

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับงานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 2. การจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 2.1 การจัดการเรียนรู้
 - 2.2 โครงสร้างรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 2.3 หลักการสอนคณิตศาสตร์
 3. แผนการจัดการเรียนรู้
 - 3.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 3.2 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 3.3 ขั้นตอนการจัดการทำแผนการจัดการเรียนรู้
 - 3.4 ประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้
 - 3.5 การกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพ
 - 3.6 การยอมรับประสิทธิภาพ
 4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E)
 - 4.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้
 - 4.2 ความเป็นมาของรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E)
 - 4.3 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E)
 5. บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

(7E)

6. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.2 ความตรงของแบบทดสอบ
7. เจตคติ
 - 7.1 ความหมายของเจตคติ
 - 7.2 ความหมายของเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 7.3 องค์ประกอบของเจตคติ
 - 7.4 ลักษณะของเจตคติ
 - 7.5 การสร้างเจตคติในการจัดการเรียนรู้
 - 7.6 การพัฒนาเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 7.7 การวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
 - 7.8 ประโยชน์ของการวัดเจตคติที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, หน้า 17) ได้กำหนด วิสัยทัศน์ สาระและมาตรฐาน การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความ สมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐาน ความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ

สมรรถนะสำคัญของนักเรียนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้มุ่งเน้น ให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ กล่าวคือ ความสามารถในการสื่อสาร ซึ่งเป็น ความสามารถในการรับและส่งสารมีวัฒนธรรมสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ ความสามารถ

ในการสื่อสารเป็นความสามารถในการรับและส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษา ในการถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึกและทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยน ข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้ง การเจรจาต่อรอง เพื่อการขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่ได้รับ ข้อมูลข่าวสารด้วยหลักการ เหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเอง และสังคม ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดแบบมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจ เกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถ ในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานหลัก เหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ การเข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลง ของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและ แก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สิ่งแวดล้อมและสังคม ให้มีความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตเป็นความสามารถในการนำ กระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดี ระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทัน กับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรม ไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่นความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการ ทางเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียนสามารถ อยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ

คุณภาพของนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี ได้กำหนดคุณภาพนักเรียน ต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อสาระคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับสูงขึ้นไป การที่นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระด้านการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ดังนี้มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับ อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สอง รากที่สาม ของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตประจำวันจริงได้ การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ พื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอกและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและ ทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและเส้นตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวยและทรงกลมได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหาได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) การหมุน (Rotation) ในการนำไปใช้ได้ สามารถนิยามอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติ สามมิติ สามารถวิเคราะห์หรืออธิบายของรูปแบบสถานการณ์หรือปัญหาสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและกราฟในการแก้ปัญหาได้ สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อความเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิ รูปวงกลม หรือรูปอื่นที่เหมาะสมได้ เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐานและฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้ แจกแจงความถี่และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูล

ข่าวสารทางสถิติ เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มเหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็น ในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ สรุปผลได้อย่างเหมาะสมใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ ในการนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ได้มีการปรับปรุง ใน พ.ศ. 2560 โดยให้มโนทัศน์ความรู้ที่เป็นสากลเทียบเท่านานาชาติ ปรับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดให้มีความชัดเจน ลดความซ้ำซ้อน สอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้ และระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ตลอดจนเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าด้วยกันจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละระดับชั้นตามพัฒนาการแต่ละช่วงวัยให้มีความเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการเรียนรู้ โดยให้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด

สาระสำคัญของการปรับปรุงหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. จัดกลุ่มความรู้ใหม่และนำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัดที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และมีทักษะในศตวรรษที่ 21
2. กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดสำหรับผู้เรียนทุกคน ที่เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาต่อระดับที่สูงขึ้น
3. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กำหนดตัวชี้วัดเป็นขั้นปี เพื่อเป็นแนวทางให้สถานศึกษาจัดตามลำดับการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามสถานศึกษาสามารถพิจารณาปรับเปลี่ยนให้ระหว่างชั้นปีได้ตามความเหมาะสม

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 4) ประกอบด้วย 3 สาระการเรียนรู้ และจำนวน 7 มาตรฐาน ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน และระบบ จำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเน ขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของ รูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 8) ได้แบ่งเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิตและ สถิติและความน่าจะเป็น มีรายละเอียดดังนี้

จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติ เกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

การจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ (2552, หน้า 17) ได้ให้แนวคิดในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลรวมทั้งวุฒิภาวะของนักเรียน
2. จัดเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ ต้องคำนึงถึงความยากง่าย ความต่อเนื่อง และลำดับขั้นของเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์จริงรวมทั้งปลูกฝังนิสัยให้รักในการศึกษาและแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่สมดุลทั้งสามด้าน คือ

3.1 ด้านความรู้ ประกอบด้วย สาระการเรียนรู้ 5 สาระ ดังนี้

3.1.1 จำนวนและการดำเนินการ

3.1.2 การวัด

3.1.3 เรขาคณิต

3.1.4 พีชคณิต

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ/กระบวนการที่สำคัญ ดังนี้

3.2.1 การแก้ปัญหา

3.2.2 การให้เหตุผล

3.2.3 การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ

3.2.4 การเชื่อมโยง

3.2.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ได้แก่

3.3.1 ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

3.3.2 สามารถทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบวินัยรอบคอบ

มีความรับผิดชอบวิจารณ์ญาณและมีความเชื่อมั่นในตนเอง

4. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศแวดล้อม

สื่อการเรียนการสอนอำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนและมีความรู้ทางคณิตศาสตร์พื้นฐานที่สำคัญและจำเป็น รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถดำเนินการวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5. การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้เกิดทุกเวลาทุกสถานที่ ควรมีการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานและบุคคลทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์

6. สำหรับนักเรียนที่มีความสนใจ มีความถนัดหรือมีความสามารถทางคณิตศาสตร์และต้องการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น สถานศึกษาต้องจัดหน่วยการเรียนรู้โปรแกรมการเรียนรู้หรือรายวิชาที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นให้กับนักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต้องคำนึงถึงความสนใจและความถนัดของผู้เรียน ความแตกต่างระหว่างบุคคลรวมทั้งวุฒิภาวะของผู้เรียน จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนจากประสบการณ์จริง ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สามด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านกระบวนการ และด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้เต็มตามศักยภาพ

2. โครงสร้างรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โครงสร้างรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายวิชาคณิตศาสตร์
พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 1 โครงสร้างรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
รหัสวิชา ค 21101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระแกนกลาง	จำนวน เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	จำนวนเต็ม	ค 1.1 ม.1/1	- จำนวนเต็ม - สมบัติของจำนวนเต็ม	10	10
2	การสร้าง ทางเรขาคณิต	ค 2.2 ม.1/1	- การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต - การสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติ โดยใช้การสร้างพื้นฐาน ทางเรขาคณิต - การนำความรู้เกี่ยวกับ การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ไปใช้ในชีวิตจริง	10	10
3	เลขยกกำลัง	ค 1.1 ม.1/2	- เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลัง เป็นจำนวนเต็มบวก - การนำความรู้เกี่ยวกับจำนวน เต็มจำนวนตรรกยะ และเลข ยกกำลังไปใช้ในการแก้ปัญหา	12	10
4	ทศนิยมและ เศษส่วน	ค 1.1 ม.1/1 ค 1.1 ม.1/2	- ทศนิยมและการเปรียบเทียบ ทศนิยม - การบวกและการลบทศนิยม - การคูณและการหารทศนิยม - เศษส่วนและการเปรียบเทียบ เศษส่วน - การบวกและการลบเศษส่วน - การคูณและการหารเศษส่วน - ความสัมพันธ์ระหว่างทศนิยม และเศษส่วน	18	10

ตาราง 1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระแกนกลาง	จำนวน เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
5	รูปเรขาคณิต สองมิติและสามมิติ	ค 2.2 ม.1/1 ค 2.2 ม.1/2	- การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต - การสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติ โดยใช้การสร้างพื้นฐาน ทางเรขาคณิต - การนำความรู้เกี่ยวกับ การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ไปใช้ในชีวิตจริง - หน้าตัดของรูปเรขาคณิต สามมิติ - ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้างด้านบนของรูปเรขาคณิต สามมิติที่ประกอบขึ้นจาก ลูกบาศก์	10	10
รวม				60	50

3. หลักการสอนคณิตศาสตร์

การสอนคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้นั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของครูผู้สอนที่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนได้ ดังเห็นได้จากที่นักการศึกษาหรือผู้รู้หลายท่านได้เสนอแนะหลักการสอนหรือขั้นตอนรูปแบบการสอนของคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549, หน้า 26) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งเขียนเป็นลำดับขั้นตอนได้ ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นสำรวจความพร้อมของนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมให้สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่กำลังจะเรียน
2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นที่สามารถคัดเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะเรียน เช่น การใช้ของจริงการใช้ภาพจริงหรือใช้สัญลักษณ์เข้ามาช่วยสอน นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจก็

สามารถกลับไปเริ่มต้นการสอนใหม่ได้ แต่ถ้านักเรียนเกิดความเข้าใจก็สามารถดำเนินการสอนขั้นต่อไปได้

3. **ขั้นสรุป** เป็นวิธีสังเกตในการเรียนคณิตศาสตร์ มีวิธีคิดได้หลายวิธี และมีวิธีสังเกตในการคิดอยู่ด้วย ดังนั้น ครูผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนเป็นผู้สรุปวิธีคิด เพื่อนำไปสู่วิธีคิดลัดด้วยตัวเอง

4. **ขั้นฝึกทักษะ** เมื่อนักเรียนเกิดความเข้าใจแล้วและได้มีโอกาสฝึกทักษะ แบบฝึกหัด หรือบัตรงานที่ครูผู้สอนเตรียมไว้ให้

5. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน** นักเรียนได้มีโอกาสคิดโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันหรือนำประสบการณ์ที่นักเรียนมีอยู่มาสร้างเป็นโจทย์แบบฝึกหัด

6. **ขั้นประเมินผล** เป็นขั้นที่นำโจทย์เรื่องที่เรียนมาทดสอบนักเรียน ถ้านักเรียนทำไม่ได้ต้องกลับไปซ่อมเสริมใหม่อีก ถ้าทำได้ก็สามารถเรียนเนื้อหาต่อไปได้

ยุพิน พิพิธกุล (2545, หน้า 1) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่า การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางนักเรียนจะต้องรู้จักกระบวนการกลุ่ม กระบวนการทำงาน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้ โดยสัมพันธ์ศาสตร์อื่น ๆ และสามารถใช้ในชีวิตจริง รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า หลักการสอนคณิตศาสตร์มีหลายรูปแบบแต่โดยภาพรวมแล้วจะคำนึงถึงนักเรียนเป็นสำคัญ คือ มีการเน้นจากรูปธรรมไปหานามธรรมจนเกิดความเข้าใจถ้านักเรียนไม่เข้าใจจะมีการทบทวนซ้ำจนเกิดความเข้าใจก่อน จึงจะเรียนเนื้อหาต่อไปและนักเรียนจะเป็นผู้ที่ได้คิดสรุปเป็นกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง มีการฝึกทักษะจนเกิดการชำนาญ ดังนั้น ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ควรเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาวิชาและพื้นฐานของนักเรียน เพื่อมุ่งให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะที่ดีต่อวิชานี้ สามารถนำสิ่งที่ได้เรียนไปใช้ในสถานการณ์จริงได้ด้วย

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การสอนคณิตศาสตร์เป็นการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการทางด้านสติปัญญา ให้เกิดความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก โดยผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง แล้วนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่

แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสำคัญหลายประการ เพื่อเป็นแนวทางให้กับ ผู้สอน สอนด้วยความมั่นใจ ในการจัดการเรียนรู้นั้นจำเป็นต้องศึกษา วิเคราะห์ วางแผน และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้ในการจัดชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ ที่หลากหลาย เกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างผู้เรียน เป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้สอนจัดกิจกรรมได้อย่าง เป็นระบบ และสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน สร้างแนวทางการสอนที่เป็นขั้นตอน และตอบสนองตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรสถานศึกษา

1. ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

การวางแผนที่ดีเป็นการใช้ความคิดเป็นการปฏิบัติงานด้วยการวางแผน งานอันรอบคอบ ซึ่งในที่สุดจะส่งผลสำเร็จการเรียนรู้เป็นการเตรียมการสอนไว้ล่วงหน้า เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับครูผู้สอน เพราะจะทำให้ทราบว่าสอนอะไร จะสอนอย่างไร สื่ออุปกรณ์การสอนมีอะไรบ้าง จะทราบผลการสอนโดยวิธีใดแผนการจัดการเรียนรู้จะทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ตามเจตนารมณ์ของหลักสูตร

นิคม ชมพู่หลง (2545, หน้า 55) ได้ให้ความหมาย แผนการจัดการ เรียนรู้ หมายถึง การเตรียมการสอนที่เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าเพื่อจัดการการเรียนรู้ ไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับ สถาบันพัฒนาความก้าวหน้า (2543, หน้า 69) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ว่าเป็นแผนงานหรือโครงการที่ครูผู้สอนได้เตรียมการจัดการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าเป็นลายลักษณ์ อักษรเพื่อใช้ปฏิบัติการเรียนรู้ในรายวิชาใดวิชาหนึ่งอย่างเป็นระบบระเบียบโดยใช้เป็น เครื่องมือสำหรับจัดการเรียนรู้เพื่อนำนักเรียนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดมุ่งหมาย ของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการ (2545, หน้า 73) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการ เรียนรู้ คือ ผลของการเตรียมมือสำหรับจัดการเรียนรู้เพื่อนำนักเรียนไปสู่จุดประสงค์ การเรียนรู้อย่างเป็นระบบโดยนำสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด มาสร้างหน่วยการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชาและกระบวนการเรียนรู้โดยเขียนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตาม ศักยภาพของนักเรียน

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, หน้า 205) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

ลำลี รักสุทธิ (2553, หน้า 16) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า คือ แผนการหรือโครงสร้างที่จัดเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อการปฏิบัติการสอนในรายวิชาหนึ่งเป็นการเตรียมการสอนอย่างเป็นระบบ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 305) ให้ความหมายของแผนการสอนว่า หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรืออีกความหมายหนึ่ง หมายถึง แผนที่สอนจัดทำขึ้นจากคู่มือครูหรือแนวการสอนของกรมวิชาการ ทำให้ผู้สอนทราบว่าจะสอนเนื้อหาใด เพื่อจุดประสงค์ใด สอนอย่างไร ใช้สื่ออะไร และวัดผลประเมินผลโดยวิธีใด

วันชัย แยมจันทร์ฉาย (2554, หน้า 26) กล่าวสรุปไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนล่วงหน้าเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยทำเป็นเอกสาร เนื้อหา ความรู้ สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมและการประเมินผล

นงนุช พระวงศ์ (2554, หน้า 24) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนที่เป็นลายลักษณ์อักษรไว้ล่วงหน้าละเอียดเป็นระบบ เพื่อเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีจุดประสงค์เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน และวิธีวัดประเมินผลอย่างชัดเจน เพื่อให้นักเรียนบรรลุผลสู่จุดมุ่งหมายที่หลักสูตรที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศรีประภา แจ็งไธสง (2555, หน้า 32) ได้สรุปว่าแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหา มาตรฐานรายวิชา และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชา รายปีหรือภาคเรียน และหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดเป็นแผนการจัดการเรียนรู้

สรุปแผนการจัดการเรียนรู้ คือ การวางแผนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย เนื้อหาสาระ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอนนวัตกรรมและวิธีการวัดผลและประเมินผลที่ผู้เตรียมไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัด เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และทักษะต่อไป

2. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่มีรูปแบบตายตัว ขึ้นอยู่กับหน่วยงานหรือสถานศึกษาแต่ละแห่งจะกำหนด อย่างไรก็ตามลักษณะส่วนใหญ่ของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จะคล้ายคลึงกัน ซึ่งองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

ชัยฤทธิ์ คีลาเดช (2545, หน้า 81-86) ได้เสนอแนวคิดที่ว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีส่วนประกอบเนื้อหาสาระ ดังนี้

1. สาระสำคัญ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. เนื้อหา
4. กิจกรรมการเรียนรู้
5. สื่อการจัดการเรียนรู้
6. การวัดผลประเมินผล
7. กิจกรรมเสนอแนะ

เดช สาระจันทร์ (2546, หน้า 5) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ควรประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. หัวแผนการจัดการเรียนรู้
 - 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้
 - 1.2 ชื่อกลุ่มสาระการเรียนรู้
 - 1.3 ช่วงชั้น/ชั้น
 - 1.4 ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้
2. ผลการเรียนรู้
3. สาระการเรียนรู้
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ (ขั้นนำ, ขั้นสอน, ขั้นสรุป, ขั้นฝึก

ทักษะ)

5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้
6. กระบวนการวัดและประเมินผล (วิธีการ, เครื่องมือ, เกณฑ์)
7. บันทึกลับหลังการจัดการเรียนรู้
8. ความเห็นของผู้บริหารก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
9. ภาคผนวก (สื่อ, เครื่องมือ, แบบบันทึกการวัดผลและประเมินผล)

สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ว่าควรมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์ การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลและบันทึกผล หลังการจัดการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาปรับการใช้จัดทำแผนการเรียนรู้

3. ขั้นตอนการจัดการทำแผนการจัดการเรียนรู้

การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จะมีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน โดยได้มีผู้ให้รายละเอียดในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรถวิทย์พัฒนศึกษา (2557, หน้า 2) ได้สรุป ขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรจากคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์และ มาตรฐานรายวิชาเพื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อการเรียนรู้และกำหนดเวลาในการสอน ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้
2. จัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรจากหน่วยการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ระดับการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย
3. จัดตารางวิเคราะห์มาตรฐานสมรรถนะรายวิชาเพื่อวิเคราะห์ เนื้อหาแล้วจัดเป็นเนื้อหาแล้วจัดเป็นแผนสมรรถนะหลักและสมรรถนะย่อย K S A (K = Knowledge) (S = Skill) (A = Attitude)
4. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ (กิจกรรมการเรียนรู้) โดยเทคนิค วิธีการสอนที่หลากหลายโดยเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นหลัก
5. ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้
6. บันทึกลับหลังการสอนเพื่อประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ หลังผ่านกระบวนการเรียนการสอนที่กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้

7. การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนจะประเมินทุกครั้ง
ที่ดำเนินการสอนเสร็จแล้วบันทึกไว้ส่วนบันทึกหลังสอนในทุกสัปดาห์และนำไปปรับปรุง
ในการเรียนการสอนสัปดาห์ต่อไปหรือในการสอนภาคเรียนต่อไป

จากขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า
มีขั้นตอนในการทำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรจากคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์และ
มาตรฐานการเรียนรู้
2. เลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ นำหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
แล้วมาพิจารณาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้
3. ตั้งชื่อแผนตามสาระการเรียนรู้
4. กำหนดเวลา ระบุชั้น
5. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
รายปีที่เลือกไว้เขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผน
6. เลือกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วิเคราะห์ไว้แล้วเฉพาะข้อ
ที่สัมพันธ์กับหัวข้อสาระการเรียนรู้กำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผน
7. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้รายปีเป็นรายละเอียดสำหรับนำไป
จัดกิจกรรมการเรียนรู้
8. เลือกกิจกรรมและเทคนิคการสอนที่เหมาะสม
9. เลือกสื่ออุปกรณ์สำหรับใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ให้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ที่เลือกมา เช่น รูปภาพ บัตรคำ
10. จัดทำลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนึงถึง
ขั้นตอนการสอนตามธรรมชาติวิชา ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ควรคำนึงถึงการบูรณาการ
เทคนิคและกระบวนการเรียนรู้ รวมทั้งสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เข้าไว้ในแต่ละขั้นตอนด้วย
11. กำหนดการวัดและประเมินผลโดยระบุวิธีการประเมินผล
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งที่เกิดระหว่างเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้และที่เกิดหลัง
จากการเรียนการสอนเมื่อจบแผนการเรียนรู้ การทำงานกลุ่มฯ

4. ประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้

ประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ระดับคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ซึ่งคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้สามารถตรวจสอบได้หลายวิธี เช่น การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ที่ตั้งไว้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 9) โดยการหาประสิทธิภาพตามวิธีนี้อยู่บนฐานแนวคิดที่ว่า หากกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นจะมีประสิทธิภาพจริง เมื่อผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนต่าง ๆ ของกิจกรรมนั้นครบถ้วนทุกขั้นตอนแล้ว คะแนนเฉลี่ยร้อยละที่ได้จากการดำเนินกระบวนการระหว่างเรียนของผู้เรียนทั้งกลุ่มจะมีค่าใกล้เคียงกับคะแนนเฉลี่ยร้อยละที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน โดยไม่ควรมีความแตกต่างกันเกินร้อยละ 5

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่ได้จากการทดสอบย่อย ในการทำกิจกรรมในระหว่างเรียนทุกกิจกรรม

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

5. การกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพ

การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใด ควรกำหนดโดยยึดเกณฑ์ในการพิจารณาตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

5.1 เนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ ความจำ ควรตั้งเกณฑ์ให้สูงไว้ คือ 80/80, 85/85, 90/90

5.2 เนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติ อาจตั้งเกณฑ์ให้ต่ำลงมาได้เล็กน้อย คือ 70/70, 75/75 หรือตั้งเกณฑ์สูงกว่านี้ก็ได้

6. การยอมรับประสิทธิภาพ

6.1 ได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์ไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพได้ 95/92

6.2 ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้พอดี เช่น ตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพได้ 80/80

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E)

วัฏจักรการเรียนรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการและพัฒนาการทางสมองของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความรู้สึก การรับรู้ ประสบการณ์จากการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ความคิดและการกระทำ เพื่อสร้างงานแห่งการเรียนรู้อย่างหลากหลาย (กิตติชัย สุชาติโนบล, 2541, หน้า 33)

1. ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

กรมวิชาการ (2546, หน้า 80) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ไว้ว่า หมายถึง การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือนำไปประยุกต์ใช้อธิบาย อธิบายเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งก่อให้เกิดประเด็น หรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 13) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้เป็นการเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้และการเรียน การสอนจัดกลุ่มเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักร หรือการเรียนรู้แบบค้นพบ

เสาวรสพันธ์ พลโคตร (2550, หน้า 25) วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาคิดค้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ การเรียนรู้ อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

สุภาพร พลพุกถา (2552, หน้า 36) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่าน กระบวนการคิดและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือเพื่อแก้ปัญหาหรือ หาคำตอบด้วยตนเองของผู้เรียน โดยครูมีหน้าที่ส่งเสริม ช่วยเหลือ ใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นพบวิธีแก้ปัญหาให้ได้

ทิตนา แชมมณี (2545, หน้า 141) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอน โดยเน้นกระบวนการสืบเสาะ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้น ให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้เพื่อนำมาประมวล หาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเองโดยที่ครูผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอธิบายโต้แย้งทางวิชาการและทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

Lawson (1995, p. 424) ได้กล่าวไว้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (7E) เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรคความรู้ ซึ่งไม่เน้นการสอนบรรยาย หรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ จากครู หากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อว่านักเรียน มีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว

กล่าวโดยสรุป วัฏจักรการเรียนรู้ (7E) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ แบบวัฏจักร ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน มีดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้

