

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้และกิจกรรม โครงงานคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยข้อมูล เอกสารและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐาน ดังจะเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายและความสำคัญของคณิตศาสตร์
 - 1.2 วิสัยทัศน์
 - 1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
 - 1.4 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.5 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.6 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 ประเภทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.3 หลักการและขั้นตอนวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. เอกสารที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โครงงานคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์
 - 3.3 ขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์
 - 3.4 แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โครงงานคณิตศาสตร์
4. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. เอกสารที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้
6. เอกสารที่เกี่ยวกับความพึงพอใจต่อบทเรียน

7. เอกสารที่เกี่ยวกับคำดัชนีประสิทธิผล
8. เอกสารที่เกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 ความหมายและความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์ตามพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 214) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ คณิตศาสตร์เป็นคำที่แปลมาจาก Mathematics หมายถึง สิ่งที่เราเรียนรู้ หรือความรู้ และเมื่อพูดถึงคำว่า คณิตศาสตร์ คนทั่วไปจะเข้าใจว่าเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับตัวเลข มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นภาษาสากล เพื่อให้สื่อความหมายและเข้าใจได้ เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่เป็นเรื่องของการคิดคำนวณและการวัดเท่านั้น ซึ่งคำว่าคณิตศาสตร์ ยังมีในอีกหลายความหมาย ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2543, หน้า 5) ซึ่งสอดคล้องกับพจนานุกรม Webster New World Dictionary of the American Language ให้คำนิยามไว้ว่า คณิตศาสตร์ คือ กลุ่มของวิชาต่าง ๆ ได้แก่ เลขคณิต เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวกับปริมาณ (Quantities) ขนาด (Sizes) รูปร่าง (Form) และความสัมพันธ์ของกันและกัน (Relations) โดยการใช้จำนวน (Numbers) และสัญลักษณ์ (Symbols) เป็นเครื่องช่วย

นอกความหมายที่กล่าวมาแล้วยูพิน พิพิธกุล (2539, หน้า 7) ยังกล่าวถึงความหมายของคณิตศาสตร์ไว้ว่า คำว่าคณิตศาสตร์ มิได้หมายความเพียงตัวเลข สัญลักษณ์หรือการคำนวณเท่านั้น แต่คณิตศาสตร์ยังมีความหมายอีกในหลายด้าน สรุปได้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาเกี่ยวกับการคิด ฝึกให้เรา มีความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล มีการพิสูจน์สิ่งต่างๆว่าเป็นจริงหรือไม่ และด้วยวิธีการคิดนี้ จึงสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และสาขาอื่น ๆ ได้
2. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง มีลักษณะเฉพาะคือ เป็นการใช้สัญลักษณ์แทนความคิด มีความรัดกุม เข้าใจตรงกันได้ เป็นเครื่องมือรูปแบบหนึ่งที่ใช้ในการฝึกสมอง และสามารถช่วยเราให้เกิดการกระทำในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การพิสูจน์ที่ยุ่ยากซับซ้อน ซึ่งถ้าเราใช้ภาษาธรรมดาที่ไม่สามารถที่จะกระทำได้

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง มีเหตุผล จะเห็นว่าคณิตศาสตร์นั้นเริ่มต้นด้วยเรื่องง่าย ๆ และอธิบายข้อคิดต่าง ๆ ที่สำคัญ ที่เริ่มต้นจะกำหนดด้วยคำอธิบาย เช่น จุด เส้นตรง ระนาบ และจะนำไปสู่เรื่องที่ยากขึ้นในลำดับต่อไป

4. คณิตศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแบบแผน ที่ว่ามีแบบแผนนั้น หมายความว่า จะต้องคิดอยู่ในแบบแผน หรืออยู่ในความคิดที่ตั้งไว้ เช่น คลื่นวิทยุ โครงสร้างของโมเลกุล ฯลฯ เรื่องต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องมีแบบแผนของมัน ที่จะจำแนกได้ในทางคณิตศาสตร์

5. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะแขนงหนึ่ง ความงามของคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยควมมีระเบียบ และความกลมกลืนที่เกิดขึ้นภายใน นักคณิตศาสตร์พยายามแสดงออกถึงค่าสูงสุดของความคิดและความสัมพันธ์ การสำรวจความคิดใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่ท้าทายให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่าด้วยเรื่องของการคำนวณ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีหลักการที่ประกอบด้วยเหตุและผลที่แน่นอน สามารถพิสูจน์ได้ เป็นวิชาพื้นฐานของสาขาวิชาต่าง ๆ มีตัวเลขและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการสื่อสารแทนความคิด เพื่อให้เกิดการเข้าใจที่ตรงกัน

และบุญทัน อยู่ชมบุญ (2529, หน้า 2) ยังได้กล่าวไว้อีกว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่ง ซึ่งมีได้หมายความว่าเพียงตัวเลขและสัญลักษณ์เท่านั้น มีความหมายกว้างมาก ซึ่งพอจะสรุปลักษณะสำคัญของคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีแบบแผน ไม่ว่าจะคิดเรื่องใดก็ตาม การคิดในทางคณิตศาสตร์นั้นต้องคิดในแบบแผน มีรูปแบบ ทุกขั้นตอนจะตอบได้และจำแนกออกมาให้เห็นจริงได้

2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาสร้างสรรค์ทางด้านจิตใจ มีความเกี่ยวข้องกับพื้นฐานทางความคิด กระบวนการและเหตุผล

3. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง ซึ่งกำหนดขึ้นด้วยข้อความทางสัญลักษณ์ที่กระชับรัดกุมและสื่อความหมายได้

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยจัดระเบียบ โครงสร้างทางความรู้ ข้อความแต่ละข้อความจะถูกสรุปด้วยเหตุผลจากการพิสูจน์ โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างทางด้านเหตุผล

5. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีรูปแบบ นั่นคือความเป็นระเบียบของการคิด ทุกสิ่งที่มีรูปแบบสามารถถูกจัดได้ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์

6. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามทางคณิตศาสตร์สามารถพบได้ในกระบวนการซึ่งแยกข้อเท็จจริงที่ถูกถ่ายทอดผ่านการใช้เหตุผลเป็นขั้นตอน โดยนักคณิตศาสตร์ได้พยายามใช้ความคิดสร้างสรรค์ และการทำความเข้าใจในสิ่งที่ท้าทาย

นอกจากนี้ สำนักทดสอบทางการศึกษา (2546, หน้า 2) ยังกล่าวว่าคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

จากที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่าคณิตศาสตร์ เป็นสาขาวิชาพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อสาขาวิชาต่าง ๆ ทำให้มนุษย์มีความคิดที่เป็นระบบ สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วน เป็นเหตุเป็นผล ซึ่งลักษณะการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาคนเป็นมนุษย์ได้โดยสมบูรณ์ รวมทั้งยังเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาประเทศในทุกแง่มุมสาขาอีกด้วย

1.2 วิสัยทัศน์

ตามที่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้วางวิสัยทัศน์ให้กับผู้เรียนไว้ ดังนี้ คือ มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติได้เติบโตไปเป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข รวมทั้งมีความรู้และทักษะพื้นฐาน และเจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานของความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ อย่างเต็มตามศักยภาพ

1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึกและทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา มีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันอย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาตนเองและสังคมในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า การมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาตนเองและสังคม

1.4 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาหลักสูตรการเรียนรู้อัตนศึกษา

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้อัตนศึกษาอย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปประยุกต์ได้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบ รอบคอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อ คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, หน้า 2-3)

1.5 สารและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวน ในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความ สัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้ แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ
คาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและ
แก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร
การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และ
เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.6 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องความน่าจะเป็น)

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ
คาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้

1. นำผลที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่
กำหนดให้
2. อธิบายการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ และนำผลที่ได้
ไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร
การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการ
แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และ
การนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. กระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สวัตน์ นิยมคำ (2531, หน้า 502) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนรูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่นักเรียนนั้น ไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน

เฮรอน (Herron, 1971, pp. 171-181 อ้างถึงใน สดศรี สุดเต้, 2548, หน้า 14) ได้ให้ความหมายการสืบเสาะไว้ว่า การสืบเสาะ หมายถึงวิธีการเรียนรู้ที่มีเงื่อนไขหรือกำหนดให้นักเรียนต้องรับรู้ มีการกำหนดปัญหา จากนั้นจึงซักถามเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ เพื่อติดตามหาคำตอบ และเมื่อนักเรียนได้รับรู้ถึงคำตอบผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาต่อไป

ฮาร์มส์ (Harms, 1981, pp. 53-64 อ้างถึงใน สดศรี สุดเต้, 2548, หน้า 14) การสืบเสาะ หมายถึง กระบวนการทางสติปัญญาที่ครอบคลุมถึงการใช้ยุทธศาสตร์ด้านต่าง ๆ ได้แก่ การแก้ปัญหา การใช้หลักฐาน การใช้ตรรกศาสตร์ การทำความเข้าใจในคุณค่าหรือค่านิยมต่าง ๆ การตัดสินใจ ตลอดจนการรู้จักใช้ระเบียบข้อบังคับของการสืบเสาะอย่างเหมาะสม

จากความหมายดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ และเกิดองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

2.2 ประเภทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การจำแนกประเภทของการสืบเสาะอาศัยหลักเกณฑ์ต่าง ๆ กัน ทำให้มีประเภทของการสืบเสาะจำนวนมากขึ้น โดยทั่วไปหลักเกณฑ์ในการแบ่งการสืบเสาะ มีดังนี้ (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม, 2546, หน้า 141-143)

2.2.1 การสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ ได้แบ่งการสืบเสาะออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) การสืบเสาะโดยใช้ความรู้เดิม (Stable Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่นำความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วไปใช้ในการกำหนดปัญหาเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา ดังกล่าว การสืบเสาะชนิดนี้สนใจองค์ความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วไม่ได้สนใจหาความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

2) การสืบเสาะหาความรู้ใหม่ (Fluid Inquiry) การสืบเสาะแบบนี้จะพัฒนาหลักความรู้ใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงวิชาการต่าง ๆ ให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น ตลอดจนใช้หลักการใหม่ในการสืบเสาะหาความรู้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งต่อไป ดังนั้นการสืบเสาะแบบ Fluid

