

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสุขในการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนมุกดาหาร
 - 1.1 วิสัยทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนมุกดาหาร
ภารกิจ เป้าหมาย
 - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.3 คุณภาพผู้เรียน
 - 1.4 ตัวชี้วัดและเวลาเรียน
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.2 แนวคิด ทฤษฎี และหลักการของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.3 ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.4 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.5 ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. การสอนแบบเปิด
 - 3.1 ความหมายของการสอนแบบเปิด
 - 3.2 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิด
 - 3.3 การสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด
 - 3.4 การสร้างปัญหาปลายเปิด

4. การใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 4.1 ความหมายของการใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 4.2 แนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 4.3 ลักษณะสำคัญของการใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 4.4 รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
5. STEM Education
 - 5.1 ความหมายของการเรียนรู้ตามแนวคิดของ STEM Education
 - 5.2 แนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคิดของ STEM Education
 - 5.3 การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education
6. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โดยใช้การสอนเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education
 - 6.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education
 - 6.2 ความสำคัญของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education
 - 6.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education
 - 6.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
7. เจตคติในการเรียน
 - 7.1 ความหมายและลักษณะของเจตคติในการเรียน
 - 7.2 ลักษณะและองค์ประกอบของเจตคติในการเรียน
 - 7.3 การวัดและเกณฑ์การประเมินเจตคติในการเรียน
8. ความคิดสร้างสรรค์
 - 8.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 8.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 8.3 ลักษณะความคิดสร้างสรรค์
 - 8.4 การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
 - 8.5 การวัดและเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

9. ความสุขในการเรียน

9.1 ความหมายของความสุขในการเรียน

9.2 องค์ประกอบของความสุขในการเรียน

9.3 การส่งเสริมและพัฒนาความสุขในการเรียน

9.4 การวัดและเกณฑ์การประเมินความสุขในการเรียน

10. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

10.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

10.2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

10.3 การวัดและเกณฑ์การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

11.1 งานวิจัยในประเทศ

11.2 งานวิจัยต่างประเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนมุกดาหาร

1. วิสัยทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนมุกดาหาร ภารกิจ เป้าหมาย

1.1 วิสัยทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนมุกดาหาร

มุ่งจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามศักยภาพ จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความสุข และส่งเสริมผู้เรียนให้มีความรู้พร้อมก้าวสู่ประชาคมอาเซียน

1.2 ภารกิจ

1. มีสื่อและและอุปกรณ์การสอนที่ทันสมัยและเพียงพอ
2. จัดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพทางด้านคณิตศาสตร์
3. ปลุกฝังให้นักเรียนมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์
4. ส่งเสริมนักเรียนให้มีความพร้อมในก้าวสู่ประชาคมอาเซียน

1.3 เป้าหมาย

ฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง และสามารถอยู่ร่วมในสังคมอย่างมีความสุข

2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึ่งภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
หมายเหตุ

1. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

2. ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินในระหว่างการเรียนการสอน หรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้

3. คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้
3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้งานเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้
4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้
5. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์ หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้
7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อความเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้เหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

3. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

4. เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

6. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต โดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

7. รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

8. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้ เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของ เหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4. โครงสร้างตัวชี้วัดและเวลาเรียน

โครงสร้างตัวชี้วัดและเวลาเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 รหัสวิชา ค21102 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1.5 หน่วยกิต (60 ชม.) ประจำปีการศึกษา 2560

ตาราง 1 โครงสร้างตัวชี้วัดและเวลาเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 รหัส ค21102 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1.5 หน่วยกิต (60 ชม.) ประจำปีการศึกษา 2560

หน่วยที่	ตัวชี้วัด	จำนวน ชั่วโมง
1	1. ระบุหรือยกตัวอย่าง และเปรียบเทียบ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม	2

ตาราง 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ตัวชี้วัด	จำนวน ชั่วโมง
1	2. บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนและทศนิยม และนำไปใช้ แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบาย ผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอก ความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของ เศษส่วนและทศนิยม	12
2	3. ใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงใช้ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ ที่ได้ จากการคำนวณ	4
3	4. เขียนกราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉากแสดงความเกี่ยวข้อง ของปริมาณสองชุดที่กำหนดให้	4
	5. อ่านและแปลความหมายของกราฟบนระนาบในระบบพิกัด ฉากที่กำหนดให้	2
4	6. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้	4
	7. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย	6
	8. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์ หรือ ปัญหาอย่างง่าย	4
	9. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	6
5	10. สร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้การสร้างพื้นฐานทาง เรขาคณิต และบอกขั้นตอนการสร้างโดยไม่เน้นการพิสูจน์	2
	11. สืบเสาะ สังเกต และคาดการณ์เกี่ยวกับสมบัติทาง เรขาคณิต	2
	12. อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่ กำหนดให้	2

ตาราง 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ตัวชี้วัด	จำนวน ชั่วโมง
	13. ระบุภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า (Front View) ด้านข้าง (Side View) หรือ ด้านบน (Top View) ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้	2
	14. วาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้	2
สอบวัดผลกลางภาค/ปลายภาค		6
รวม		60

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอน ชุดการเรียนรู้ ชุดกิจกรรม หรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังต่อไปนี้

Good (1973, p. 306) กล่าวว่า ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปเฉพาะ ซึ่งประกอบไปด้วย เนื้อหา คู่มือครู แบบฝึกหัด จุดประสงค์การเรียนรู้