2. ความเป็นมาของรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ซึ่งเป็นวงจรการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ได้รับการพัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้ ตามลำดับดังนี้

Karplus, R. (1967, pp. 169–175) ได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ปรับปรุงหลักสูตรของสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study Program: SCIS) (Renner & Marek, 1990) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ
2. ขั้นสร้าง
3. ขั้นค้นพบ

วงจรรการเรียนรู้ที่ Karplus นำเสนอนั้นมีครูจำนวนมากยังไม่เข้าใจ 2 ขั้นตอนหลัง คือ ขั้นสร้างและขั้นค้นพบ ดังนั้น Baman and Katar (1989, pp. 30–32) ได้ปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ ขั้นนำมโนทัศน์ และขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงขั้นแนะนำมโนทัศน์เป็นขั้นแนะนำความสำคัญ ด้วยเหตุผลที่ว่า ครูสามารถแนะนำหรืออธิบายคำสำคัญหรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียนแต่มิใช่แนะนำมโนทัศน์ให้กับนักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบมโนทัศน์ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตาม มีผู้ปรับเปลี่ยนขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น Carin (1993, pp. 98–99) ได้ปรับขั้นสร้างมโนทัศน์ ส่วน Abruscato (1996) ได้ปรับเป็นขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Lawson, 1995)

วงจรรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้นตอน มีขั้นตอนที่ 2 เท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกันไปแต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน แต่ละขั้นตอนมีสาระสำคัญดังนี้ (Lawson, 1995, pp. 134–139)

1. ขั้นสำรวจ (Exploration phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกตตั้งคำถามและวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลฉบับที่ก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือสังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง
2. ขั้นแนะนำความสำคัญ ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์/ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Term introduction/Concept formation phase) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูงสุดโดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำและอธิบาย คำศัพท์สำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้ นักเรียนจัดเรียงเรียงความคิดใหม่ ขั้นนี้ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อค้นหาโมทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ
3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept application phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์ใหม่หรือตั้งปัญหาใหม่ อันจะทำให้ นักเรียนขยายความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น

ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษา ได้นำวิธีนี้มาใช้ และมีการพัฒนาวิธีการ และขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน (Baman, 1989; citing Abruscato, 1996, p. 37) ได้แก่

1. ชั้นสำรวจ ระยะการสำรวจเป็นการเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

กระตุ้นความไม่สมบูรณ์ทางความคิดของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิดของครูเป็นผู้รับผิดชอบให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอ มีปฏิสัมพันธ์ ในทางสัมพันธ์กับแนวคิด คำแนะนำชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอ ที่มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่สัมพันธ์กับแนวคิด คำแนะนำชี้แจงของครูต้องไม่บอกนักเรียนโดยตรงว่าพวกเขาควรเรียนอะไร และต้องไม่อธิบายแนวคิดในทันทีเพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ นักเรียนต้องรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุและการเก็บรวบรวมหรือบันทึกอุปกรณ์การเรียน และประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมด้วย ถ้าครูจะให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สำหรับตนเอง ให้ใช้คำถามแนะเพื่อช่วยเริ่มกระบวนการวางแผน และคำถามต้องนำไปสู่กิจกรรมของเด็ก เสนอแนะบันทึกที่เด็กควรจะทำ และต้องไม่บอกหรืออธิบายแนวคิดแต่อาจจะกล่าวถึงการสอนอย่างย่อ ๆ ได้ บางที่อาจจะป็นรูปจุดประสงค์การสอน

2. ชั้นอธิบาย ระยะการอธิบายเป็นระยะที่ยืดนักเรียนเป็นสำคัญ

น้อยลงและหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อให้ครูได้นำนักเรียนในการคิดเพื่อให้แนวคิดเกี่ยวกับบทเรียน ซึ่งจะได้รับการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกัน ไม่ใช่เพียงครูเพียงอย่างเดียว ระยะนี้ช่วยนำไปสู่การปรับขยายโครงสร้างความคิดตั้งที่ทฤษฎีของเพียเจต์อธิบายไว้ นักเรียนต้องมุ่งเน้นค้นพบเบื้องต้นจากการสำรวจเบื้องต้นของนักเรียนเอง ครูต้องแนะนำภาษา หรือรูปแบบแนวคิด เพื่อช่วยในการปรับขยายโครงสร้างความคิด ครูแนะนำนักเรียนจนสามารถสร้างคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับความคิด ครูควรงดการบอกนักเรียนเพิ่มเติมถึงแม้ความเข้าใจของนักเรียนยังไม่สมบูรณ์แต่ควรช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลตนเองสร้างแนวคิดที่ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติ คือ ระยะขยายความคิด

3. ชั้นขยายความคิด ระยะขยายความคิดควรเป็นระยะที่ยืดนักเรียน

เป็นสำคัญให้มากที่สุดที่จะทำได้ และเป็นระยะที่จัดขึ้นเพื่อกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม ความมุ่งหมายของระยะนี้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนในการจัดประสบการณ์เดิมที่คล้ายกันและเพื่อให้ค้นพบการประยุกต์ใหม่สำหรับสิ่งที่เรียนรู้อีกแล้ว แนวคิดสร้างขึ้นมาจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่น หรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ความมุ่งหมายเพื่อนำการคิดของนักเรียนให้ไปไกลกว่าปัจจุบัน ครูจะต้องให้เด็กใช้ภาษา หรือสัญลักษณ์ของแนวคิดใหม่

เพื่อเขาจะได้เพิ่มความเข้าใจของพวกตน จุดนี้เป็นจุดที่เหมาะสมที่จะช่วยให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้โดยขยายตัวอย่างหรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติม เพื่อการพัฒนาส่วนบุคคลของนักเรียน การสอบสวนความสัมพันธ์ภายในระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ความเติบโตทางวิชาการและการตระหนักรู้ด้านอาชีพ ระยะการขยายนี้สามารถนำไปสู่การสำรวจบทเรียนต่อไปโดยอัตโนมัติ ดังนั้นวงจรต่อเนื่องสำหรับการเรียนการสอนจึงถูกสร้างขึ้นในขณะนี้ครูสามารถช่วยให้นักเรียนได้จัดระเบียบความคิดของตนเองโดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มาเข้ากับความคิดหรือประสบการณ์อื่น ๆ ซึ่งสำคัญความคิดที่สร้างขึ้นในขณะนี้จะเพิ่มความหมายของแนวคิดและเพื่อขยายขอบเขตของความต้องการสำหรับเด็ก

4. ชั้นประเมินผล ความมุ่งหมายของระยะนี้ เพื่อเป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้นผลการเรียนต่อเนื่องซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทหรือวิธีการของหน่วยการเรียนรู้ และเพื่อช่วยกระตุ้น สร้างแนวความคิดทางจิตใจ และทักษะกระบวนการ การประเมินผล รวมถึงในแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้ไม่ใช่จัดทำเฉพาะสุดท้าย

ในคริสต์ศักราช ค.ศ. 1992 นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study: BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้เสนอรูปแบบของวงจรการเรียนรู้แบบ (5E) ซึ่งมี 5 ขั้นตอน (Evan, 2004, p. 27) ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา ซึ่งร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมถึงการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างพอเพียงที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือวาดรูปสร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ขั้นขยายความรู้** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะเกิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำมาใช้ในการเป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไป ทั้งนี้รวมถึงการประเมินของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

Miami Museum of Science (2001) ได้พัฒนาวงจรการเรียนรู้แบบ (5E) ของ BSCS เป็น (7E) ซึ่งประกอบด้วย ขั้นต่าง ๆ 7 ขั้น ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นขั้นตอนในการกระตุ้นความอยากรู้ อยากเห็นของนักเรียนให้ผู้เรียนได้เกิดปัญหา

2. ขั้นสำรวจค้นหา เป็นขั้นตอนในการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา
3. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกระทำข้อมูล อภิปราย และสรุปผลการทดลอง
4. ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนขยายความรู้ไปสู่ สถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน
5. ขั้นขยายความคิดรวบยอด เป็นขั้นตอนที่นักเรียนขยายความคิด รวบยอดไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่น ๆ
6. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ทั้งในห้องเรียน
7. ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียน ของนักเรียน

ในปีคริสต์ศักราช 2003 Eisenkraft (2003, pp. 57–59) ได้พัฒนา รูปแบบของ BSCS จาก 5 ขั้นตอน เป็น 7 ขั้นตอน จึงเพิ่มขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้อีก 2 ขั้นตอน โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกสนานกับการเรียนและ ยังสามารถปรับปรุงประยุกต์สิ่งที่ได้รู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง

การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอน การเรียนรู้และความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลย ไม่ได้ และควรตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นของการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Eisenkraft มีเนื้อหาสาระ ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ครูจะต้องทำหน้าที่ตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมคำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตาม สภาพสังคมท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ใน ชีวิตประจำวันและนักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครู ได้พบว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผน การจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการ ของนักเรียน

2. **ชั้นเร้าความสนใจ** ชั้นนี้เป็นชั้นนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนเพิ่งเรียนมาแล้วครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียนในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษาเพื่อนำไปสู่การตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. **ชั้นสำรวจค้นหา** เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจเป็นประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูลสำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และดำเนินการสำรวจตรวจสอบ และรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. **ชั้นอธิบาย** เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้วนักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจน เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ชั้นนี้จะทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในชั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. **ชั้นขยายความรู้** ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้นครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยาย

แนวกรอบความคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ชั้นประเมินผล ชั้นนี้เป็นชั้นประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ชั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ชั้นนำความรู้ไปใช้ ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นรูปแบบการจัดการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft ได้รับการยอมรับและมีแนวทางสำหรับทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจนำมาเป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติที่จะทำให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ ความจริงได้ด้วยตนเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ (7E) ควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือเอื้อเพื่อและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ครูควรจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถบนพื้นฐานความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล อันจะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

จากขั้นตอนต่าง ๆ ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลย หรือละทิ้งเนื่องจากการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรบ้างก่อนที่จะเรียนในเนื้อหา นั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้ที่มีและความคิดของนักเรียน ซึ่งจะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ครูวางไว้ (Bransford, Brown & Cocking, 2000, pp. 5-7) นอกจากนี้ ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จากการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบสามารถเปรียบเทียบได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ (5E)
และวัฏจักรการเรียนรู้แบบ (7E)

แบบที่ 1 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ (5E)	แบบที่ 2 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ (7E)
1. ขั้นนำไปสู่บทเรียน	1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม
2. ขั้นสำรวจ	2. ขั้นสร้างความสนใจ
	3. ขั้นสำรวจและค้นหา
3. ขั้นอธิบาย	4. ขั้นอธิบาย
4. ขั้นขยายหรือหรือประยุกต์ใช้ในสถานการณ์	5. ขั้นขยายความรู้
5. ขั้นประเมิน	6. ขั้นประเมิน
	7. ขั้นนำความรู้ไปใช้

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยมีรากฐานที่สำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งอธิบายว่าการพัฒนาทางเซอว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (disequilibrium) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (accommodation) การพัฒนาการทางเซอว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (accommodation) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่าคนทุกคนจะมีพัฒนาการเซอว์ปัญญาเป็นลำดับขั้นจากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและประสบการณ์ที่เกี่ยวกับความคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการ พัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิตนา แชมมณี, 2545, หน้า 90-91)

การจัดการเรียนการสอนแบบตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการความคิดด้วยตนเองโดยครูไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนได้ แต่ครูสามารถช่วยนักเรียนปรับเปลี่ยนให้ให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข, 2548, หน้า 24)

Carinand Sund (1989, p. 19) กล่าวว่า “แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่าบุคคลจะใช้กระบวนการคิดในการทำความเข้าใจโลกสร้าง ความหมายในรูปของคำเมื่อเห็น ว่าสิ่งเหล่านั้นมีประโยชน์”