Inquiry จึงเป็นผู้สร้างหลักความรู้ให้การสืบเสาะ Stable Inquiry นั่นเอง

2.2.2 การทำปฏิบัติการ (Laboratory Investigation) การสืบเสาะประเภทนี้ ทาโฟยา และคณะ (Tafoya et al., 1960, p.46 อ้างถึงใน ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2546, หน้า 143) ได้เสนอรูปแบบของการสืบเสาะที่เน้นการปฏิบัติการทดลองและการคิด โดยให้นักเรียนลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล แปลความหมายและลงข้อสรุป ซึ่งทำให้นักเรียนมีทั้งทักษะในด้านการปฏิบัติการ (Process of Doing หรือ Manual Skill) และด้านกระบวนการคิด (Process of Thinking หรือ Think Skill) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) การสืบเสาะแบบสำเร็จรูป (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและแนวทางให้กับในการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามขั้นตอนในการทดลองและการจัดกระทำข้อมูล นักเรียนเป็นผู้แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตัวเอง
- 2) การสืบเสาะแบบแนะนำ (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้คำปรึกษา แนะนำการทดลองและการจัดกระทำข้อมูล ส่วนนักเรียนเป็นผู้ค้นหาวิธีการทดลอง ตลอดจนแปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง
- 3) การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open Inquiry) หรือการค้นพบ (Discovery) นักเรียนเป็นผู้จัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในทุกขั้นตอน นั่นคือกำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและสรุปผล

2.2.3 การไม่ทำปฏิบัติการ (Nonlaboratory Investigation) การสืบเสาะแบบนี้ไม่เน้นการลงมือปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล แต่เน้นการให้หรือเสนอข้อมูลจากครู เน้นการซักถามของครูและนักเรียน บางครั้งการสืบเสาะแบบซักถาม (Oral Inquiry) นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนทักษะด้านการคิด แต่ขาดทักษะในด้านการปฏิบัติการ การสืบเสาะแบบนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2546, หน้า 142 อ้างอิงจาก นิดา สะเพียรชัย, 2520, หน้า 6)

- 1) การสืบเสาะแบบนักเรียนเป็นผู้ซักถาม (Active Inquiry) วิธีการนี้นักเรียนเป็นผู้แสวงหาคำตอบโดยการซักถาม เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย จะตั้งคำถามครู แต่ครูไม่ได้ถ่ายทอดความรู้โดยตรง เป็นเพียงผู้ช่วยเหลือในด้านการให้ข้อมูล ซึ่งอาจใช้สื่อต่าง ๆ เช่น รูปภาพ การฉายภาพยนตร์ สไลด์ ใช้การสาธิต ตลอดจนข้อมูลที่เป็นจริงกับนักเรียนในรูปคำตอบ ใช่หรือไม่ใช่ เท่านั้น บางครั้งก็เป็นผู้ตั้งคำถามกับนักเรียนย้อนกลับ เพื่อให้นักเรียนช่วยกันตอบ จนกระทั่งได้ข้อสรุปหรือความรู้ใหม่เกิดขึ้น
- 2) การสืบเสาะแบบครูเป็นผู้ซักถาม (Passive Inquiry) วิธีการนี้ครูจะเป็นผู้ซักถามข้อคำถามต่างๆ เพื่อให้นักเรียนได้เจอประเด็นหรือข้อสงสัยในแง่มุมอื่น ๆ ที่ต่างออกไปจนเกิด

ความขัดแย้งทางความคิด จากนั้นนักเรียนจะเกิดความกระตือรือร้นที่จะตอบข้อสงสัยและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

3) การสืบเสาะแบบผสม (Mixed Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันซักถามจากปัญหาที่เกิดจากการนำเสนอข้อมูลของครู ครูมีหน้าที่ในการชี้แนะเพื่อให้นักเรียนซักถามจนกระทั่งได้คำตอบของปัญหา

2.3 หลักการและขั้นตอนวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สัว์ธันน์ นิยมคำ (2531, หน้า 36) กล่าวว่า “การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้จะไม่ประสบความสำเร็จอย่างใดเลย ถ้าหากนักเรียนไม่ได้มีส่วนในการที่จะพบปัญหา วิธีสอนที่ดีที่สุดคือ ให้นักเรียนได้เข้าไปปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ได้เข้าพบปัญหา จึงจะเกิดความคิดในการแก้ปัญหาเหล่านั้น” นอกจากนี้ยังมีผู้กล่าวถึงหลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

ซัชแมน (Suchman, 1966, p.1 อ้างถึงใน นฤพล จันทู, 2549, หน้า 28) ได้ทำการศึกษาทดลองและจัดตั้งโครงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้น ได้ให้แนวคิดและวิธีดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้ การสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการค้นคว้า และสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดมีความคิดอย่างมีเหตุผล การสอนแบบนี้จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการสอนที่ครูเป็นผู้บอกทั้งหมด ผู้เรียนจะมีอิสระในการหาความรู้ได้อย่างเหมาะสม

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2543, หน้า 16) เป็นการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนด เน้นการให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง บทบาทของครู คือ ผู้ให้ความกระจ่างและผู้อำนวยการความสะดวก ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน “ค้นพบ” ข้อมูลและจัดระบบความหมายข้อมูลของตนเอง ครูต้องฝึกทักษะและกระบวนการสืบค้น (Inquiry Process) ให้นักเรียนก่อนให้เขาสืบค้นข้อความรู้ ประเด็นปัญหาที่ครูเลือกให้ผู้เรียนศึกษา ควรสัมพันธ์กับหลักสูตร และสอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน ครูจะต้องตระหนักเสมอว่าต้องเน้นที่ “กระบวนการ” มากกว่าผลที่เกิดจากกระบวนการ

คลาร์ก (Clark, 1976, หน้า 418 อ้างถึงใน สายันต์ ทองตัน, 2532, หน้า 22) ได้กล่าวถึงหลักการทั่วไปของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ครูพยายามชักจูงนักเรียนให้คิดด้วยตนเองโดยการถามคำถามให้คิด ถามให้ตีความ อธิบายและตั้งสมมติฐานได้ ถามให้นักเรียนเกิดการค้นพบแล้วนำมาปรับใช้กับสถานการณ์แตกต่างกัน ถามเพื่อการรวบรวมข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ และเสนอปัญหาให้แก่ นักเรียน โดยการคาดการณ์ล่วงหน้า

2. ครูพยายามที่จะสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการกระตุ้นนักเรียนให้ทดลอง โดยใช้ความคิดของตนเอง โดยครูให้การสนับสนุนและยอมรับ เสริมแรง กระตุ้นและพิสูจน์เพื่อนำไปสู่เรื่องราวนั้น ขอมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง และกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดและวิเคราะห์ความคิดที่แตกต่าง

3. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ส่วนใหญ่จะรวมเอาวิธีการของการแก้ปัญหาไม่ว่าจะเป็นวิธีแก้ปัญหาของคนเดียวหรือกลุ่ม

4. วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนแบบอิสระ จากหลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา ผู้เรียนแสวงหาความรู้ โดยผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น และทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการสืบเสาะของผู้เรียน

การกำหนดขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นั้น มีผู้กำหนดไว้ ดังนี้

สัว์มันน์ นิยมคำ (2531, หน้า 514-523) ได้แบ่งขั้นตอนการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล (Exploration) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษาเพื่อจะนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดหรือมโนคติต่อไป ข้อมูลอาจจะหาได้จาก 4 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์ตรง แหล่งที่สองได้จากการวัด แหล่งที่สามได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น

2. ขั้นการสร้างความรู้จากข้อมูล (Invention) ภายหลังจากการสำรวจแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับคุณลักษณะการเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียดอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจยังไม่มีความหมายอะไรมากนัก จะต้องนำไปคำนวณหรือจัดข้อมูลเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความและสรุปต่อไปได้

3. ขั้นขยายความรู้จากการค้นพบ (Discovery) ความรู้ที่ค้นพบในการสร้างความรู้ นั้นความจริงจะถือเป็นการค้นพบแล้วก็ได้ แต่ในการเรียนการสอนนั้น จะมั่นใจว่านักเรียนได้ค้นพบความจริงก็ต่อเมื่อนักเรียนได้พิสูจน์ยืนยันความรู้ นั้น โดยการทดสอบนำความรู้ไปใช้เป็นหลักฐานสำหรับเรื่องใหม่ได้นำไปพยากรณ์ได้เมื่อทำมาถึงขั้นนี้ ก็ได้มีการทดสอบถึงความถูกต้องอีกครั้งหนึ่งและนักเรียนก็มีความมั่นใจจึงถือว่าการค้นพบความจริง

ขั้นตอนทั้ง 3 นี้เป็นเพียงหลักการทั่วไปในการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เท่านั้น ส่วนเทคนิคและวิธีการจะใช้ประกอบนั้นมีหลายอย่าง เช่น การใช้คำถาม การคิดชม การเสริมแรง เป็นต้น

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2543, หน้า 19) ได้เสนอขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

1) จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตสงสัยในเหตุการณ์

2) กระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาจากการสังเกตว่าอะไรคือปัญหา

3) กระตุ้นให้ระบุที่มาของปัญหา

ขั้นที่ 2 กำหนดสมมติฐาน

1) ตั้งคำถามให้นักเรียนระดมความคิด

2) ให้นักเรียนสรุปสิ่งที่คิดว่าน่าจะเป็นคำตอบของปัญหานั้น

3) ช่วยกันคิดหาที่มาของปัญหา

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูล

1) มอบหมายให้นักเรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารหรือข้อมูลอื่นๆ

2) ให้นักเรียนวิเคราะห์ประเมินว่าข้อมูลเหล่านั้นว่า มีความเกี่ยวข้องกับปัญหา

หรือไม่ มีความถูกต้องน่าเชื่อถือหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 4 ทดสอบสมมติฐาน

ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มารวมอภิปราย เพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

ขั้นที่ 5 สร้างข้อสรุป

ให้นักเรียนสรุปว่าปัญหานั้นมีข้อสรุป หรือคำตอบอย่างไร อาจสรุปในรูปของรายงานหรือเอกสาร

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 216) ยังได้เสนอขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ซึ่งมีงานวิจัยหลายเรื่องที่ยืนยันถึงประสิทธิภาพในการนำการสอนรูปแบบดังกล่าวไปใช้ ประกอบด้วยด้วยขั้นตอนที่สำคัญที่ครูควรนำไปใช้สอนจริง ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจจะเกิดจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่มเรื่องที่สนใจ อาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เคยเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะต้องศึกษา ในกรณีที่ยังมีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจจะให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้

ศึกษา แต่ควรใช้คำถามที่น่าสนใจ และเมื่อนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่จะต้องศึกษา จึงจะมาร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะต้องศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น อาจารย์รวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม และมีแนวทางที่จะสำรวจตรวจสอบอย่าง หลากหลาย

