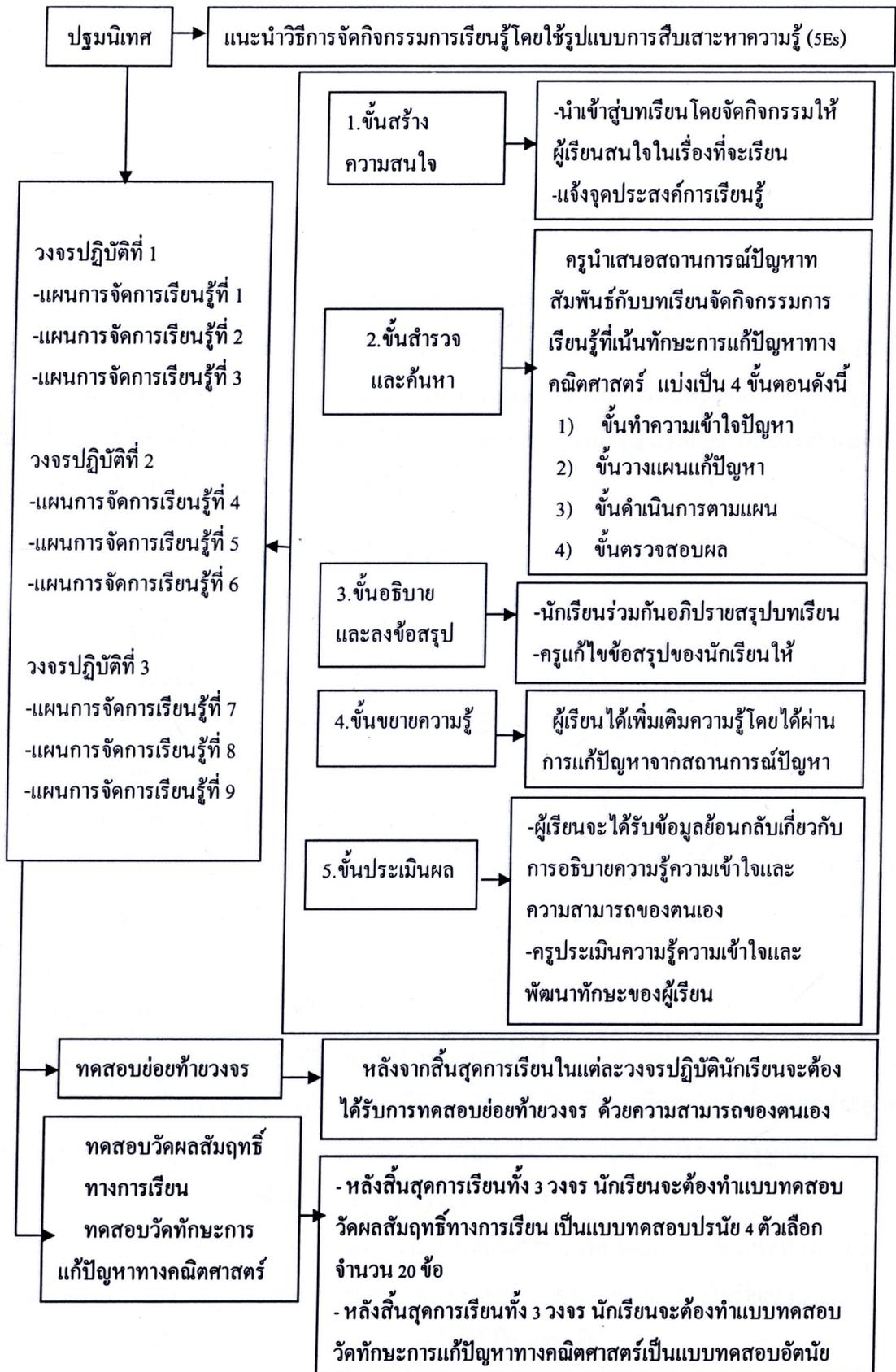
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน

เพื่อพัฒนา

- กิจกรรมการเรียนรู้
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2