Slavin (1994, pp. 224–225) กล่าวว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาที่ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ของตนเองโดยพยายาม ค้นพบความรู้จากการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้เดิม กระบวนการสร้างความรู้ เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูซึมและการปรับขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีความ ซับซ้อนขึ้น

การสร้างความรู้เป็นกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับโครงสร้าง ความรู้เดิม ซึ่ง Atkinson and Shiffrin (1968), citing Mintzer, et al. (1997, p. 421) เสนอขั้นตอนของการสร้างความรู้ ดังนี้

1. เริ่มจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การสัมผัส การได้ยิน การมองเห็น การดมกลิ่น และการชิมรส ข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนใส่ใจจะเคลื่อนย้าย เข้าสู่ความจำระยะสั้นอย่างรวดเร็ว กระบวนการที่ข้อมูลจะถูกเก็บเข้าไปนั้นในความจำ ระยะสั้นมี 2 อย่าง คือ การรู้จักและการใส่ใจ

2. การเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาว การจัดเก็บความรู้เกี่ยวข้องกับภาระกระตุ้นโมทัศน์ที่เกี่ยวข้องในความทรงจำระยะยาว และโมทัศน์ที่ถูกกระตุ้นนี้จะลดความยาวของเครือข่ายโมทัศน์ที่เกี่ยวข้องลง โมทัศน์ ที่ถูกกระตุ้นก็จะถูกเรียกเข้าสู่ความจำระยะสั้น

3. การเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัส กับข้อมูลที่เป็นความรู้เดิมในการเชื่อมโยงข้อมูลนั้น ต้องมีการเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ ในความทรงจำระยะยาว โดยการเชื่อมนั้นเป็นการอธิบาย การแปลความหมาย การประเมิน การเปรียบเทียบและการโต้แย้งข้อมูลใหม่ กับความรู้เดิมทำให้เกิดการดูซึมและการปรับ โครงสร้างทางความคิด

การทบทวนความรู้เดิมเป็นการให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม รวมทั้งเจตคติที่ได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ และถูกบันทึกไว้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งจะเชื่อมโยงโมทัศน์ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมนั้นทำให้เกิดการปรับเปลี่ยน

หรือขยายโครงสร้างความรู้และมีความคงทนของความรู้มากยิ่งขึ้น (Hemmerich and Neel, 1994, p. 16) นักการศึกษาหลายท่าน (Lawson, 1995, p. 163; Hemmerich, et al., 1994, p. 16; Henderson, 1993, pp. 4–5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทบทวนความรู้เดิมสรุปได้ดังนี้

1. การทบทวนความรู้เดิม จะทำให้ครูได้รับถึงความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้วนำมาวางแผนการสอน
2. นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้วเกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทาง
3. แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้เดิมที่แตกต่างกัน แต่บทบาทความรู้เดิม โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนลงข้อสรุปกลายเป็นความรู้เดิมเดียวกันและเป็นการเชื่อมโยงระหว่างโลกของความเป็นจริงภายนอกกับในห้องเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) นั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยเมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ ๆ จะเกิดการซึมซาบเข้าสู่โครงการทางคิดที่มีอยู่ แต่ถ้าโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์หรือข้อมูลนั้น ๆ จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล จากนั้นนักเรียนจะค่อย ๆ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างความคิดเข้าสู่สภาวะสมดุลอีกครั้ง

บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E)

การนำรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ไปใช้ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทนักเรียน เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) สรุปได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit)	1. ถามคำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน 2. อธิบายความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะเรียน	1. ตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นที่มีต่อสถานการณ์ สื่อการสอนหรือข้อมูลต่าง ๆ 2. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด 4. ตั้งคำถามที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้หรือความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอด	1. ตอบคำถาม คิดและตั้งคำถามจากสถานการณ์ สื่อการสอนหรือข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความสนใจและอยากรู้อยากเรียนรู้อื่น ๆ 2. แสดงความสนใจ
3. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจคำตอบ 2. สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน 3. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ 2. ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน 3. คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ 4. พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปราย
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ 2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ได้เรียน 3. ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานถามคำถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรมาบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร	1. นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2. ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถามกำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจและออกแบบการทดลอง 3. ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ 4. บันทึกการสังเกตและอธิบาย 5. ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน ๆ

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
6. ชั้นประเมินผล (Evaluation)	<ol style="list-style-type: none"> สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ 	<ol style="list-style-type: none"> ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเอง ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ตนเอง ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป
7. ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend)	<ol style="list-style-type: none"> สร้างสถานการณ์ที่โยงไปสู่สถานการณ์ที่มีความซับซ้อนหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน 	<ol style="list-style-type: none"> นำความรู้เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา

ที่มา : Bybee, et al. (1990); citing Lawson (1995, pp. 164–165);

Eisenkraft (2003, p. 57)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปว่า วัฏจักรการเรียนรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่ง ที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนโดยผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ รูปแบบวัฏจักรการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) นั้น มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการ

ทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ตามแนวความคิดของ Eisenkraft มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมี 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ และเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนต่อการพัฒนาหลักสูตร

1. ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E)

ถึงแม้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E นั้นส่งผลดีทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นก็ตามแต่ก็มีข้อดีและข้อจำกัดอยู่เช่นกัน มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ไว้ดังนี้

2. ข้อดีของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) มีดังนี้

ขุนทอง คล้ายทอง (2554, หน้า 32-33) ได้สรุปไว้ว่า วิธีการเรียนประเภทกลุ่มแข่งขันเป็นเทคนิคที่ดีของการเรียนแบบร่วมมือในการช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในระบบการเรียนรู้ทุกขั้นตอนด้วยการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน จึงก่อให้เกิดผลดีหลายประการ ดังนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจเรียนและตั้งใจอย่างต่อเนื่องกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และทบทวนบทเรียนให้เข้าใจเป็นการเตรียมที่จะเข้าร่วมเกมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการเพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่มและบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

2. ส่งเสริมพันธภาพระหว่างบุคคลเนื่องจากผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้และรางวัลจากการเล่นเกมการแข่งขันทางวิชาการก็ต่อเมื่อสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มถึงเป้าหมายเดียวกัน ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกันสร้างความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันการให้กำลังใจกระตุ้นและส่งเสริมและเพื่อนทุกคนให้มีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนเพื่อที่จะทำคะแนนสะสมได้ในการเล่นเกมนการแข่งขันทางวิชาการ อันจะนำไปสู่ความสำเร็จและบรรลุเป้าหมายร่วมกัน

3. สร้างเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากผู้เรียนมีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกันมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นยอมรับและไว้วางใจซึ่งกันและกันและมีการเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการเพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่มยอมรับและไว้วางใจมีการเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการเพื่อสะสมให้ได้ตามเกณฑ์ จึงทำให้นักเรียนมีความสุขกับการเรียนและมีความสุขกับเกมวิชาการ

4. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในตนเองและตระหนักถึงคุณค่าของตนเองเนื่องจากเทคนิคนี้มีเกมแข่งขันทางวิชาการผู้เรียนได้ร่วมเกมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน โดยมีการจัดกลุ่มการแข่งขัน และแข่งขันภายในกลุ่มที่จัดขึ้นใหม่นี้ ดังนั้น ผู้เรียนเก่งหรือผู้เรียนอ่อนก็มีโอกาสทำคะแนนให้กับกลุ่มของตนเองได้เท่าเทียมกัน จึงทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ มั่นใจและตระหนักถึงคุณค่าของตนเองที่เป็นส่วนหนึ่งในความสำเร็จของกลุ่ม

5. ส่งเสริมการเรียนรู้และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงขึ้นเนื่องจากผู้เรียนได้ร่วมกันเรียนและร่วมกันเล่นเกมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการจะช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนและการที่ผู้เรียนเก่งช่วยอธิบายเพื่อนภายในกลุ่มฟังจะช่วยให้ตัวเองเข้าใจในเรื่องที่ดียิ่งขึ้นส่วนนักเรียนที่เรียนไม่เก่งหรือเรียนช้าจะรู้สึกอบอุ่นไม่โดดเดี่ยว รู้สึกเป็นกันเองและกล้าซักถามปัญหาไม่เข้าใจกับเพื่อนจนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

6. พัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับคนอื่นเป้าหมายที่สำคัญของวิธีการเรียนประเภทการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทักษะร่วมมือและช่วยเหลือซึ่งกันและกันสิ่งที่เป็นทักษะที่สำคัญของสังคมที่เราต้องทำงานร่วมกันภายใต้ระบบที่ทุกคนต้องทำงานร่วมกันและฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดการปรับตัวเพื่อให้สามารถทำงานอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและรับผิดชอบเนื่องจากกิจกรรมการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยการตอบปัญหาทางวิชาการจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองแล้วเพื่อร่วมกลุ่มเพื่อจะมีความสามารถในการสะสมคะแนนได้สูงถึงเกณฑ์ตามเป้าหมายและขณะที่เล่นเกมนักเรียนจะต้องคิดคำนวณ คิดแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปเพื่อตอบปัญหานั้น เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและการทำงานกลุ่มมีการอภิปรายและแก้ปัญหาาร่วมกันกับเพื่อน พร้อมกับลงมือปฏิบัติร่วมกันตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ตามมติของกลุ่ม

8. ลดปัญหาวิสัยทัศน์ในชั้นเรียนเพราะเนื่องจากสมาชิกทุกคนในกลุ่มไม่ว่าจะเป็นการทำงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกันในกิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหาจึงทำให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ขึ้นในกลุ่ม การขาดเรียนและพฤติกรรมก้าวร้าวรุนแรงจะไม่ปรากฏในชั้นเรียน

รุ่งอรุณ ถิ่นวาปี (2556, หน้า 87) ได้กล่าวข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคาดหวังอย่างเต็มที่ที่ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากรู้อยากเห็นอยู่ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดและวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโอนการเรียนรู้ได้ คือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์และหลักการทางคณิตศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) นั้นมีข้อดี คือ เป็นกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในกลุ่ม แสดงบทบาทการเป็นผู้นำและผู้ตามได้อย่างเหมาะสม สร้างมโนทัศน์ได้เร็ว และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการนี้จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูง มีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

จากการศึกษาเอกสาร ตำราต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (7E) หมายถึง วิธีหรือกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นวงจรวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน เพื่อพัฒนาศักยภาพด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะต่าง ๆ สามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) นั้น มีลักษณะวงจรกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Cycle) โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) เป็นกระบวนการสืบเสาะค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของ Piaget

ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากเรียนด้วยตนเองโดยมีความเชื่อว่านักเรียนมีวิัจกรการเรียนรู้อยู่ในตัวเอง บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ วิัจกรการเรียนรู้ (7E) มีดังนี้ บทบาทของครูผู้สอนในการสอนแบบวิัจกรการเรียนรู้ (7E) นั้นต้องเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยนักเรียนเองเป็นผู้ถามคำถามกระตุ้นในกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่จะนำทางให้นักเรียนค้นหาความรู้บทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบวิัจกรการเรียนรู้ (7E) ในส่วนของนักเรียนนั้นต้องพยายามให้ความร่วมมือในกิจกรรมกลุ่มมีความรับผิดชอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พยายามศึกษาหาความรู้ด้วยกระบวนการที่หลากหลายแสดงบทบาทการเป็นผู้นำและถูกตามได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม เคารพการตัดสินใจของตนเองและผู้อื่น และหาทางออกของปัญหาอย่างสันติวิธี ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวิัจกรการเรียนรู้ (7E) นั้นมีข้อดี คือ เป็นกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากเห็น ส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในกลุ่มแสดงบทบาทการเป็นผู้นำและผู้ตามได้อย่างเหมาะสม สร้างมโนทัศน์ได้เร็ว และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการนี้จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูง มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญมาก กล่าวกันว่าเป็นส่วนสุดท้ายที่แสดงถึงความสามารถของผู้เรียนโดยการผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งยังสามารถแสดงให้เห็นถึงข้อดี ข้อเสียของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีผู้รู้ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ธัญพร อรรถเดช (2548, หน้า 31) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการสอนที่เกิดจากความรู้ ทักษะความสามารถในด้านต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้