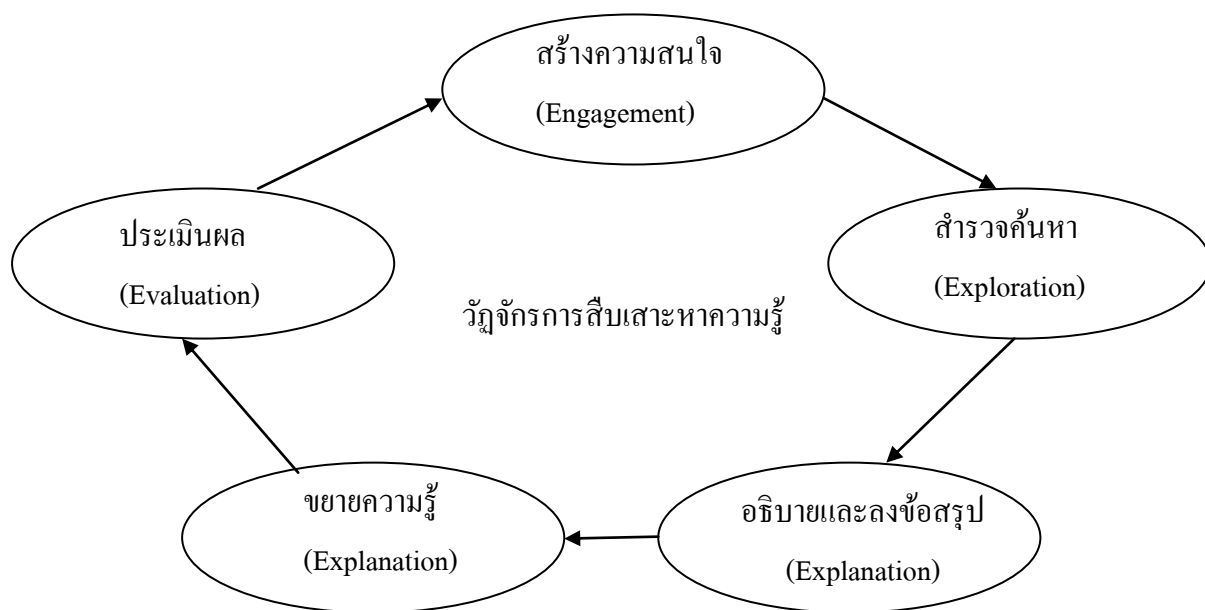
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) เมื่อมีการทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถาม ที่จะสนใจอย่างถ่องแท้แล้ว จึงวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล สารสนเทศ หรือปรากฏการณ์ ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสถานการณ์ (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจาก แหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลต่าง ๆ อย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการ สำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาดสร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับ สมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ตั้งไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้าง ความรู้และช่วยให้เกิดความรู้ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้ เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าอธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับ เรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จึงนำไปสู่การนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จึงนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจ ตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ เรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการ สืบเสาะหาความรู้จึงจะช่วยให้นักเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก และหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือ ปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป ดังภาพประกอบ 1



ภาพที่ 1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

จากขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจค้นหาขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน

2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

กาลาฮาน และคณะ (Callahan et al., 1998, pp. 261–262 อ้างถึงใน อ้อมฤดี แซ่มอุบล, 2553, หน้า 24-25) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำกับนักเรียนมากกว่าบอกให้นักเรียนทำตาม
2. ครูตั้งคำถามเลือกประเด็นที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและพยายามค้นหาคำตอบ
3. ในขณะที่นักเรียนค้นหาคำตอบ ครูควรแนะนำในการค้นหาโดยให้ความชัดเจนกับปัญหา
4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมการสร้างข้อคาดการณ์ ตั้งข้อสงสัย และการคิดแก้ปัญหา
5. สนับสนุนให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบสมมติฐานด้วยตนเอง
6. ช่วยนักเรียนในการวิเคราะห์และประเมินผลความคิดของตนเองโดยเปิดโอกาส

ให้มีการอภิปรายเปิดในชั้นเรียนและพยายามกระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยไม่มีการข่มขู่เมื่อคำตอบไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 7) ได้เสนอบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกตการณ์ ใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่การคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน
3. แสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นอย่างมีอิสระโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นอย่างมีเหตุผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กล่าวถึงลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ควรจะต้องมีสมรรถภาพการสอนหลายประการ ซึ่งสมรรถภาพการสอนที่เชื่อถือกันว่าเป็นและสำคัญได้แก่

ตารางที่ 1 ลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันการสนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
1. ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนสนใจในปัญหาอยาก รู้คำตอบ	1. การชักจูง (โดยการใช้น้ำคำถาม การสร้าง สถานการณ์ และการใช้อุปกรณ์)
2. ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนเป็นผู้ใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	2. การใช้น้ำคำถาม ตามลำดับความคิดของการใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการ แก้ปัญหา (ถามให้สังเกต ให้อธิบาย ให้สร้าง สมมติฐาน ให้นำความรู้ไปใช้)
3. เมื่อนักเรียนมีข้อติดขัดตอนใด ครูไม่ใช่ผู้ให้ คำตอบโดยตรง แต่เป็นผู้ตอบคำถามของ นักเรียนในลักษณะที่กระตุ้นให้นักเรียนถาม ย้อนหรือซักไซ้ไล่เลียงให้นักเรียนคิดลึกซึ้ง ละเอียดขึ้น ในลักษณะที่วิเคราะห์ด้วยเหตุผล ด้วยหลักฐานที่ปรากฏ สามารถแสดงความคิด ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน	3. การตอบคำถามโดยการย้อนถามหรือซักไซ้ ไล่เลียง (ถามให้ได้ความชัดเจน ให้ขยายความ ให้แสดงเหตุผล ใช้แสดงหลักฐาน)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
<p>4. ครูรับคำตอบของนักเรียนแต่ละคนไว้โดยไม่ตัดสินถูกผิดในทันทีทันใด เพื่อให้โอกาสนักเรียนและนักเรียนคนอื่นได้คิดหาคำตอบต่อไป นักเรียนไม่ตัดสินหรือเชื่อว่าคำตอบใดถูกหรือผิดในทันทีทันใด นักเรียนแลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น</p>	<p>4. การเสริมพลัง (โดยใช้วาจาหรือท่าทางแสดงการยอมรับหรือการกระทำของนักเรียน การติชมการแสดงความคิดเห็น กระตือรือร้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นการช่วยเหลือในขณะที่นักเรียนกำลังเข้าใจผิด)</p>
<p>5. ครูสนับสนุนคำตอบที่แตกต่างไปจากคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง แต่เป็นคำตอบที่มีส่วนถูกต้องหรือเป็นไปได้ นักเรียนมีความรู้สึกว่าการตอบโดยความคิดของนักเรียนเองได้รับความสนใจ นักเรียนอยากตอบคำถามจากความคิด ประสบการณ์และความรู้สึกของนักเรียนเองโดยไม่กลัวผิดไม่ต้องกลัวว่าจะต้องถูกต้องกับตำรา</p>	<p>5. การใช้คำถามแบบกว้าง ที่มีคำตอบได้หลายอย่างและที่ต้องใช้เกณฑ์ของนักเรียนหรือที่วางไว้ตัดสินใจในการตอบ</p>
<p>6. ครูพยายามให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าการสืบสวนนั้น เขาได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาต่าง ๆ นักเรียนแต่ละคนเป็นผู้ตอบคำถาม เป็นผู้เสนอความคิด เป็นผู้เลือกวิธีการ เป็นผู้ตัดสิน นักเรียนรู้สึกว่ายปัญหานั้นเป็นปัญหาของนักเรียน นักเรียนอยากแก้ปัญหาและสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้มีความเชื่อมั่นและนับถือตนเอง</p>	<p>6. การเสริมพลัง</p>
<p>7. ครูให้เวลานักเรียนคิด (เวลาที่สูญเสียไปอาจจะได้รับการชดเชยในแง่ที่นักเรียนรู้จักคิดอย่างรอบคอบก่อนจะตัดสินใจ ทำให้แก้ปัญหาดีขึ้นและสามารถเก็บรักษาสิ่งที่คิดไว้ได้นาน)</p>	<p>7. การรอคำตอบ โดยให้เวลาคิดพอสมควร</p>

จากบทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า ครูหรือผู้สอนเป็นผู้จัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ให้นักเรียนเกิดความสงสัย และให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้นหาความรู้ตามข้อสงสัยต่าง ๆ อย่างเป็นขั้นตอน จนสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.5.1 ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 156-157) ได้สรุปข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด ฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีการจัดการระบบความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนคติและหลักการได้เร็วขึ้น รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
5. นักเรียนเป็นผู้มีเจตคติที่มีต่อการเรียนการสอน
6. ส่งเสริมการค้นคว้าหาความรู้และสร้างสรรค์ความเป็นประชาธิปไตยในตัวนักเรียน

จากข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ เนื่องจากนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติทำให้สามารถเรียนรู้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

2.5.2 ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2546, หน้า 126) ได้สรุปข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนสนใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองได้
3. นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนขาดวุฒิภาวะ ทำให้การตั้งใจที่จะศึกษาค้นคว้าลดลง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะเห็นว่า การสืบเสาะหาความรู้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ในบางเนื้อหาสาระเท่านั้น และจะสามารถนำไปใช้ได้กับเนื้อหาสาระที่มีขั้นตอนกระบวนการที่สามารถเกิดการค้นพบได้ด้วยตนเอง ไม่ยากจนเกินไป ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่จากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้ สรุปลงเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดจากการค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งถือได้ว่าผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากที่สุด

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล, สิริพร ทิพย์คง และสิทธา พินิจภูวดล (2540, หน้า 1) ได้สรุปความหมายของโครงการคณิตศาสตร์ว่า เป็นงานที่ผู้ทำ ได้คิดอย่างอิสระ ในประเด็นที่ตนสนใจและถนัด โดยอาศัยความรู้ หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎี ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับประเด็นที่จะศึกษามีการค้นคว้าให้ชัดเจนและลึกซึ้งขึ้น เพื่อจะบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เช่น โครงการที่สามารถประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง คณิตศาสตร์กับสิ่งแวดล้อม คณิตศาสตร์กับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โครงการจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างอิสระ และช่วยพัฒนาความเชื่อมั่นในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ การทำกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ไม่ใช่เป็นการเพิ่มเนื้อหาให้นักเรียน แต่จะเป็นการฝึกปฏิบัติงานที่ให้นักเรียนหาข้อสงสัย ปล่อยให้ได้ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล หาข้อสรุปและตรวจสอบสมมติฐานด้วยตนเอง แล้วเผยแพร่ข้อค้นพบเหล่านั้นด้วยตนเองการทำโครงการเป็นการส่งเสริมให้ผู้ทำโครงการได้คิดอย่างอิสระ มีการพัฒนาทั้งทางด้านทักษะและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การทำโครงการคณิตศาสตร์อาจจะทำเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มก็ได้ ในกรณีงานกลุ่ม อาจจัดกลุ่มละ 3-5 คน จะต้องวางแผนร่วมกันก่อนลงมือทำ โครงการผู้เรียนจะต้องรู้วิธีการทำงานโดยใช้กระบวนการกลุ่มที่มีการตั้งจุดประสงค์ร่วมกัน วางแผนร่วมกัน ดำเนินงานและรับผิดชอบร่วมกัน ตลอดจนประเมินผลร่วมกัน

เอกสารของสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2543, หน้า 56) ได้สรุปความหมายของโครงการคณิตศาสตร์ว่า เป็นงานที่ผู้ทำ ได้คิดอย่างอิสระ เป็นการฝึกปฏิบัติในข้อที่สงสัยโดยอาศัยความรู้ หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับประเด็นที่ตนสนใจจะศึกษา และค้นคว้าให้ชัดเจนลึกซึ้งยิ่งขึ้น เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

โฟวเลอร์ (Fowler, 1964, pp. 91-93 อ้างถึงใน ชัยศักดิ์ ทีลาจารย์สกุล, 2542, หน้า 5-6) ได้สรุปความหมายของโครงการคณิตศาสตร์ว่า โครงการคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามความถนัดและความสนใจด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ภายใต้การแนะนำปรึกษาช่วยเหลือ และดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษาหรือผู้ทรงคุณวุฒิ อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ รวมทั้งสามารถดำเนินกิจกรรมได้ทั้งในและนอกบริเวณโรงเรียน ซึ่งอาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ แล้วเขียนเป็นรายงานและแสดงผลงานเพื่อเผยแพร่สำหรับเป็นแนวทางศึกษาต่อ

สุชาติ วงศ์สุวรรณ (2542, หน้า 6-7) กล่าวว่า โครงการคณิตศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อหาคำตอบเมื่อเกิดปัญหาหรือเกิดความสงสัยในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ในลักษณะของการศึกษาค้นคว้า ทดลอง ประดิษฐ์ คิดค้น ที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้นแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

สุวรรณ กาญจนมยุร (2544, หน้า 5) กล่าวว่า โครงการคณิตศาสตร์ เป็นงานที่เกิดจากการศึกษา ค้นคว้า วิจัย เกี่ยวกับองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นงานที่เกิดจากการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของสาขาวิชาการอื่น หรือใช้เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละคนแต่ละกลุ่ม ได้ศึกษาค้นคว้าวิจัย หาความรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ตามความรู้ความสามารถและความสนใจในปัญหาหรือข้อสงสัยที่ตนเองอยากรู้อยากเข้าใจ ได้คำตอบที่ถูกต้องและชัดเจนภายใต้การแนะนำดูแลของครูหรือผู้เชี่ยวชาญที่เป็นที่ปรึกษา ที่คอยช่วยเหลือ ตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้ที่นักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มค้นพบ

ดังนั้นความหมาย โครงการคณิตศาสตร์จึงสรุปได้ว่า คือ งานที่เกิดจากความสงสัยใคร่รู้ของนักเรียนที่เปิดโอกาสอย่างอิสระ เกี่ยวกับองค์ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ มีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นเป็นตอน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และทักษะ/ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้ ภายใต้คำแนะนำจากครูผู้สอน จนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งการทำโครงการคณิตศาสตร์ อาจจะทำเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มก็ได้ ในกรณีเป็นงานกลุ่มอาจจัดกลุ่มละ 3-5 คน ทำงานโดยใช้กระบวนการกลุ่มที่มีการตั้งจุดประสงค์ร่วมกัน วางแผนร่วมกัน ดำเนินงานและรับผิดชอบร่วมกัน ตลอดจนประเมินผลร่วมกัน

สำหรับการทำโครงการคณิตศาสตร์นั้น มีหลักการเหมือนโครงการทั่วไปกล่าวคือ เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ตอบข้อสงสัยของตนเอง ดังที่ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542, หน้า 6) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะของโครงการคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

- 1) เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนสนใจที่จะหาคำตอบ ในข้อสงสัย หรือแก้ปัญหาโดยอาศัยพื้นฐานความรู้ประสบการณ์เดิมจากวิชาคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ได้ด้วยตนเอง
- 2) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ลุ่มลึก การแสวงหาความรู้ ประสบการณ์ จากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย และเป็นจริงตามธรรมชาติ
- 3) เป็นการเรียนรู้ที่มีกระบวนการ มีระบบ ปฏิบัติเป็นขั้นตอน และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 4) เป็นการบูรณาการการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงนักเรียนใช้ความสามารถหลายด้าน
- 5) ผู้เรียนสามารถสรุปผลและเลือกรูปแบบนำเสนอผลงานด้วยตนเอง
- 6) ผู้เรียนสามารถนำทักษะที่ได้รับไปใช้กับสถานการณ์อื่นได้
- 7) ข้อค้นพบ สิ่งค้นพบ สามารถนำไปใช้อ้างอิงเพิ่มเติมกฎ ทฤษฎี ทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นทฤษฎีใหม่ทางคณิตศาสตร์ หรือสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.2 ประเภทของโครงการคณิตศาสตร์

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2543, หน้า 4-5) ได้แบ่งประเภทของโครงการคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

3.2.1 โครงการเชิงประวัติศาสตร์ หมายถึง โครงการที่ศึกษาเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของวิชาคณิตศาสตร์ ประวัตินักคณิตศาสตร์ ประวัติการคิดคณิตศาสตร์ หรือประวัติสัญลักษณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ผู้ทำโครงการจะต้องเป็นผู้ที่ชอบอ่านและศึกษาค้นคว้าจากแหล่งค้นคว้ามากมาย เช่น ห้องสมุด ศูนย์วิทยบริการและเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งอาจจะสนใจในลักษณะที่เป็นประวัตินักคณิตศาสตร์ ประวัติของวิชาคณิตศาสตร์ หรือประวัติการคิดคณิตศาสตร์ เป็นต้น

3.2.2 ประเภทตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ หมายถึง โครงการที่ศึกษาเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้ทำโครงการจะต้องเป็นผู้ที่ช่างคิด และเกิดการศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์อย่างลุ่มลึก ซึ่งสามารถทำได้ตามสาระการเรียนรู้ในเรื่อง จำนวน การวัด เรขาคณิต พีชคณิต สถิติและความน่าจะเป็น แบบรูป ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน แคลคูลัส และคณิตศาสตร์เต็มหน่วย เป็นต้น

3.2.3 ประเภทที่นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง หมายถึง โครงการที่นำความรู้ แนวคิด ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เป็นโครงการที่ผู้ทำจะต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้ แนวคิดทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ไปใช้ตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ซึ่งอาจจะสนใจในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 1) เรื่องบ้าน อาจจะศึกษาเรื่องการวางผังห้องต่าง ๆ ภายในบ้าน การตกแต่งภายใน การจัดสวน การย้ายบ้าน ค่าสาธารณูปโภคการต่อเติมบ้าน
- 2) เรื่องการกีฬา อาจจะศึกษาเรื่องการจัดการตารางการแข่งขันกีฬา การทำนายผลของการแข่งขันกีฬาประเภทต่าง ๆ สมรรถภาพของร่างกาย
- 3) เรื่องการจราจร อาจจะศึกษาเรื่องปัญหาการจราจร ระบบการจราจรในโรงเรียน สถานที่จอดรถ เส้นทางการสัญจร
- 4) เรื่องการวัด อาจจะศึกษาเรื่อง การวัดความยาว การวัดเวลา การวัดน้ำหนัก การคำนวณแคลอรี การวัดค่าครองชีพ
- 5) เรื่องเกม อาจจะศึกษาหรือสร้างเกมขึ้นใหม่ เช่น เกมจตุรัสกล เกมก้านไม้ขีด

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542, หน้า 7-8) ได้แบ่งประเภทของโครงการคณิตศาสตร์ เป็น 4 ประเภท คือ

1. โครงการคณิตศาสตร์ประเภททดลอง โครงการประเภทนี้เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบทดลองและดำเนินการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบ หรือเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอนของการทำโครงการประเภทนี้ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ซึ่งจะต้องมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษา แล้วดำเนินการทดลองโดยจัดกระทำกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตาม การแปลผลและสรุปผลการทดลอง
2. โครงการคณิตศาสตร์ประเภทสำรวจ โครงการประเภทนี้เป็นกิจกรรมการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่ หรือเป็นอยู่ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม
3. โครงการคณิตศาสตร์ประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ โครงการประเภทนี้อาจเป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยมีมา

ก่อนหรือการปรับปรุงอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้ว ให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิม รวมทั้งอาจเป็นการเสนอหรือปรับรูปแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง

4. โครงการงานคณิตศาสตร์ประเภทสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย โครงการงานประเภทนี้เป็นโครงการที่ผู้ทำจะต้องเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อย่างมีเหตุผลมีหลักการทางคณิตศาสตร์หรือทฤษฎีสนับสนุน หรือเป็นการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่อาจเสนอในรูปแบบ คำอธิบาย สูตร หรือสมการ โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุน การทำโครงการงานประเภทนี้ผู้ทำจะต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดีและต้องศึกษาค้นคว้าเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมาก จึงจะสามารถสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้

3.3 ขั้นตอนการทำโครงการงานคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการทำโครงการงานคณิตศาสตร์ มีหลักการเหมือนกับขั้นตอนการทำโครงการทั่ว ๆ ไปดังที่ สุชาติ วงศ์สุวรรณ (2542, หน้า 13) ได้กล่าวไว้ว่า มีขั้นตอนสำคัญ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคิดและเลือกหัวข้อเรื่อง

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้เป็นการคิดหาหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ โดยผู้เรียนต้องตั้งต้นด้วยคำถามที่ว่า จะศึกษาอะไร ทำไมต้องศึกษาเรื่องดังกล่าว สิ่งที่จะนำมากำหนดเป็นหัวข้อเรื่องโครงการจะได้มาจาก ปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นในเรื่องต่าง ๆ ของผู้เรียนเอง ซึ่งเป็นผลจากการที่ผู้เรียนได้อ่านจากหนังสือ เอกสาร บทความ รับประทานอาหาร ฟังจากวิทยุ การสนทนา หรือจากการได้ไปศึกษาดูงานทัศนศึกษา ชมนิทรรศการ หรือสังเกตจากปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบข้าง หัวข้อโครงการต้องเป็นเรื่องที่เฉพาะเจาะจงและชัดเจนว่าโครงการนี้ทำ อะไร ควรเน้นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวหรือมีความคุ้นเคย เป็นเรื่องที่สามารถศึกษาที่จะทำได้มาซึ่งคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้ เป็นการดำเนินงานต่อจากขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำโครงการนี้ รวมไปถึงการขอคำปรึกษาหรือข้อมูลรายละเอียดอื่น ๆ จากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เกี่ยวข้องทุกระดับ รวมทั้งการสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงการ

การดำเนินงานตามขั้นตอนนี้เป็นการสร้างแผนที่ความคิด เป็นการนำเอาภาพของงานและภาพความสำเร็จของโครงการที่วิเคราะห์ไว้ มาจัดทำรายละเอียด เพื่อแสดงแนวคิด แผนและขั้นตอนของการทำโครงการ ซึ่งอาจต้องใช้การระดมสมองถ้าเป็นการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้ร่วมงาน และผู้เกี่ยวข้องทุกคน ได้มองเห็นภาระงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น รวมทั้งได้ทราบถึง

บทบาทและระยะเวลาในการดำเนินงาน เมื่อเกิดความชัดเจนแล้วจึงนำมาเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการ แล้วนำเสนอที่ปรึกษาโครงการเพื่อขอความเห็นชอบ

ตารางที่ 2 เค้าโครงของโครงการ

หัวข้อ/ รายการ	รายละเอียดที่ต้องระบุ
1. ชื่อโครงการ	ทำอะไร กับใคร เพื่ออะไร
2. ชื่อผู้ทำโครงการ	ผู้รับผิดชอบโครงการ (อาจเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่มก็ได้)
3. ชื่อที่ปรึกษาโครงการ	ครู อาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิที่มีในท้องถิ่น ผู้ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ควบคุมการทำ โครงการของผู้เรียน
4. ระยะเวลาดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน โครงการ ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น
5. หลักการและเหตุผล	สภาพปัจจุบันที่เป็นความต้องการ และความคาดหวังที่จะเกิดผล
6. จุดมุ่งหมาย/ วัตถุประสงค์	สิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดโครงการ ทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ
7. สมมติฐานของการศึกษา	ข้อตกลง/ ข้อกำหนด/ เงื่อนไข/ ข้อคาดเดา เพื่อเป็นไปตามที่กำหนดของโครงการประเภททดลอง ถ้าไม่ใช่โครงการประเภททดลองอาจมีหรือไม่มีสมมติฐานก็ได้
8. ขั้นตอนการดำเนินงาน	กิจกรรมหรือขั้นตอนการดำเนินงาน เครื่องมือ วัสดุ/ อุปกรณ์
9. ปฏิบัติโครงการ	สถานที่ วัน เวลา และกิจกรรมการดำเนินการต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้ในข้อ 8 ตั้งแต่เริ่มต้นจนแล้วเสร็จ
10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	สภาพของผลที่ต้องการให้เกิด ทั้งที่เป็นผลผลิต กระบวนการและผลกระทบ
11. เอกสารอ้างอิง/ บรรณานุกรม	ชื่อเอกสารข้อมูล ที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติโครงการ

การดำเนินงานตามขั้นตอนนี้ เป็นการดำเนินงานหลังจากที่โครงการได้รับความเห็นชอบจากที่ปรึกษาและได้รับการอนุมัติแล้ว ผู้จัดทำโครงการต้องลงมือปฏิบัติงานตามแผนงานที่กำหนดไว้ในเค้าโครงของโครงการ ในระหว่างปฏิบัติงานผู้เรียนต้องปฏิบัติงานด้วยความ

รอบคอบคำนึงถึงความประหยัดและความปลอดภัยในการทำงาน ตลอดจนคำนึงถึงสภาพแวดล้อมด้วย

ในระหว่างการทำงานตามเค้าโครงของโครงการ ต้องมีการจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ไว้อย่างละเอียดว่า ทำอะไร ได้ผลอย่างไร ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขอย่างไร ปัญหา อุปสรรคและแนวทางการแก้ไขอย่างไร การบันทึกข้อมูลดังกล่าวนี้ต้องจัดทำอย่างเป็นระบบ ระเบียบ เพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูล สำหรับการปรับปรุงการดำเนินงานในอนาคตต่อไปด้วย

การปฏิบัติกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในขั้นตอนการดำเนินงานในโครงการ ถือว่าเป็นการเรียนรู้เนื้อหา ฝึกทักษะต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การทำ โครงการ

ขั้นตอนที่ 5 การเขียนรายงาน

การดำเนินงานตามขั้นตอนนี้ เป็นการสรุปรายงานผลการดำเนินงานโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด เพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบถึงแนวคิด/ วิธีดำเนินงาน ผลที่ได้รับ ตลอดจนข้อสรุป ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงการ

การเขียนรายงาน ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย กระชับ ชัดเจนและครอบคลุมประเด็นสำคัญ ๆ ของโครงการที่ปฏิบัติไปแล้ว ส่วนประกอบรูปเล่มโครงการคณิตศาสตร์มีดังต่อไปนี้

5.1 หน้าปก ประกอบด้วย ชื่อโครงการ, ผู้จัดทำโครงการ, ระดับชั้น, อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ, ภาคเรียนที่, ปีการศึกษา, โรงเรียนและจังหวัด

5.2 ปกใน หมายถึง สำเนาของปกนอก

5.3 บทคัดย่อ ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ชื่อโครงการ ชื่อผู้จัดทำ ระดับชั้น ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา โรงเรียน จังหวัด และปีการศึกษา

ส่วนที่ 2 บทคัดย่อ บอกรายละเอียดของเรื่องที่ทำ ในประเด็นหลักที่สำคัญอย่างย่อ ได้แก่ วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินงานและผลการศึกษา/ ทดลอง

5.4 กิตติกรรมประกาศ กล่าวถึงเบื้องหลังความสำเร็จของงานว่ามีบุคคลใดช่วยเหลือในเรื่องใดบ้าง

5.5 คำนำ กล่าวถึงเรื่องที่ทำ และประโยชน์ที่จะเกิดขึ้น

5.6 สารบัญ ประกอบด้วยสารบัญเรื่อง สารบัญตาราง สารบัญกราฟ สารบัญภาพประกอบ (ถ้ามี)

5.7 ที่มาและความสำคัญของโครงการ หรือหลักการและเหตุผล กล่าวถึงเหตุใดจึงทำโครงการเรื่องนี้ มีข้อสนใจหรือแรงบันดาลใจอย่างไร หรือกล่าวถึงสภาพปัจจุบันที่เป็นความต้องการและความคาดหวังที่จะให้เกิดผล

5.8 วัตถุประสงค์/ จุดมุ่งหมาย หมายถึง สิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดโครงการ ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ

5.9 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ในกรณีที่เป็นโครงการประเภททดลอง) เป็น การทำนายผลล่วงหน้าก่อนทำโครงการ โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม (ถ้า ไม่ใช่โครงการประเภททดลองอาจมีหรือไม่มีสมมติฐานก็ได้)

5.10 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า หมายถึงกรอบการทำงาน

5.11 เนื้อหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เขียนเป็นหัวข้อหรือบทสรุปเนื้อหาทฤษฎีที่ นำมาใช้อย่างย่อ

5.12 วิธีดำเนินงาน บอกกิจกรรมหรือขั้นตอนการดำเนินงาน เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สถานที่ ระยะเวลาที่ปฏิบัติกิจกรรม อาจเขียนเป็นตารางการปฏิบัติงานตั้งแต่ขั้นริเริ่ม ขั้นดำเนินการ ตั้งแต่ต้นจนจบ

5.13 ผลการศึกษา บอกข้อค้นพบหรือการตอบสมมติฐาน ผลที่ได้จากการศึกษาเขียน ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ควรนำเสนอเป็นตาราง แผนภูมิ กราฟ หรืออื่น ๆ ให้ดูเข้าใจง่าย

5.14 สรุปและอภิปรายผลการศึกษา กล่าวสรุปผลที่ได้จากการศึกษา/ อภิปรายผล การศึกษา/ ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการ/ ข้อเสนอแนะ

5.15 เอกสารอ้างอิง/ บรรณานุกรม ชื่อเอกสารข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ที่นำมาใช้ ในการทำโครงการ

5.16 ภาคผนวก ภาพประกอบการทำโครงการหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือมีส่วนสนับสนุนการทำโครงการหรือความรู้ที่เป็นเรื่องต่อเนื่องหรือสัมพันธ์กับโครงการที่ควรนำมา กล่าวไว้ เพื่อการขยายความรู้ที่เป็นผลจากการศึกษาหรือค้นคว้าเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 6 การแสดงผลงาน

การดำเนินงานตามขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงการ เป็นการ นำเสนอผลการดำเนินงานโครงการทั้งหมดให้ผู้อื่นได้ทราบ ซึ่งผลผลิตที่ได้จากการดำเนิน โครงการประเภทต่าง ๆ มีลักษณะเป็นเอกสาร รายงาน ชิ้นงาน แบบจำลอง ฯลฯ ตามประเภทของ โครงการที่ปฏิบัติ

การแสดงผลงาน ซึ่งเป็นการนำเอาผลการดำเนินงานมาเสนอแนะ สามารถจัดได้หลาย รูปแบบ เช่นการจัดนิทรรศการ หรือทำเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ การจัดทำเป็นสื่อมัลติมีเดีย และอาจนำเสนอ ในรูปแบบของการแสดงผลงาน การนำเสนอด้วยวาจา รายงาน และการบรรยาย เป็นต้น

ในการดำเนินงานตามขั้นตอนการทำโครงการที่กล่าวมานี้สามารถปรับให้เหมาะสม กับผู้ปฏิบัติในแต่ละระดับ ในระดับต้น ๆ ควรมีครู-อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ

ช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด และการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนไม่ควรล้าช้าซับซ้อน เข้าใจได้โดยง่าย ส่วนในระดับสูง ๆ ควรเน้นเรื่องของการคิดสร้างสรรค์ ความรับผิดชอบ การตัดสินใจ และการปฏิบัติ

3.4 แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โครงการคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการคณิตศาสตร์ โดยอาศัยแนวทางการจัดกิจกรรมตามรูปแบบของสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ รูปแบบการจัดกิจกรรมโครงการของกรมวิชาการ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบการเรียนการสอนออกเป็น 5 กิจกรรม โดยเริ่มต้นจากการให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจวิธีการทำโครงการอย่างง่าย (Mini projects) โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามกระบวนการด้วยตนเอง ภายใต้การชี้แนะจากผู้วิจัย และในกิจกรรมต่อมา จะเป็นการนำนักเรียนสู่กระบวนการทำโครงการอย่างจริงจัง นั่นคือการแบ่งกลุ่มตามข้อหวัที่ตนสนใจ มีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการจดบันทึกการทำงาน โดยตลอด สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข

การจัดกิจกรรมส่งเสริมการทำโครงการคณิตศาสตร์ ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานความเชื่อมั่นในศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียนภายใต้หลักการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญและสอดคล้องกับสภาพจริงในท้องถิ่น นักเรียนได้เลือกเรื่องหรือประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาเลือกและหาวิธีการแสวงหาคำตอบตลอดจนแหล่งความรู้ แหล่งข้อมูลที่หลากหลายด้วยตนเองโดยบูรณาการทักษะ ประสบการณ์ ความรู้ สิ่งแวดล้อมรอบตัวตามสภาพจริงแล้วลงมือปฏิบัติและเรียนรู้ สรุปผลด้วยตนเอง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น มีการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์จริง

การสอนคณิตศาสตร์ ต้องสอนให้นักเรียนคิดเองและค้นพบด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะไม่ใช่บอก สอนโดยยึดโครงสร้าง มีระบบระเบียบ แต่ควรจะใช้วิธีสอนหลาย ๆ อย่างมีการยืดหยุ่นได้เหมาะสมตามเนื้อหาไม่มุ่งสอนแต่เนื้อหาของคณิตศาสตร์อย่างเดียว ควรจะสอดแทรกความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและด้านจริยธรรม ฝึกความมีระเบียบวินัยไปในตัว เป็นเหตุเป็นผลการสอนคณิตศาสตร์นั้น นอกจากจะรู้ปรัชญาในการสอนแล้ว ผู้สอนควรจะมีหลักการสอนด้วย เพื่อจะช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก เช่น การยกตัวอย่างอาจจะยกเป็นตัวเลขง่าย ๆ เสียก่อน แล้วก็ไปสู่สัญลักษณ์ เปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนรูปธรรมประกอบ สอนให้สัมพันธ์กับความคิด รวบรวมเรื่องที่มีเหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่ จะช่วยให้เข้าใจยิ่งขึ้น เปลี่ยนวิธีการสอนไม่ซ้ำซาก น่าเบื่อ ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้น สอนให้ผ่านประสาทสัมผัสและสนใจผู้เรียนทุก ๆ คน ควรจะคำนึงถึงประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อม ๆ กัน สอนให้ผู้เรียนมองเห็นถึงโครงสร้าง ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไปเพื่อไม่ทำให้ผู้เรียนท้อถอย ส่วนเนื้อหาเพิ่มเติมที่

ยากนั้นควรพิจารณาส่งเสริมเป็นรายบุคคล สอนให้นักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอด หรือ มโนคติ (Concept) ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้ ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน มีความกระตือรือร้น ตื่นตัวอยู่เสมอ ผู้สอนควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติม นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมประกอบการ จัดการเรียนรู้ในลักษณะให้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเป็นแนวการจัดการเรียนรู้ที่จะเปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้ร่วมกันคิดร่วมกันแก้ปัญหา ปรึกษาหารือ อภิปรายและแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลช่วย ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะ/ กระบวนการคิด และมีประสบการณ์มากขึ้นในการจัด กลุ่มให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหา อาจจัดเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 2 คน หรือกลุ่มย่อย 4-5 คน หรืออาจจัดเป็น กิจกรรมให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขั้นตอนของการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ (ยุพิน พิพิธกุล, 2536, หน้า 34-36)

จากแนวการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวดำเนินการจัดการเรียนการสอน ในกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยเก็บรวบรวมผลงานของนักเรียน ประกอบด้วย จำนวน ประเภท และคุณภาพของโครงการ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) เป็นผลที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ในการ จัดการศึกษา ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องมาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นดัชนีประการ หนึ่งที่สามารถบอกถึงคุณภาพการศึกษา ดังที่ อนาตาซี (Anastasi, 1970, p.107 อ้างถึงใน ปริยทิพย์ บุญคง, 2546, หน้า 7) กล่าวไว้พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับ องค์ประกอบด้านสติปัญญา และองค์ประกอบด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา ได้แก่ องค์ประกอบด้าน เศรษฐกิจ สังคม แรงจูงใจ และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาด้านอื่น หรือกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คือ คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือการสอบ จึงเป็น การตรวจสอบระดับความสามารถของบุคคลเหล่านั้นว่าเรียนแล้วมีความรู้เท่าใด สามารถวัดได้ด้วย แบบทดสอบต่าง ๆ

ดังนั้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ผลที่ผู้เรียนสะท้อนออกมาหลังจากได้รับ การเรียนการสอน ประสบการณ์หรือทักษะต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นตามลำดับขั้นตอน ว่าผู้เรียนนั้นม ีความรู้ในระดับใด สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพการศึกษา ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ เช่น แบบทดสอบวัดความรู้ด้านต่าง ๆ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น

นอกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นผลจากการวิจัยแล้ว แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก็มีความสำคัญเช่นกัน ซึ่งนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 78-82) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียน คือเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ตนได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้างและมีหลายแบบแต่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นแต่ละคน
2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด ลักษณะทั่วไป ถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก-ผิด คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น
3. ข้อสอบแบบเติมคำ ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ลักษณะทั่วไป ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง
5. ข้อสอบแบบจับคู่ ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวขึ้น) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่อยู่ข้อสอบกำหนดไว้
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ ลักษณะทั่วไป ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถามกับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก และตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดี นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, หน้า 96) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทำนองเดียวกันว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะ เป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถทางการเรียนด้านเนื้อหา ด้านวิชาการและทักษะต่าง ๆ ของวิชาต่าง ๆ

หลักเกณฑ์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถลำดับเป็นขั้นตอนดังนี้

1. เนื้อหาหรือทักษะที่ครอบคลุมในแบบทดสอบนั้น จะต้องเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ได้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้แบบทดสอบวัดนั้นถ้านำไปเปรียบเทียบกับกันจะต้องให้ทุกคนมีโอกาสเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นได้ครอบคลุมและเท่าเทียมกัน
3. วัดให้ตรงกับจุดประสงค์ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรจะวัดตามวัตถุประสงค์ทุกอย่างของการสอน และจะต้องมั่นใจว่าได้วัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้จริง
4. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความเจริญงอกงามของนักเรียน การเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าไปสู่วัตถุประสงค์ที่วางไว้ ดังนั้น ครูควรจะทราบมาก่อนเรียน นักเรียนมีความรู้ความสามารถอย่างไร เมื่อเรียนเสร็จแล้วมีความรู้แตกต่างจากเดิมหรือไม่ โดยการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน
5. การวัดผลเป็นการวัดผลทางอ้อม เป็นการยากที่จะใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบวัด พฤติกรรมตรง ๆ ของบุคคลได้ สิ่งที่วัดได้ คือ การตอบสนองต่อข้อสอบ ดังนั้น การเปลี่ยน วัตถุประสงค์ให้เป็นพฤติกรรมที่จะสอบ จะต้องทำอย่างรอบคอบและถูกต้อง
6. การวัดการเรียนรู้ เป็นการยากที่จะวัดทุกสิ่งทุกอย่างที่สอนได้ภายในเวลาจำกัด สิ่ง ที่วัดได้เป็นเพียงตัวแทนของพฤติกรรมทั้งหมดเท่านั้น ดังนั้นต้องมั่นใจว่าสิ่งที่วัดนั้นเป็นตัวแทน แท้จริงได้
7. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องช่วยพัฒนาการสอนของครู และเป็น เครื่องช่วยในการเรียนของเด็ก
8. ในการศึกษาที่สมบูรณ์นั้น สิ่งสำคัญไม่ได้อยู่ที่การทดสอบแต่เพียงอย่างเดียว การ ทบทวนการสอนของครูก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง
9. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรจะเน้นในการวัดความสามารถในการใช้ ความรู้ให้เป็นประโยชน์ หรือการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

10. ควรใช้คำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์ที่วัด

11. ให้ข้อสอบมีความเหมาะสมกับนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ความยากง่ายพอเหมาะ มีเวลาเพียงพอสำหรับนักเรียนในการทำข้อสอบ

จากที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ในการสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพ วิธีการสร้างแบบทดสอบที่เป็นคำถาม เพื่อวัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปแล้ว ต้องตั้งคำถามที่สามารถวัดพฤติกรรมการเรียนการสอนได้อย่างครอบคลุมและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 146) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น เป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน เป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร้อมในส่วนใดจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดเพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนมีคุณภาพดีจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้หลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบตลอดถึงวิธีการ และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย ทั้งแบบทดสอบของครูและแบบทดสอบมาตรฐานจะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน คือ เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

- 2.1 วัดด้านการนำไปใช้
- 2.2 วัดด้านการวิเคราะห์
- 2.3 วัดด้านการสังเคราะห์
- 2.4 วัดด้านการประเมินค่า

5. พฤติกรรมการเรียน

พฤติกรรมการเรียน เป็นตัวบ่งชี้หนึ่งถึงประสิทธิภาพของการเรียนการสอน โดยประกอบด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ปรากฏในชั้นเรียน ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของ “พฤติกรรม” ไว้ดังนี้ วุฒิเลิศ เทวกุล (2538, หน้า 8) กล่าวถึงพฤติกรรมว่า หมายถึง พฤติกรรมต่าง ๆ

ที่สิ่งมีชีวิตกระทำและบุคคลอื่น สามารถสังเกตได้หรือใช้เครื่องมือวัดได้ นอกจากนี้พฤติกรรม ไม่ได้มีความหมายเฉพาะแต่ที่แสดงออกทางด้านร่างกายนอกเพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงการกระทำ หรือกิจกรรมภายในความรู้สึกนึกคิดด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ เฉลียว บุญเนียร (2531, หน้า 12) ที่กล่าวว่า “พฤติกรรม” การกระทำหรือกิจกรรมทุกอย่างของมนุษย์และสัตว์ อาจเป็นการแสดงออก ซึ่งเป็นที่สังเกตได้หรือที่ถูกควบคุมไม่แสดงออกมาให้เห็นได้ และจากกมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2528, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของพฤติกรรมไว้ สรุปได้ว่า พฤติกรรม หมายถึง การกระทำทุกอย่างที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะรู้ตัวหรือไม่รู้ตัวและไม่ว่าบุคคลอื่นจะสังเกตการณ์กระทำที่เกิดขึ้นนั้นได้หรือไม่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ พฤติกรรมภายนอก หมายถึง การกระทำที่เกิดขึ้นแล้วบุคคลอื่นสังเกตเห็นได้ชัดเจน เช่น การเดิน วิ่ง พฤติกรรมลักษณะนี้สามารถวัดได้โดยตรงและง่าย สัมผัสได้โดยตรงด้วยอวัยวะสัมผัสทั้งห้า และพฤติกรรมภายใน หมายถึง การกระทำที่เกิดขึ้นแล้วบุคคลอื่นไม่สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนด้วยตนเอง ต้องอาศัยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการศึกษาบางอย่างมาวัดจึงสามารถทราบถึงการกระทำนั้นได้ว่าเกิดขึ้นแล้วหรือกำลังเกิดขึ้น เช่น การวัดการทำงานของสมองสำหรับความหมายพฤติกรรมในชั้นเรียน