ชาลินี แพ้ทเทอสน์ (2549, หน้า 29) ได้แสดงความเห็นเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาดีขึ้น เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม การได้ปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วยความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมอง

วรรณ โสมประยูร (2537, หน้า 262) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสามารถหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ซึ่งพัฒนาขึ้นหลังจากได้รับการอบรมสั่งสอนและฝึกฝนโดยตรง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540, หน้า 19) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งตรวจความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนว่าหลังการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ แล้วผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากขึ้นเพียงใดมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้นเพียงใด

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 265) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้ ซึ่งพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

วัชลี บัวตา (2550, หน้า 48) ได้สรุปองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ประกอบด้วย คุณลักษณะของผู้เรียนของผู้เรียน ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมด้านความคิด รวมทั้งลักษณะนิสัยทางจิตพิสัยของนักเรียน คุณภาพการสอนของครูและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งคุณลักษณะของตัวผู้เรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด รองลงมาคือ คุณภาพการสอนของครู และปัจจัยอื่น ๆ ตามลำดับ

ธิดารัตน์ ตักดีสุจริต (2555, หน้า 69) ได้สรุปไว้ว่า การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ครูกำหนดขึ้น ซึ่งควบคุมพฤติกรรมทั้งสามด้าน ได้แก่ ด้านความคิด (Cognitive Domain) ด้านความรู้สึกลึก (Affective Domain) และด้านทักษะ (Psycho-motor Domain)

สว่าง พิมพิชัย (2557, หน้า 124) สรุปไว้ว่า ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ ความตรงของมาตราวัด (Validity) ความเที่ยงของมาตราวัด (Reliability) และมีความเชื่อมั่น ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะต้องมีเนื้อหาตรงตามหลักสูตร ตรงตามทฤษฎี สามารถทำนายได้ว่านักเรียนจะทำคะแนนได้ดีหรือไม่ดีในระดับสูงต่อไป และข้อสอบจะต้องทำให้เชื่อได้ว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบสามารถเชื่อถือได้

Good (1973, p. 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ (Academic Achievement) หมายถึง ความสำเร็จ (Achievement) ความคล่องแคล่ว ความชำนาญในการใช้ทักษะ ความรู้ หรือทักษะอันเกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้ต่าง ๆ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้มาจากผลการทดสอบของครูผู้สอน หรือผู้รับผิดชอบในการสอน หรือทั้งสองอย่างรวมกัน

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความรู้ความเข้าใจทักษะและทัศนคติ อันเกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งวัดได้จากการทดสอบระหว่างหรือหลังการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนด้วยการทดสอบหรือวิธีการอื่น ๆ นอกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะบอกคุณภาพ ของผู้เรียนแล้วยังแสดงให้เห็นถึงคุณค่าของหลักสูตรคุณภาพการจัดกิจกรรมการเรียน การสอน ตลอดจนความรู้ความสามารถของครูผู้สอน ผู้บริหาร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงหมายถึงผลของการวัดการเปลี่ยนแปลงและประสบการณ์การเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ ที่เรียนมาแล้วเกิดการเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถแล้วชนิดใด โดยสามารถวัดได้ โดยการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในลักษณะต่าง ๆ และการวัดผลประเมินผลตามสภาพ จริง เพื่อบอกถึงคุณภาพทางการศึกษา และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นต้องวัดได้ ครอบคลุมทุกด้าน

จากการศึกษาเอกสารตำราต่าง ๆ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและมวลประสบการณ์ทั้งด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดออกมาได้โดยใช้แบบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นสำคัญมากเนื่องจากเป็นตัวชี้วัด ความก้าวหน้าทางการเรียน หรือความสำเร็จในการเรียนรู้ว่ามีมากน้อยเพียงใด ในส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นต้องศึกษาประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การวิเคราะห์ หลักสูตร นำไปทดลองใช้แล้วนำมาวิเคราะห์ ปรับปรุง แก้ไข แล้วจึงนำไปใช้สำหรับ การเก็บข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไปและการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นต้องวัด ได้ครอบคลุมทุกด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ซึ่งแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน ต้องมีความเที่ยงตรง ความตรงและความเชื่อมั่นสูง ซึ่งผู้วิจัยได้สร้าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การทดสอบเป็นวิธีหนึ่งที่ครูใช้ในการวัดและประเมินผลในวิชาคณิตศาสตร์ อยู่เสมอ เช่น การทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียน การทดสอบ หลังเรียน ซึ่งครูผู้สอนมักเป็นผู้สร้างแบบทดสอบด้วยตัวเอง เนื่องจากแบบทดสอบแต่ละ ฉบับมีจุดมุ่งหมายในการใช้ที่แตกต่างกันไป แต่ละจุดมุ่งหมายก็ต้องมีลักษณะข้อสอบ ที่แตกต่างกันไปตามที่ เสรี ชัดเข้ม (2540, หน้า 13) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายในการใช้ แบบทดสอบไว้ ดังนี้

1. การบรรยายสถานภาพของแต่ละบุคคล ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ต้องการข้อมูลที่แตกต่างกันไป เช่น ครูต้องการรู้เรื่องความสามารถของนักเรียนแต่ละคน นักบริหารต้องการรู้ความสามารถทางวิชาการของนักเรียนที่อยู่ในความรับผิดชอบของตน เป็นต้น

2. การพยากรณ์ ผลการทดสอบสามารถนำไปพยากรณ์ หรือทำนาย ความสำเร็จของผู้เรียนได้

3. การประเมินความแตกต่างระหว่างบุคคล เช่น แบบทดสอบใช้ ความจำแนกความแตกต่างระหว่างคนเก่งกับคนอ่อน

4. การประเมินวัตถุประสงค์

5. การประมาณขอบเขตของความรู้

6. การตัดสินความรู้ของนักเรียน แบบทดสอบสร้างขึ้นเพื่อจำแนก ระหว่างคนที่รอบรู้กับคนที่ไม่รู้ในแต่ละจุดประสงค์การสอน

7. การวินิจฉัย การวางแผนการสอนครูต้องรู้จักจุดแข็ง จุดอ่อนของ นักเรียน เพื่อวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน โดยให้นักเรียนทำแบบสอบวินิจฉัย

8. การประเมินก่อนเรียนหรือหลังการเรียนการสอน แบบสอบใช้วัด ระดับพัฒนาการความสามารถที่แสดงออกในช่วงเวลาหนึ่ง โดยเปรียบเทียบผลคะแนน จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจากแบบทดสอบก่อนการเรียนการสอน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งจุดมุ่งหมาย ในการใช้แบบทดสอบเป็น 8 ข้อ เพื่อวัดผลและประเมินผลในวิชาคณิตศาสตร์อยู่เสมอ

2. ความตรงของแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่ดีควรมีความตรง ซึ่งภักตรา นิคมานนท์ (2540, หน้า 50) และกังวล เทียนกันต์เทคนท์ (2540, หน้า 180) ได้แบ่งลักษณะความตรงออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดเนื้อหาได้ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรหรือวัดได้ครบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดนอกจากการวัดเนื้อหาได้ครบแล้วยังวัดได้ตรงตามลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาวิชานั้นด้วย ซึ่งเราสามารถทำได้โดยสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ออกข้อสอบให้ได้จำนวนข้อในแต่ละเรื่องให้ตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรและข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องให้มีความตรงตามเนื้อหาสูง

2. ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง แบบทดสอบนั้นสามารถวัดพฤติกรรมและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ได้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้และเป็นไปตามหลักการของทฤษฎีนั้น ๆ การสร้างแบบทดสอบให้มีความตรงตามโครงสร้างผู้สร้างจะต้องศึกษาจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนของวิชานั้น ๆ อย่างครบถ้วน ซึ่งอาจทำได้โดยการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรและออกข้อสอบให้ได้ตามจำนวนข้อและวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องมีความตรงสูง

3. ความตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง ลักษณะของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามสภาพเป็นจริงของผู้ถูกวัดในขณะนั้น เช่น คนที่สามารถทำโจทย์เลขบวกลบมาตราเงินในห้องเรียนได้ดี จะสามารถคิดเงินทอนในการซื้อขายที่ตลาดได้เช่นกัน ความตรงตามสภาพนี้เราไม่สามารถวัดได้จริง ๆ โดยใช้แบบทดสอบแต่เราอาจเอาคะแนนของผู้เรียนไปเปรียบเทียบกับสภาพจริงของเด็กดูว่าสอดคล้องกันหรือไม่

4. ความตรงตามพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง เครื่องมือที่สามารถให้ข้อมูลได้สอดคล้องกับผลการเรียนในภายภาคหน้า วิธีหาความหมายของแบบทดสอบชนิดนี้ทำได้โดยการคะแนนที่สอบได้ไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนที่ได้ในอนาคตที่ว่ามีการสอดคล้องตรงกันน่าเชื่อถือได้หรือไม่เพียงใด เช่น ข้อสอบคัดเลือกเข้าเรียนต่อจะต้องมีความตรงเชิงพยากรณ์สูง ซึ่งเราสามารถหาค่าความตรงเชิงพยากรณ์ของข้อสอบคัดเลือกเข้าได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบคัดเลือกกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการวัดผลโดยใช้แบบทดสอบลักษณะความตรงตามเนื้อหา

และความตรงตามโครงสร้างมีความสำคัญมาก เพราะทำให้แบบทดสอบนั้นวัดเนื้อหาได้ครบถ้วนและตรงตามจุดมุ่งหมายของการวัด การสร้างข้อสอบให้มีความตรงตามเนื้อหาและโครงสร้าง สามารถทำได้โดยสร้างคำถามวัดเนื้อหาและพฤติกรรมตามตารางจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรมและเราสามารถตรวจสอบความตรงของแบบทดสอบทั้งสองประเภทนี้ได้ง่าย ๆ ก่อนที่จะมีการสอบโดยเพียงแต่ตรวจสอบดูว่าข้อสอบนั้นถามเนื้อหาและพฤติกรรม ที่กำหนดไว้ในตารางจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรมหรือไม่การหาคุณภาพของแบบทดสอบ จึงเป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างรอบคอบและอาจจะต้องทำการทดสอบซ้ำ ๆ หลายครั้ง จนกว่าจะได้แบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานและมีจำนวนข้อเพียงพอกับความต้องการ คุณภาพของแบบทดสอบเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ ดังนี้ (วิญญา วิชาสารภรณ์, 2531, หน้า 118-124) ความเที่ยงตรง (Validity) ความเชื่อมั่น (Reliability) ความยากง่าย (Difficulty) อำนาจจำแนก (Discrimination)

4.1 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ความถูกต้องของแบบทดสอบในสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือความถูกต้องแม่นยำที่แบบทดสอบวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

4.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงที่ ความมั่นคงหรือความสม่ำเสมอของการวัด

4.3 ความยากง่าย (Difficulty) มีความหมายตรงตัว หมายถึง ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบหรือข้อสอบ โดยปกติแบบทดสอบที่ควรรหาค่าความยากง่ายนั้นจะเป็นแบบทดสอบทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ของผู้เรียน

4.4 อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบในการจำแนกกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งอาจหมายถึงผู้เรียนหรือผู้ตอบแบบทดสอบเป็นกลุ่มต่าง ๆ

เจตคติ

สภาวะของความพร้อมทางจิตใจ ซึ่งเกิดขึ้นโดยอาศัยประสบการณ์ และสภาวะของความพร้อมเป็นตัวกำหนดทิศทางปฏิกิริยาของบุคคลที่มีต่อบุคคล วัตถุ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ

1. ความหมายของเจตคติ

เจตคติเป็นความรู้สึกของคน คนเราจะรู้สึกได้ก็ต่อเมื่อประสาทของเราได้สัมผัสกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งก่อน นั่นคือรับรู้สิ่งนั้นก่อนนั่นเอง ถ้าจิตเราเกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นก็ทำให้เกิดความรู้สึกตั้งแต่ขั้นต้น จนถึงขั้นสูง ๆ คือ เกิดความสนใจ ความซาบซึ้งพอใจ และเจตคติติดตามมา ผู้เชี่ยวชาญนิยามไว้หลายความหมายแตกต่างกันไปตามแนวคิดของตน

ชาญชัย อาจิณสมจาร (2535, หน้า 78) อธิบายว่า “เจตคติ” หมายถึง ความรู้สึกของแต่ละบุคคลที่มีต่อวัตถุอย่างใด คำว่า วัตถุในที่นี้ในรูปของความหมายทั่ว ๆ ไปอาจจะเป็นวัตถุทางกายภาพหรือวัตถุชนิดหนึ่ง เช่น คุณมีความรู้สึกอย่างไรต่อรถยนต์ที่ผลิตจากต่างประเทศ

Thurestone (1976, p. 73) ได้ให้คำจำกัดความว่า เจตคติเป็นการแสดงออกทางด้านผลรวมของความโน้มเอียงหรือความรู้สึกความมีอคติ หรือความรู้สึกที่เกิดขึ้นอยู่ในใจก่อนความคิด ความกลัว การลงความเห็นเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

Robbins (1993, p. 177) ได้อธิบายว่า Attitude คือ การประเมินสิ่งที่ชอบหรือไม่ชอบเกี่ยวกับวัตถุ บุคคล หรือเหตุการณ์ซึ่งสะท้อนถึงความรู้สึกเกี่ยวกับบางสิ่ง บางอย่าง

สรุปได้ว่า เจตคติ คือ ความรู้สึกอันเป็นภาวะความพร้อมของจิตใจ หรือพฤติกรรมที่เกิดจากประสบการณ์ที่มีต่อสิ่งเร้าใดสิ่งเร้าหนึ่งในสังคม รวมทั้งเป็นความรู้สึกที่เกิดจากการเรียนรู้ในแง่ว่าชอบหรือไม่ชอบอย่างไรและพร้อมที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็น

2. ความหมายของเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพสอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ในหลักสูตร ซึ่งสิ่งสำคัญที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน คือ คุณธรรม ค่านิยม และเจตคติ โดยในส่วนของเจตคตินั้นสามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะ คือ เจตคติทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อคณิตศาสตร์

เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นคุณลักษณะที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนา โดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ ในลักษณะความสนใจใฝ่รู้เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ การมีเหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง ความรับผิดชอบ และความเพียรพยายาม ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นในการทำงาน

เจตคติต่อคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนอง ต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ รวมทั้ง การตระหนักในคุณค่าวิชาคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 169)

สนิท พรหมมา (2534, หน้า 24-26) ได้แบ่งลักษณะของเจตคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็น 4 ลักษณะ คือ ความเพลิดเพลิน แรงจูงใจ ความสำคัญ และ ความเป็นอิสระจากความกลัว วิชาคณิตศาสตร์ และได้แบ่งเป็น 5 ลักษณะ คือ

1. เจตคติ เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อ วิชาคณิตศาสตร์ทั้งทางด้านดีและไม่ดีเกี่ยวกับประโยชน์ ความสำคัญ และเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์
2. ความสนใจ เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกชอบพอลสิ่งหนึ่งสิ่งใด มากกว่าสิ่งอื่น
3. แรงจูงใจ เป็นความปรารถนาที่จะทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ลุล่วงไป โดยพยายามเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ และพยายามทำให้ดี บุคคลที่มีแรงจูงใจจะสบายใจ เมื่อตนได้ทำสิ่งนั้นสำเร็จ และจะมีความวิตกกังวลหากประสบความล้มเหลว
4. ความวิตกกังวล สภาวะจิตที่มีความตึงเครียด หวาดระแวง กลัว ทั้งหาสาเหตุได้และไม่ได้ และมักจะเกี่ยวข้องกับความต้องการที่เกี่ยวข้องกันหลาย ประการ พฤติกรรมที่แสดงถึงความวิตกกังวล เช่น ความตื่นเต้น ความหวาดกลัว ความตึงเครียด ความมีอารมณ์อ่อนไหว ความเหนียมอาย และความรู้สึกขัดแย้งลับสน
5. มโนภาพแห่งตน เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับตนเองในด้านค่านิยม ทางวิชาการความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การปรับตัวทางอารมณ์

เจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ตามแนวความคิดของ Wilison (1973 อ้างถึงใน อารมณีย์ เข็มเพชร, 2552, หน้า 67-68)

1. ความพึงพอใจ (Willingness) เป็นสภาวะที่เกิดความอยากจะรับ
สิ่งที่มีมากระตุ้นความรู้สึก เช่น ได้รับรู้เนื้อหาใหม่ หรือเกมที่ต้องใช้ความอดทนในการเล่น
เป็นต้น

2. ความสนใจ (Interest) เป็นสภาวะต่อตัวเองจากความพึงพอใจ
ที่สะสมในตัวมากขึ้นแตกต่างกันไป เช่น เนื้อหาในแต่ละระดับ วิธีสอน บุคลิกของครู ฯลฯ

3. แรงจูงใจ (Motivation) ในกรณีที่นักเรียนสนใจวิชาที่เรียน
พฤติกรรมต่าง ๆ ที่จะตามมา คือ พยายามทำสิ่งต่าง ๆ ให้สำเร็จโดยไม่ท้อถอย ถ้าไม่สนใจ
ก็จะแสดงพฤติกรรมในทางตรงกันข้าม

4. ความวิตกกังวล (Anxiety) เป็นสภาวะที่มีความตึงเครียด
ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากการตั้งความหวังไว้แล้วกลัวทำไม่เสร็จ หรือทำแล้วไม่ประสบ
ความสำเร็จ หรือความไม่พร้อมแต่ต้องทำ

5. มโนภาพแห่งตน (Self-Concept) เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับสภาพ
ของตนเองหลังจากที่ได้เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สรุป เจตคติต่อการวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นหรือ
ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังจากได้รับการพัฒนาผ่านกระบวนการ
เรียนรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกหรือความเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชา
คณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดจากประสบการณ์จากกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่เน้น
กระบวนการคิดสร้างสรรค์

3. องค์ประกอบของเจตคติ

องค์ประกอบของเจตคติ จะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่
องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย องค์ประกอบด้านความรู้สึก และองค์ประกอบด้านปฏิบัติ
ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายในแต่ละด้านไว้ ดังนี้

จกมลรัตน์ อาจค์ตรู (2544, หน้า 28) ได้กล่าวถึงการแบ่งองค์ประกอบ
ของเจตคติ Roseberg and Hovland (1960) ไว้ว่าองค์ประกอบของเจตคติมี 3 อย่าง คือ

1. องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Component) ได้แก่
ความเชื่อหรือแนวคิด (Concept) หรือการรับรู้ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อใช้เป็นรายละเอียดสำหรับ
ให้เหตุผลในการที่จะสรุปเป็นความเชื่อต่อไปซึ่งอาจจะเป็นไปในแง่ดีละแ่มไม่ตีก็ได้

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component)

เป็นส่วนประกอบด้านอารมณ์ ความรู้สึกที่จะเป็นสิ่งที่เร้าความคิดอีกต่อหนึ่ง หลังจากรู้และเข้าใจสิ่งนั้นแล้วโดยสรุปเป็นความเห็นในรูปของการประเมินผลว่า สิ่งนั้นเป็นที่พอใจหรือไม่ สำคัญหรือไม่ ดีหรือเลว และความรู้สึกนี้อาจจะแสดงออกโดยสีหน้าท่าที่เขาคิดถึงสิ่งนั้น เช่น โกรธ เกียด รัก ชอบ เป็นต้น

3. องค์ประกอบทางด้านปฏิบัติ (Behavior Component) เมื่อบุคคลมีความรู้เชิงประมาณค่าและมีความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้นแล้วผลที่จะเกิดติดตามมา คือ การปฏิบัติเพื่อให้สอดคล้องกับความรู้สึกของตนเองที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ ในทิศทางสนับสนุน คล้อยตาม หรือขัดแย้งความรู้สึก และความรู้สึกที่เป็นพื้นฐานนั้น ๆ

ดังนั้น องค์ประกอบเจตคติทั้ง 3 องค์ประกอบ มีความสัมพันธ์กัน โดยบุคคลจะมีความรู้สึกต่อสิ่งใดก็ขึ้นอยู่กับความรู้ ความเชื่อ ความรู้สึกและความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติต่อสิ่งนั้นของบุคคลแต่ละคน

4. ลักษณะของเจตคติ

ลักษณะของเจตคติเกิดจากประสบการณ์ สิ่งเร้าต่าง ๆ รอบตัวบุคคล การอบรมเลี้ยงดู การเรียนรู้ขนบธรรมเนียมประเพณี และวัฒนธรรม เป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดเจตคติ แม้ว่าจะมีประสบการณ์ที่เหมือนกันก็เป็นเจตคติที่แตกต่างกันได้ ด้วยสาเหตุหลายประการ เช่น สติปัญญา อายุ เป็นต้น

เชดคักดี โฆวาสินธี (2529, หน้า 66-67 อ้างถึงใน สาริณี วงษ์นะ รุ่งโรจน์, 2550, หน้า 35) กล่าวถึงลักษณะของเจตคติ พอสรุปได้ดังนี้

1. เจตคติของความรู้สึกทางจิตใจที่มีต่อสิ่งเร้าสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
2. เจตคติเป็นผลที่ขึ้นอยู่กับบุคคลประเมินผลสิ่งเร้าแล้วแปรเปลี่ยนมาเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจที่จะแสดงพฤติกรรม
3. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มากกว่าเป็นสิ่งที่กำหนดขึ้นเอง
4. เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วมีลักษณะคงที่และเปลี่ยนแปลงได้ยาก แต่เมื่อการเรียนรู้หรือประสบการณ์เปลี่ยนไป เจตคติดีย่อมเปลี่ยนแปลงไปด้วย
5. เจตคติของบุคคลแปรค่าได้ทั้งคุณค่าและความเข้ม โดยจะครอบคลุมช่วงของเจตคตินั้น นั่นคือ ทางบวก (Positive) ทางลบ (Negative) หรือเป็นกลาง (Neutral)

วณิช บรรจง (2545, หน้า 13-14) กล่าวว่า ลักษณะของเจตคติที่สำคัญ ๆ ดังนี้ เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ของคน หากใช้เป็นสิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด เมื่อเด็กเกิดการเรียนรู้จะมีความรู้สึกและมีความคิดเห็นต่อสิ่งที่เรียนรู้นั้น เจตคติเป็นสภาพทางจิตที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำของบุคคล เป็นอันมาจากความรู้สึก และมีความคิดเห็นต่อสิ่งที่เรียนรู้นั้น เจตคติเป็นสภาพทางจิตที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำเพราะมันจะเป็นส่วนประกอบที่กำหนดแนวทางได้ว่าคนประสบสิ่งใด ๆ แล้วคน ๆ นั้นจะมีท่าทีต่อสิ่งนั้นอันจำกัด เจตคติเป็นสภาพจิตใจที่มีความถาวรพอสมควร มิฉะนั้นแล้วมันคงไม่สามารถกำหนดท่าทีของคนได้เป็นประจำ ถ้าเรามีเจตคติที่มั่นคงต่อสิ่งใดแล้วเราก็มักมีแนวคิดวนเวียนไปตามเจตคติของเราบางครั้งมีอิทธิพลมากถึงขนาดที่ทำให้คนไม่ยอมรับข้อเท็จจริงบางอย่างที่ขัดกับเจตคติของตนเองด้วย