ธีระ รุญเจริญ (2525, หน้า 146) กล่าวถึงพฤติกรรมในชั้นเรียน ทั้งที่เป็นครูและเป็นนักเรียนมี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พฤติกรรมที่ใช้วาจา หมายถึง พฤติกรรมที่ครูและนักเรียนแสดงออกเพื่อสื่อความหมายระหว่างกัน เช่น การใช้ภาษาพูด การถามตอบ และพฤติกรรมไม่ใช่ทางวาจา หมายถึง พฤติกรรมใด ๆ ที่ไม่ใช่พฤติกรรมทางวาจา เช่น การเขียน การอ่านในใจ การทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับ เฉลียว บุญเนียร (2531, หน้า 12) ได้ให้ความหมายของพฤติกรรมในการเรียนการสอนสรุปได้ว่า เป็นการกระทำหรือกิจกรรมที่ครูและนักเรียนแสดงออก เพื่อมุ่งพัฒนา นักเรียนในด้านความรู้เจตคติและทักษะตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดในวิชาต่าง ๆ ถ้านักเรียนแสดงออกก็เรียกพฤติกรรมนักเรียน ถ้าครูแสดงออกก็เรียกว่าพฤติกรรมการสอนของครู ทั้งพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครูมีส่วนเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด คือพฤติกรรมการเรียนจะดำเนินไปด้วยดีนั้นย่อมจะต้องอาศัยพฤติกรรมการสอนที่ดีของครูด้วยและพฤติกรรมการสอนที่ดีของครูย่อมผลักดันให้พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนดำเนินไปในทางที่ดีด้วย

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่า พฤติกรรม คือ การกระทำหรือกริยาอาการที่แสดงออกซึ่งธรรมชาติร่างกายและจิตใจของมนุษย์ที่สังเกตได้และสังเกตไม่ได้ ซึ่งก็คือ พฤติกรรมภายนอกและพฤติกรรมภายใน ได้แก่ ความรู้สึกนึกคิดต่าง ๆ ที่ไม่ปรากฏให้เห็นได้ พฤติกรรมของมนุษย์แสดงออกในรูปแบบต่าง ๆ ที่เป็นกระบวนการเพื่อการบรรลุเป้าหมายของตน พฤติกรรมที่เกิดขึ้นทั้งในและนอกห้องเรียน ถ้านักเรียนเป็นผู้แสดงออกเรียกว่าพฤติกรรมของนักเรียน

6. ความพึงพอใจต่อบทเรียน

ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกของบุคคลที่ได้รับการตอบสนองในสิ่งที่ตนคาดหวังได้ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้ สาโรช ไสยสมบัติ (2545, หน้า 15) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่จะช่วยให้ประสบผลสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นงานเกี่ยวกับการให้บริการ ดังนั้นผู้ให้บริการจึงต้องจัดให้บริการ และปฏิบัติงานดำเนินการ ให้ผู้ใช้บริการเกิดความพึงพอใจ

บุญมัน ธนาสุภรณ์ (2537, หน้า 157-158) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ผลของเจตคติต่าง ๆ ของบุคคลที่มีต่อองค์ประกอบของงาน และมีส่วนสัมพันธ์กับลักษณะงาน สภาพแวดล้อมในการทำงานซึ่งความพึงพอใจนั้น ได้แก่ การรู้ว่ามีความสำเร็จรู้สึกที่ได้รับการยกย่องและรู้สึกว่ามีโอกาสก้าวหน้าในการปฏิบัติงาน ความพึงพอใจในการทำงานเป็นความรู้สึกนิยมชมชอบหรือปฏิกิริยาที่แสดงออกในทางความพอใจของผู้ทำงานที่มีต่องาน หรือกิจกรรมที่เขาทำตามความคิดในลักษณะนี้ ความพึงพอใจเป็นเจตคตินั้นเอง แต่เป็นเจตคติของงาน โดยเฉพาะ

มนตรี เนียบแหลม (2536, หน้า 7) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกมีความสุขเมื่อเราได้รับผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย (Goals) ความต้องการ (Want) หรือแรงจูงใจ (Motivation)

เฉลิมชัย เทียมกลิ่นทอง (2545, หน้า 45) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า เป็นอารมณ์ความรู้สึกที่มีความสุขร่าเริงอย่างมาก เป็นความสำเร็จความสุขสดชื่นที่เกิดขึ้น เมื่อบุคคลได้รับการตอบสนองตามที่ต้องการ ไม่ว่าจะเป็นการทางด้านร่างกายและจิตใจ

กู๊ด (Good, 1973, p. 161) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพหรือระดับความพึงพอใจที่เป็นผลมาจากความสนใจและเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน

สลใจ วิบูลกิจ (2542, หน้า 42) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพของอารมณ์ของบุคคลที่มีต่อองค์ประกอบของงานและสภาพแวดล้อมในการทำงาน ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของบุคคลนั้น ๆ จากความหมายของความพึงพอใจ ที่มีผู้ให้ความหมายไว้ข้างต้น พอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้น ความพึงพอใจในการเรียนรู้จึงหมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจ ในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเต็มใจ ตอบสนองต่อความต้องการ ไม่ว่าจะเป็นอย่างร่างกาย จิตใจ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความสุข เพลิดเพลินในการเรียนและต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

ดังนั้น ความพึงพอใจต่อบทเรียน จึงหมายถึง ความรู้สึกนึกคิดในเชิงบวก สภาพอารมณ์ในแง่บวกต่าง ๆ ที่สามารถแปลอารมณ์ออกมาได้ว่า พอใจมากน้อยเพียงใด โดยแบ่งออกเป็นระดับต่าง ๆ ตามที่ผู้เรียนเกิดความรู้สึกต่อบทเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

7. ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index)

เผชิญ กิจระการ (2544, หน้า 30-36) ได้กล่าวถึง ดัชนีประสิทธิผลว่า ดัชนีประสิทธิผล คือค่าความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียน หรือเป็นการทดสอบความแตกต่างเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดัชนีประสิทธิผลคำนวณได้จากการหาค่าความแตกต่างของการทดสอบก่อนการทดลองและการทดสอบหลังการทดลองด้วยคะแนนพื้นฐาน (คะแนนทดสอบก่อนเรียน) และคะแนนที่สามารถทำได้สูงสุด ดัชนีประสิทธิผลจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงขอบเขตและประสิทธิภาพสูงสุดของสื่อหรือการสอน

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียนจำนวนผู้เรียน}}{(\quad \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

หรือ

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ $E.I.$ = ดัชนีประสิทธิผล

P_1 = คะแนนทดสอบก่อนเรียน

P_2 = คะแนนทดสอบหลังเรียน

Total = ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

จำนวนเศษของ $E.I.$ จะเป็นเศษที่ได้จากการวัดระหว่างการทดสอบก่อนเรียน (P_1) และการทดสอบหลังเรียน (P_2) ซึ่งคะแนนทั้ง 2 ชนิด (ประเภท) นี้จะแสดงถึงร้อยละของคะแนนรวมสูงสุดที่ทำได้ (100%) ตัวหารของดัชนี คือ ความแตกต่างระหว่างคะแนนสูงสุดที่นักเรียนสามารถทำได้

ดัชนีประสิทธิผลสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินผลการสอน โดยเริ่มจากทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นตัววัดว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานอยู่ในระดับใด รวมถึงการวัดทางด้านความเชื่อ เจตคติและความตั้งใจของผู้เรียน นำนักเรียนเข้าการทดลอง เสร็จแล้วทำการทดสอบหลังเรียนแล้ว นำคะแนนที่ได้มาหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยนำคะแนนก่อนเรียนไปลบออกจากคะแนนหลังเรียน ได้เท่าใดนำมาหารด้วยค่าที่ได้จากค่าทดสอบก่อนเรียนสูงสุดที่ผู้เรียนจะสามารถทำได้ ลบด้วยคะแนนทดสอบก่อนเรียนโดยทำให้อยู่ในรูปร้อยละ

ค่าดัชนีประสิทธิผลจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 หากค่าทดสอบก่อนเรียนเป็น 0 และการทดสอบหลังเรียนปรากฏว่านักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ ได้คะแนน 0 เท่าเดิม แต่ถ้าคะแนนทดสอบก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 0 และคะแนนทดสอบหลังเรียนนักเรียนทำได้สูงสุด คือ เต็ม 100 ค่า $E.I.$ จะมีค่า เท่ากับ 1.00 และในทางตรงกันข้าม ถ้าคะแนนทดสอบหลังเรียนน้อยกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน ค่าที่ได้ออกมาจะมีค่าดัชนีเป็นลบ เช่น $P_1 = 73\%$, $P_2 = 45\%$ ค่า $E.I. = -0.38$

ในสภาพของการเรียนเพื่อรอบรู้ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องเรียนให้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดัชนีประสิทธิผลสามารถนำมาคิดแปลงเพื่ออ้างอิงเกณฑ์ ด้วยค่าของเกณฑ์สูงสุดที่สามารถเป็นไปได้ ซึ่งในกรณีค่าดัชนีประสิทธิผลอาจจะมีค่าได้ถึง 1.00

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

นางพวงพิศ นาไชโย (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพ $79.35/76.48$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 0.6593 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนอยู่ในระดับมาก

นางพันทิพา บุญสุวรรค์ (2550, บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเศษส่วน และทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ $80.94/83.04$ และ $75.24/75.39$ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เท่ากับ 0.7186 และ 0.5958 นักเรียนที่รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความพึงพอใจต่อการเรียนอยู่ในระดับมาก ถึงมากที่สุด และนักเรียนที่รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีความพึงพอใจต่อการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ถึงมาก และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถ

การคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยุพเยาว์ เมษะกุล (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพ 82.94/ 83.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 ที่ตั้งไว้ มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.64 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้นร้อยละ 64 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ชาคริต เดชโยธิน (2549, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน มีประสิทธิภาพ 81.47/ 80.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 ที่ตั้งไว้ และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.67 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นหลังเรียน ร้อยละ 67 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับพอใจมาก

กมล เพ็ญฟู (2534, บทคัดย่อ) ได้วิจัยเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดฝึกกิจกรรมทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์

สุนทร วัฒนพันธุ์ (2535, บทคัดย่อ) ได้วิจัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง กับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 2) ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง กัณฑ์ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรัชย์ พักนวม (2541, บทคัดย่อ) ได้วิจัยการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผลสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบมีการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และแบบไม่มีการทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า 1) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบมีการทำโครงการสูงกว่านักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบไม่มีการทำโครงการ วิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นผลสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบมีการทำโครงการสูงกว่านักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบไม่มีการทำโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรมวิชาการ โดยกองวิจัยทางการศึกษา (2544, หน้า 20-53 อ้างถึงใน มานัสทิพย์สัมฤทธิ์กุล, 2544, หน้า 21-22) ได้สรุปรายงานผลการประเมินการประกวดโครงการนักเรียนนักศึกษางานมหกรรมการศึกษาปี 2543 สรุปได้ว่า

นักเรียนผู้จัดทำโครงการมีความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงการที่ส่งเข้าประกวดเรียงตามลำดับความสำคัญดังนี้

- การจัดทำโครงการทำให้มีความรู้ในวิชาที่ใช้ทำโครงการมากขึ้น
- ผลที่ได้จากการทำโครงการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
- โครงการเริ่มต้นมาจากความคิดของนักเรียนนักศึกษาเอง
- ผู้ปกครองและประชาชนในชุมชนจะให้การสนับสนุนให้ทำโครงการนี้
- โครงการที่ทำ มีส่วนทำให้มีแนวคิดที่จะทำโครงการในวิชาอื่น ๆ อีก
- โครงการที่ทำขึ้นใช้วัสดุในท้องถิ่น
- ผู้เรียนในระดับเดียวกันสามารถคิดและลงมือจัดทำโครงการได้ด้วยตนเอง
- นักเรียนทำโครงการด้วยความเต็มใจ
- โครงการที่สามารถช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนได้
- โครงการนี้สำเร็จได้เพราะอาจารย์ที่ปรึกษาควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด
- เมื่อประสบปัญหาหรืออุปสรรค นักเรียนจะปรึกษาเพื่อน ๆ เพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเอง
- นักเรียนได้รับความรู้และแนวคิดในการจัดทำโครงการจากผู้ใหญ่ในชุมชน
- ผู้เรียนในชั้นเรียนเดียวกันต้องจัดทำโครงการในวิชานี้
- นักเรียนได้นำแนวคิดจากการทำโครงการอื่น ๆ มาใช้ในการจัดทำโครงการนี้

- นักเรียนประสบปัญหาและอุปสรรคในการประกวดโครงงานครั้งนี้
- อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้คิดและกำหนดแนวทางให้ทำโครงงาน
- การจัดทำโครงงานต้องเสียค่าใช้จ่าย
- อาจารย์ที่ปรึกษาจัดทำโครงงานเองทั้งหมดโดยมีนักเรียนและเพื่อน ๆ คอยช่วยเหลือ

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานมีความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงงานที่ส่งเข้าประกวดเรียงตามลำดับความสำคัญ ดังนี้

- การจัดทำโครงงานช่วยให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการทำโครงงานอื่นเพิ่มเติม
- โครงงานที่ทำเป็นตัวอย่างที่ดีในการจัดทำโครงงานในสาขาอื่น ๆ
- นักเรียนสามารถคิดและดำเนินโครงงานได้ด้วยตนเอง
- เป็นโครงงานที่ตรงกับเนื้อหาวิชาที่สอนอยู่
- การจัดทำโครงงานนี้ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น
- ผู้บริหาร ผู้เกี่ยวข้องและอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานมีความพึงพอใจในโครงงาน
- โครงงานที่ทำ สอดคล้องกับความต้องการของชุมชน/ท้องถิ่น
- โครงงานที่มีประโยชน์กับการดำรงชีวิตของนักเรียนและประชาชนในชุมชน
- เป็นโครงงานที่เกิดจากแนวคิดของนักเรียนทั้งหมด
- โครงงานได้รับการสนับสนุนจากโรงเรียน ชุมชน และผู้ปกครอง
- การจัดทำโครงงานมีแนวคิดริเริ่มมาจากหลักสูตร
- นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาโครงงาน
- โครงงานที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหาในอนาคต
- โครงงานได้รับการควบคุมดูแลเพื่อชื่อเสียงของโรงเรียน
- เป็นโครงงานที่ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หาง่ายในท้องถิ่นเท่านั้น
- เป็นโครงงานที่เกิดขึ้นจากปัญหาการเรียนการสอน
- เป็นโครงงานที่มีรากฐานมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น
- เป็นโครงงานที่เกิดขึ้นจากนโยบายของผู้บริหารโรงเรียน
- เป็นโครงงานที่ใช้วัสดุ-อุปกรณ์เพิ่มเติมอย่างมาก
- เป็นโครงงานที่ใช้งบประมาณในการดำเนินงานสูงมาก

บุษบา ช่วยแสง (2544, บทคัดย่อ) ได้ทำ การวิจัยเรื่อง“การพัฒนากิจกรรมเพื่อส่งเสริม การทำโครงการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านนาพุ จังหวัด อุรธานี” กลุ่มทดลอง คือนักเรียนที่ทำโครงการคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น กลุ่ม ควบคุมคือนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์โดยไม่ได้ทำโครงการคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) กิจกรรมส่งเสริมการทำ โครงการคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80.71/ 91.67 2) โครงการ คณิตศาสตร์มีคุณภาพเฉลี่ยร้อยละ 80.81 3) ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุมแต่ละระดับชั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่แตกต่างกัน 5) จำนวน โครงการแต่ละประเภทและคุณภาพของโครงการ คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนในระดับชั้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกัน คือ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 จะทำโครงการคณิตศาสตร์ประเภทที่นำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้มากและมีคุณภาพมากกว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 2

มานัส ทิพย์สัมฤทธิ์กุล (2544, บทคัดย่อ) ได้ทำ การวิจัยเรื่อง“การพัฒนากิจกรรมเพื่อ ส่งเสริมการทำโครงการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี” กลุ่มทดลองคือ กลุ่มนักเรียนที่ทำโครงการคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมที่ พัฒนาขึ้นกลุ่มควบคุมคือนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์โดยไม่ได้ทำโครงการคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย สรุปได้ว่า 1) โครงการคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจัดทำ มีคุณภาพระดับดี 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมี เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ 1 ของนักเรียนกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม 4) การคิดแก้ปัญหาของกลุ่ม ทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

ยัง (young, 1970, p. 53) ได้ทำการศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนสำหรับพัฒนาความคิด แบบสืบเสาะหาความรู้ สอนให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวัง และเร่ง ใ้ให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่าง ชัดแจ้ง โดยการเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่ได้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกัน เชื่อมโยงกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็น กลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่มเป็นกลุ่มทดลอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยสอบก่อน

และหลัง ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้น ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

โอลาลินอย (Olalinyo, 1978, pp. 4348-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทางและกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis, 1979, pp. 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guided Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository – Text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลอง พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ซิลเดรส (Childress, 1979, หน้า 3280) ได้ศึกษาผลของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับพุทธิปัญญาของเด็กวัยรุ่น ทำการศึกษาโดยแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กำหนดให้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์จากหัวข้อที่กำหนดให้ กลุ่มที่ 3 ไม่ต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาสติปัญญาตามทฤษฎีของเปียเจต์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มหลังจากผ่านการทดลอง 9 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน

โบลท์ และ ฮอบบส์ (Bolt & Hobbs, 1993 อ้างถึงใน สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2542, หน้า 3) ได้ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับโครงการคณิตศาสตร์และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับโครงการคณิตศาสตร์ดังนี้

1) การเรียนรู้โครงการต่าง ๆ ควรเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา และจัดทำ โครงการในปีแรกของระดับมัธยมศึกษา

2) เริ่มแรกของการสอนควรให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ ปล่อยให้ให้นักเรียนตั้งข้อสงสัย ตั้งสมมติฐาน ทดสอบรวบรวมข้อมูล หาข้อสรุปและเผยแพร่ข้อค้นพบด้วยตนเอง

3) ควรมีการประเมินผลงานเป็นกลุ่มและประเมินเป็นรายบุคคล การเรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่ม เป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่ง นักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าเรียนรู้จากครู เป็นการเพิ่มความแข็งแกร่งในการแก้ปัญหา

4) การนำเสนอผลงาน อาจเป็นงานเขียน รายงานปากเปล่า สร้างแบบจำลองหรือจัดเป็นนิทรรศการ

โบลท์และฮอบบส์ ได้เสนอแนวทางในการจัดทำ โครงการคณิตศาสตร์ดังนี้

- 1) การพิจารณางาน การเลือกหัวเรื่อง ควรพิจารณาความรู้ที่เกี่ยวข้อง พิจารณาชนิดของคำถาม พิจารณาข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ข้อมูลที่จะต้องรวบรวม และพิจารณาแหล่งข้อมูล
- 2) การเลือกแนวทางการทำงาน เมื่อได้เรื่องที่สนใจแล้ว นักเรียนควรจำกัดเรื่องให้แคบลง กำหนดขอบเขตปัญหาให้เหลือเพียงพอที่จะทำสำเร็จ และเลือกแนวทางการทำงาน
- 3) การวางแผนและลงมือปฏิบัติ เมื่อได้เรื่องและแนวทางการทำงานแล้ว ควรวางแผนกำหนดขั้นตอนการดำเนินงาน โดยทำเป็นแผนผังแสดงลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ว่าจะต้องทำอะไร ใครเป็นผู้ทำ แต่ละขั้นตอนให้พิจารณาว่า ต้องการข้อมูลข่าวสารอะไร จะได้ข้อมูลจากไหน จะได้ด้วยวิธีใด จะมีการวัดผลอย่างไร จะบันทึกข้อมูลอย่างไร เก็บข้อมูลเมื่อใด ต้องเตรียมเครื่องมืออะไร ใครบ้างพอจะช่วยให้ จากนั้นปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้
- 4) การบันทึกและกระบวนการทำงาน เมื่อรวบรวมข้อมูลได้ควรจะบันทึกข้อมูลไว้ในรูปแบบที่เหมาะสม เช่น อาจจะบันทึกในรูปแบบแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้น