5. การสร้างเจตคติในการจัดการเรียนรู้

การสร้างเจตคตินับว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ การทำงานอย่างหนึ่ง นอกจากความพร้อมและการตั้งใจ บุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อการทำงาน จะช่วยให้ทำงานได้ผล ทั้งนี้เพราะเจตคติเป็นต้นกำเนิดของความคิดและการแสดงการกระทำออกมานั่นเอง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 33) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่าเป็นความรู้เชือศรัทธาต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนเกิดความพร้อมที่จะแสดงการกระทำออกมา ซึ่งอาจไปเป็นแนวทางที่ดีหรือไม่ดีก็ได้

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2550, หน้า 1) กล่าวว่า เป็นพฤติกรรมหรือความรู้สึกทางจิตใจที่มีต่อสิ่งเร้าใดสิ่งเร้าหนึ่งในทางสังคม รวมทั้งเป็นความรู้สึกที่เกิดจากการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งเร้าหรือเกี่ยวกับประสบการณ์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์นี้เป็นสิ่งที่พึงปรารถนาอย่างยิ่ง เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสอนได้โดยตรงแต่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นหรือได้รับการปลูกฝังที่ละน้อยกับนักเรียนโดยผ่านทางกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้ง ครูควรคำนึงด้วยว่าจะเป็แนวทางนำนักเรียนไปสู่เจตคติที่ดีหรือไม่ดีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์หรือไม่

1. ทำไมนักเรียนจึงมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสาระคณิตศาสตร์
2. ครูดูทำการบ้านมาก กิจกรรมการสอนของครูไม่น่าสนใจ ครูจัดบรรยากาศในห้องเรียนไม่เหมาะสม ครูให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมไม่ทั่วถึง
3. ครูสร้างเจตคติให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้อย่างไร เช่น
 - เตรียมการสอน นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เน้นกระบวนการ สอนแล้วสนุก มีเพลงเกม ทายปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีกิจกรรมที่แปลกใหม่ มีสื่อที่ทำนักเรียน เกิดการเรียนรู้ ทั้งรายกลุ่มและรายบุคคลเป็นคนมีเหตุผล มีความขยันอดทนและมีความรับผิดชอบ มีความรักและชอบคณิตศาสตร์ เป็นคนที่มีอารมณ์ดี ยิ้มแย้มแจ่มใส ไม่เครียด มีอารมณ์ขัน สนใจเอาใจใส่นักเรียนอย่างทั่วถึง มีความอ่อนโยน ให้ความเป็นกันเองกับเด็ก พูดจาไพเราะ หวาน เข้าใจจิตใจนักเรียนจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้เหมาะสม มีเจตคติที่ดีในการปฏิบัติงาน

ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครูผู้สอน ต้องคำนึงถึงทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาของนักเรียน จะมีพัฒนาการทางปัญญา โดยอาศัยประสาทสัมผัสเรียนรู้จากการกระทำมากที่สุด การสอนควรเริ่มการสอน เมื่อนักเรียนมีความพร้อม ให้เรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรมและใช้การเสริมแรง เพื่อสร้างเจตคติที่ดีและทำให้นักเรียนมีความสนใจ ในการเรียนคณิตศาสตร์

6. การพัฒนาเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งครูและนักเรียน มีความพึงประสงค์ และปรารถนาอย่างยิ่งในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้เกิด การพัฒนา ซึ่งการพัฒนาเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้มีผู้เสนอแนวทางไว้ ดังนี้

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2535, หน้า 29-30) กล่าวว่า ในการเรียน การสอนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิชานี้เป็นสิ่งที่พึงปรารถนาอย่างยิ่ง เจตคติเป็นสิ่งที่ ไม่สามารถสอนได้โดยตรง แต่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้น หรือได้รับการปลูกฝังทีละเล็กทีละน้อยกับ ตัวนักเรียนผ่านทางกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทุกครั้ง จึงสมควรคำนึงถึงด้วยว่าเป็นการนำนักเรียนไปสู่เจตคติที่ดีหรือไม่ต่อวิชา คณิตศาสตร์หรือไม่เพียงไร

พฤติกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ครูจะต้องมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อจะได้มีแรงและ
กำลังใจที่จะถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียน
 2. ครูจะต้องมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียน ทั้งผู้ที่มีความสามารถ
ในการเรียนสูงและผู้ที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ เพื่อที่จะไปส่งเสริมคนเก่งให้เก่งยิ่งขึ้น
และช่วยพุงคนไม่เก่งให้สามารถเรียนต่อไปได้
 3. การจัดห้องเรียนให้น่าสนใจและส่งเสริมการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์ เช่น จัดป้ายนิเทศ มีหนังสือ ภาพ เกมต่าง ๆ
 4. การกระทำต่อไปนี้ช่วยสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้
 - 4.1 ใช้คำถามปลายเปิด เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากรู้อยากเห็น
 - 4.2 ทำงานกับนักเรียนด้วยความอดทนและใจเย็นจนนักเรียน
แต่ละคนประสบความสำเร็จ นักเรียนจะได้มีความมั่นใจในตนเอง
 - 4.3 เลือกใช้วิธีสอนและสื่อการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้
นักเรียนมีส่วนร่วมเพื่อว่าจะได้มีความสนุกในการเรียน
 - 4.4 ให้งานนักเรียนตามความสามารถและอย่างมีเหตุผล
เพื่อให้นักเรียนจะได้มองเห็นประโยชน์และคุณค่า
 - 4.5 ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจลักษณะ โครงสร้าง และประโยชน์
ของวิชาคณิตศาสตร์เพื่อที่จะมองเห็นคุณค่าและเกิดความซาบซึ้ง
 - 4.6 ให้คณิตศาสตร์เป็นการสนองตอบในทางบวกไม่ใช่ทางลบ
เช่น ไม่ทำโทษนักเรียนด้วยการให้โทษคณิตหลาย ๆ ข้อ
- สาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ อุทัย เพชรช่วย
(2536, หน้า 3-7) ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้
1. นักเรียนขาดความเข้าใจในความคิดรวบยอดและหลักการทาง
คณิตศาสตร์อันจะเป็นตัวทำลายความอยากรู้อยากเห็น และความกระตือรือร้นในการเรียน
 2. นักเรียนไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งนำไปสู่
การสูญเสียความเชื่อมั่นในความสำคัญของคณิตศาสตร์
 3. นักเรียนได้รับมอบหมายในการทำงานซ้ำซาก และมากเกินไป

4. ครูขาดความเชื่อมั่นในตนเอง จะทำให้นักเรียนขาดความเชื่อมั่นในตัวครู ซึ่งย่อมมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ด้วย

5. กิจกรรมการเรียนการสอนไม่น่าสนใจ ทำให้นักเรียนขาดความสนใจและเกิดความเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน

6. นักเรียนขาดความสำเร็จในการเรียน ทำให้เกิดความไม่ชอบอันจะนำไปสู่ความกลัว และความเกลียดในที่สุด

สรุปได้ว่า การพัฒนาเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น ครูจะต้องมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียน มีความอดทนใจเย็น มีเทคนิคการสอนที่ดี ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสมเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนกระตุ้นนักเรียนให้มีความอยากรู้ อยากรูเห็น โดยใช้คำถามปลายเปิด ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจลักษณะ โครงสร้าง และประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนตามความสามารถและมีเหตุผลเพื่อนักเรียนจะได้มีความมั่นใจในตนเอง ส่งผลให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนและเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์

7. การวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

การวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่น่าไปใช้ เพื่อการประเมินหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียน กระบวนการสอนของผู้สอน ความยากง่ายหรือความสลับซับซ้อนของเนื้อหาสาระ การจัดลำดับของเนื้อหา ตลอดจนวิธีการวัดผลประเมินผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 170) และกระทรวงศึกษาธิการ (2546, หน้า 154-155) ได้เสนอวิธีวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การให้นักเรียนออกมากล่าวแสดงความรู้สึกรู้สึกที่มีต่อการเรียนหรือการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
2. การซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนหรือการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
3. การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์
4. การให้นักเรียนเติมข้อความเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อคณิตศาสตร์
5. การให้นักเรียนเขียนบรรยายความรู้สึกรู้สึกของตนเองที่มีต่อคณิตศาสตร์

6. การให้ทำแบบรายงานตนเองจาก

6.1 แบบสำรวจความเห็นของนักเรียน

6.2 แบบสำรวจความรู้สึกและความเห็นของนักเรียน

ที่มีต่อข้อความเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

7. การใช้มาตรการจัดอันดับคุณภาพ

8. การใช้มาตราวัดของลิเคอร์ท

9. การสร้างสถานการณ์วัดแบบเลือกตอบ

หลักการเขียนข้อความวัดเจตคติ ดังนี้

1. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่อ้างถึงอดีตหรือที่ผ่านมา เช่น
ฉันเคยชอบเรียนคณิตศาสตร์

2. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นจริง หรือความสามารถ
ตีความได้ว่าเป็นจริง หรือเท็จ เช่น คณิตศาสตร์มีแต่ตัวเลข

3. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่ไม่อาจแสดงความเห็น
หรือไม่เกี่ยวกับประเด็นพยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่กำกวม

4. แต่ละข้อความต้องแสดงความเห็นความเห็นเดียวที่สมบูรณ์
ในตัวเอง พยายามเลือกข้อความที่มีลักษณะเป็นกลาง หลีกเลี่ยงคำที่กว้าง ๆ

5. หลีกเลี่ยงการใช้ข้อความในรูปประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ
เพราะจะทำให้ผู้ตอบเกิดความหลงผิดก็ได้

วิธีการสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert' Scale)

ซึ่ง พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2552, หน้า 224-225) ได้อธิบายลำดับขั้นตอนการสร้างไว้ว่า
มาตรฐานการสร้างแบบวิธีของลิเคอร์ท แบ่งกำหนดช่วงความรู้สึกของคนเป็น 5 ช่วง
หรือ 5 ระดับ คือ

ระดับที่ 5 มากที่สุด

ระดับที่ 4 มาก

ระดับที่ 3 ปานกลาง

ระดับที่ 2 น้อย

ระดับที่ 1 น้อยที่สุด

กำหนดการให้คะแนนของการตอบแต่ละข้อตัวเลือก โดยทั่วไปจะกำหนดคะแนนข้อความทางบวกเป็น 5 4 3 2 1 (หรือ 4 3 2 1 0) และข้อความทางลบเป็น 1 2 3 4 5 (หรือ 0 1 2 3 4)

ข้อความที่บรรจุลงในมาตรการวัด ประกอบด้วย ข้อความแสดงความรู้สึกทางบวกและทางลบ โดยทั่วไปมีจำนวนข้อความตั้งแต่ 20 ข้อขึ้นไป การกำหนดน้ำหนักคะแนนตอบแต่ละข้อตัวเลือก กระทำต่อเมื่อได้รวบรวมข้อมูลมาแล้ว โดยกำหนดตามวิธีกำหนดค่าคะแนน ซึ่งนิยมใช้กันมาก มีขั้นตอน ดังนี้

1. พิจารณาว่าจะต้องการจะวัดเจตคติของใครที่มีต่อใคร และให้ความหมายของสิ่งที่จะวัดให้แน่นอน
2. เมื่อตีความหมายของสิ่งที่จะวัดแน่นอนแล้ว ก็สร้างข้อความในแต่ละหัวข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาในหัวข้อเหล่านั้น ข้อความนี้อาจเขียนขึ้นเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ เช่น ผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่าง ๆ เป็นต้น แต่จะต้องมีลักษณะ ดังนี้
 - ต้องเป็นข้อความที่เขียนในแง่ความรู้สึก ความเชื่อ หรือความตั้งใจที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่ใช่ข้อเท็จจริง
 - ข้อความที่บรรจุลงในสเกล จะต้องประกอบด้วยข้อความที่เป็นบวกและเป็นลบคละกัน หลีกเลี่ยงการใช้คำคุณศัพท์หรือกริยาวิเศษณ์ เช่น เสมอ บ่อย ๆ ทั้งหมด เป็นต้น
 - ข้อความแต่ละข้อความจะต้องสั้น เข้าใจง่าย และชัดเจน ไม่กำกวม จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้นในครั้งแรกควรมีประมาณ 30 ข้อความขึ้นไป เพราะจะต้องเลือกข้อความให้เหลือประมาณ 20-25 ข้อความในแต่ละเรื่องที่จะวัด
3. เมื่อได้ข้อความเพียงพอแล้วบรรจุลงในสเกล โดยให้ตัวเลือก 5 ตัวเลือก ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4. นำข้อความที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องนั้น ๆ ตรวจสอบโดยพิจารณาด้านคุณลักษณะ และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตลอดจนตอบกลับข้อความว่าสอดคล้องกันเพียงใด
5. ตรวจสอบคุณภาพด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของมาตรการวัดเจตคติ

สรุปได้ว่า การวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีหลายวิธี ได้แก่ การให้นักเรียนออกมากล่าวแสดงความรู้สึก การซักถามนักเรียน การสังเกตพฤติกรรม การให้นักเรียนเขียนเติมข้อความ การเขียนบรรยาย การทำรายงานแบบสำรวจความคิดเห็น แบบสำรวจความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์ อาจใช้มาตราการจัดอันดับคุณภาพ ใช้มาตราวัดของลิเคิร์ต การสร้างสถานการณ์แบบเลือกตอบ สำหรับผู้วิจัยใช้วิธีวัดโดยสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert' Scale)

8. ประโยชน์ของการวัดเจตคติที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลการประเมินด้านเจตคติสามารถนำไปใช้ได้ 2 ลักษณะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 176-177) คือ

1. เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน ผลการประเมินที่ได้รับ การเปรียบเทียบระหว่างผู้สอนและผู้เรียนแล้ว สามารถนำไปเป็นแนวทางการปรับปรุงการเรียนการสอนได้ ดังนี้
 - ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าผู้เรียนมีระดับเจตคติสูงอยู่แล้ว ผู้สอนจึงควรส่งเสริมผู้เรียนให้มีการพัฒนาระดับสูงขึ้น
 - ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางหรือน้อย ผู้สอนควรจะปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น
 - ถ้าบันทึกผลการประเมินของผู้สอนและผู้เรียนไม่สอดคล้องกัน ผู้สอนควรวิเคราะห์ผลการประเมินที่คลาดเคลื่อน อันเนื่องมาจากการประเมินของตนเองอีกครั้ง เช่น ถ้าผลการประเมินคุณลักษณะด้าน “การทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา” ของผู้เรียนอยู่ในระดับดีมาก แต่ผลการประเมินของผู้สอนอยู่ในระดับน้อย ผู้สอนควรวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนอีกครั้ง และอธิบายให้ผู้เรียนทราบถึงพฤติกรรมที่ต้องปรับปรุง โดยผู้สอนต้องติดตามและสังเกตพัฒนาการของผู้เรียนในคุณลักษณะข้อนั้น ๆ อย่างต่อเนื่อง
2. เพื่อตัดสินผลการเรียนปลายภาค ผู้สอนจะต้องประเมินพฤติกรรมที่แสดงออกเกี่ยวกับเจตคติทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ แล้วนำมาสรุปถึงพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนในภาพรวม โดยผู้สอนจะนำผลสรุปที่ได้จากการประเมินนี้ไปเป็นส่วนหนึ่งในการตัดสินผลการเรียนปลายภาค ซึ่งผู้สอนแต่ละคนอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของการประเมินเจตคติทางคณิตศาสตร์ไว้แตกต่างกันได้

สรุปว่า ประโยชน์ของการวัดเจตคติที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ 2 ลักษณะ คือ เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนและเพื่อตัดสินผลการเรียนปลายภาค

จากการศึกษาเอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจจะเป็นในทางบวก ทางลบ หรือปานกลาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งในการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์นั้น ครูต้องมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียนด้วยในการวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีหลายวิธี ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีโดยการสร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert Scale) และในการวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ครั้งนี้ เพื่อต้องการศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกุสุมาลัยวิทยาาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ว่าอยู่ในระดับใด เพื่อนำผลการประเมินเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

นภารัตน์ หวังสุขกลาง (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วัดอุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษาการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ที่ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 60 ขึ้นไป และ 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไป นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย (มอดินแดง) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 49 คน เครื่องมือที่ใช้คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 8 แผน 2) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและแฟ้มสะสมผลงาน

และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบวัดผลกระบวนการแก้ปัญหา ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 57.14 ได้คะแนนในด้านทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 60.78 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนจำนวน ร้อยละ 71.42 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 73.78 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อารีย์ สุขใจวรเวทย์ (2553, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบ ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบ ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1 2) ศึกษาความสามารถในการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1 3) ศึกษาความพึงพอใจ ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดหนองกลางดำน สำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 2 จำนวน 15 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลการเรียนรู้เรื่อง การบวกและการลบ ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนน หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ 2) ความสามารถในการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) โดยภาพรวมทั้ง (7E) มีความสามารถอยู่ในระดับดี และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ (7E) อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

วุฒิชัย ฉายวงศ์ศรีสุข (2552 อ้างถึงใน อารีย์ สุขใจวรเวทย์, 2553, หน้า 60) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการลองสอน 2 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มัณฑนา หาชัย (2556, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบ (7E) ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสารสาส์น ประชาอุทิศพิทยาคาร โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่าง การจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) กับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ

2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนกับก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) และโดยวิธีปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสารสาสน์ ประชานุกูลพิทยาคาร จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 45 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ ข้อมูลโดยการทดสอบค่าที่ ผลการศึกษาพบว่า

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) สูงกว่าการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) และการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สิยานา ประทีปวัฒนพันธ์ (2558, บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนห้องเรียน สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนแบบ STAD โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้ STAD เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนห้อง สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยใช้เกณฑ์ผ่านร้อยละ 50 ของคะแนนที่ถูกหักออกจากการทดสอบก่อนเรียน และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ t-test แบบ One sample กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/8 ห้องเรียน สสวท. ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสตูลวิทยา อำเภอเมืองสตูล จังหวัดสตูล จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่มจากนักเรียนห้องเรียน สสวท. จำนวน 2 ห้องเรียน (3/7 และ 3/8) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนแบบ STAD ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.87/77.58 ซึ่งสอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย

เท่ากับ 20.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ผ่านเฉลี่ยร้อยละ 50 ของคะแนน ที่ถูกหักออกจากการทดสอบก่อนเรียน (16.13 คะแนน) และ 3) เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเกณฑ์ร้อยละ 75 (19.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 26 คะแนน) นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.58 (20.17 คะแนน) ซึ่งไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุภาภรณ์ ชิตโคกสูง, สุวรรณ จัณฑ์ทอง และอุษา คงทอง (2560, หน้า 109) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 2) ศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวันครู 2502 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 1 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน ซึ่งผลความสามารถของนักเรียน ซึ่งได้มาด้วยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่น 0.82 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบ ค่าที่แบบกลุ่มเดียวและแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

แอนนา สุภาพงษ์, พรรณทิพา ดันดินัย และเวชฤทธิ์ อังณะภัทรขจร (2561, หน้า 39) ได้ศึกษาวิจัยผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) จำนวน 4 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที่ แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for one sample) ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Hovermill (2004, p. 2416-A) ได้ศึกษาการเรียนแบบสืบสวน (สืบเสาะหาความรู้) โดยใช้เทคโนโลยีในวิชาคณิตศาสตร์ และสถิติด้วยความเข้าใจโครงการพัฒนาอย่างมืออาชีพ การศึกษานี้ได้ให้ประโยชน์ หลักการทดลองในการพัฒนาครูที่จะสนับสนุนและตรวจสอบอย่างลึก ความเข้าใจของครูและเนื้อหาที่ได้จากการปฏิบัติ การศึกษาเกี่ยวกับกฎเกณฑ์และการสอนแบบต่าง ๆ ผลการศึกษาพบว่า เกิดตัวอย่างของความบกพร่องการพัฒนาและการลดความยุ่งยากที่น่าถือเป็นแบบอย่างของการเรียนแบบสืบสวน (สืบเสาะหาความรู้) โดยใช้เทคโนโลยีสนับสนุน ซึ่งได้แสดงให้เห็นจุดสำคัญจากกรอบความคิดรวบยอดในการเรียนรู้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ การปฏิบัติที่เป็นแบบอย่างได้เกิดขึ้นในครูที่สอนแบบสืบสวนที่ยึดความเข้าใจในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สิ่งนี้สามารถบอกได้ว่าการพัฒนาการสอนแบบมืออาชีพสืบเนื่องมาจากการสอน

แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้ครูสามารถเรียนรู้ได้ฝึกปฏิบัติได้เพื่อความสำเร็จโดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบนี้

Ebrahim (2004, p. 1232–A) ได้ทำการศึกษาตรวจสอบผลการสอน 2 วิธี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับประถมศึกษาในประเทศคูเวต โดยใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม โดยวิธีการสอนแบบดั้งเดิมและวิธีการสอนสืบเสาะแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4E) ทำการศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 111 คน จาก 4 ห้องเรียน กลุ่มทดลองจำนวน 56 คน ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4E) ส่วนกลุ่มควบคุม จำนวน 55 คน ได้รับการสอนแบบวิธีดั้งเดิม ระยะเวลาในการศึกษา 4 สัปดาห์ โดยครูผู้หญิง 1 คน สอนนักเรียนชายทั้ง 2 กลุ่ม และครูผู้หญิงอีก 1 คน สอนนักเรียนหญิงทั้ง 2 กลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวัด คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ วัดก่อนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4E) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4E) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าวิธีการสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ

Yenilmez and Ersoy (2008, pp. 49–60) ได้ศึกษาความคิดเห็นของครูฝึกสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ต่อการประยุกต์ใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ผ่านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในห้องเรียน พบว่า ความคิดเห็นของครูฝึกสอนรายวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และยังพบว่า ความคิดเห็นของครูฝึกสอนรายวิชาคณิตศาสตร์มีแนวโน้มสูงขึ้นทั้งสองเพศ และทั้งสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่เป็นเจ้าของคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ร่วม โดยเฉพาะจำนวนครูฝึกสอนที่เป็นผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ร่วมอยู่ในระดับต่ำแต่มีคะแนนความคิดเห็นสูง แสดงให้เห็นว่าครูฝึกสอนรายวิชาคณิตศาสตร์เห็นด้วยกับการประยุกต์ใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์

Kanli and Yagbasan (2008, p. 91) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1 โดยเปรียบเทียบผลการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E)

กับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย พบว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ทำให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสำคัญต่อวิธีการจัดการเรียนรู้ นำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสาระจำนวนและการดำเนินการ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน และมีการประเมินความสามารถในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ทุกกิจกรรม ส่งผลไปที่ตัวผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามความเหมาะสมกับบุคลิกภาวะ ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด วิเคราะห์ เนื้อหา จนสามารถสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีสาระสำคัญในการสอนแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Exploration: E1) หมายถึง การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิมในเรื่องที่จะเรียนออกมา เพื่อครูจะได้รู้ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage: E2) หมายถึง ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration: E3) หมายถึง การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่มาจัดความสัมพันธ์ในเรื่องที่เรียน
4. ขั้นอธิบาย (Explanation: E4) หมายถึง การตรวจตอบเพื่อนำมารวบรวมเพื่อสรุปผลและหาคำตอบ
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration: E5) หมายถึง เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงความรู้เดิม
6. ขั้นประเมินผล (Evaluation: E6) หมายถึง กิจกรรมที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวคิดและหาคำตอบที่ถูกต้อง
7. ขั้นนำความรู้นำไปใช้ (Extension: E7) หมายถึง นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างเป็นความรู้ใหม่