ชยาภรณ์ รักพอ (2551, หน้า 29) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้หมายถึง สื่อการสอนที่ครูสร้างขึ้นจากการประมวลเนื้อหา ประสบการณ์ แนวคิด กิจกรรมหรือสื่อหลาย ๆ อย่าง มาผสมผสานกันอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกัน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีครูเป็นผู้แนะนำและช่วยเหลือให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

พนารัตน์ ศรีปัญญากร (2553, หน้า 46) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการเรียนสำเร็จรูปที่รวบรวมอย่างสมบูรณ์ตามแบบแผนที่วางไว้ที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยตามความสามารถ ความสนใจ

เพื่อบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยผู้เรียนทำกิจกรรมในบทเรียนด้วยตนเอง ครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ ในชุดการเรียนรู้ประกอบคำชี้แจง ชื่อเรื่อง จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรม การวัดผลประเมินผลด้วยแผนการสอน คู่มือครู แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในกิจกรรม (คำสั่ง เนื้อหา และแบบฝึกหัด)

สระรียา สะและหมัด (2555, หน้า 341) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นลักษณะของสื่อประสม ซึ่งจัดไว้เป็นชุด ๆ โดยมีกิจกรรมประกอบการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาในแต่ละหน่วย

วีรดาภรณ์ ลาบรรเทา (2557, หน้า 54) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการสอน หรือชุดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งประกอบเข้าเป็นชุดที่ก่อให้เกิดความสมบูรณ์ในตัวเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ตามขั้นตอน ตามความสนใจและความสามารถ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือให้ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนจนประสบผลสำเร็จ

จากความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปที่เป็นนวัตกรรมที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยชื่อเรื่อง คำชี้แจง จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรม การวัดผลประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีครูเป็นผู้แนะนำให้ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนจนบรรลุจุดมุ่งหมาย

2. แนวคิด ทฤษฎี และหลักการของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

บุญเกื้อ บุญหาเวช (2545, หน้า 92) ได้กล่าวถึงแนวคิด ทฤษฎี และหลักการของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

2.1 ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยา มาใช้ในการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน เป็นสำคัญบุคคลมีความแตกต่างกันหลายด้าน กล่าวคือ ความสามารถ สถิติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม และความแตกต่างอื่น ๆ วิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือ การจัดการสอนรายบุคคลหรือการศึกษาตามสภาพ การศึกษาแบบเสรี และการศึกษาดด้วยตนเอง ล้วนเป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตาม

สติปัญญาความสามารถ และความสนใจโดยครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือตามความเหมาะสม

2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้หมายถึงการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียน ดังนี้

2.2.1 เข้าร่วมกิจกรรมในการเรียนด้วยตนเอง

2.2.2 การทราบผลการเรียนทันที

2.2.3 มีการเสริมแรงอันจะทำให้นักเรียนกระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำหรือหลีกเลี่ยงไม่กระทำ

2.2.4 ได้เรียนรู้ไปที่ละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจ

2.2.5 การนำเอาสื่อประสมมาใช้ หมายถึง การนำสื่อการสอน

หลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างมีระบบ สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เร้าความสนใจ ในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่อการอธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง การใช้สื่อประสมช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสาน กับให้นักเรียนได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

2.2.6 การเอากระบวนการกลุ่มมาใช้ เดิมเน้นความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนในห้องเรียนมีลักษณะเป็นทางเดียวกล่าวคือ ครูเป็นผู้นำ นักเรียนเป็นผู้ตาม นักเรียนไม่มีโอกาสฝึกการทำงานเป็นกลุ่มที่จะฝึกการเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่นเมื่อโตขึ้นจึงทำงานร่วมกันไม่ได้แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตจะต้องนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ซึ่งนำมาไว้ในรูปของชุดการสอน

2.2.7 การนำวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้ในการผลิตชุดการเรียนซึ่งแตกต่างไปจากการทำโครงการสอนในปัจจุบันตรงที่ว่า ชุดการสอนมีการจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียนรายละเอียดต่าง ๆ ได้นำไปทดลองปรับปรุงจนมีคุณภาพเชื่อถือได้แล้วจึงนำมาใช้

จากแนวคิด ทฤษฎี และหลักการของชุดกิจกรรมการเรียน ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แนวคิด ทฤษฎี และหลักการของชุดกิจกรรมการเรียนยึดหลักทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ อีกทั้งยังยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรมด้วยตนเอง ทราบผลการเรียนได้ทันที มีการเสริมแรง เรียนรู้เป็นขั้นตอน

ใช้สื่อประสม เอกระบวนการกลุ่มมาใช้ และนำวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้ในการผลิตชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3. ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545, หน้า 94) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรม ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมประกอบคำบรรยาย เป็นชุดกิจกรรมสำหรับผู้สอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ได้รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนขึ้นชุดกิจกรรมแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดให้น้อยลง และเป็นการใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมอยู่ในชุดกิจกรรม ในการเสนอเนื้อหามากขึ้น สื่อที่ใช้อาจได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ เป็นต้น

2. ชุดกิจกรรมแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดกิจกรรมสำหรับผู้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดกิจกรรมชนิดนี้มักจะใช้สอนในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เป็นต้น

3. ชุดกิจกรรมแบบรายบุคคลหรือชุดกิจกรรมตามเอกัตภาพ เป็นชุดกิจกรรมสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเองอาจเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมักจะมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติมผู้เรียนสามารถจะประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ด้วยชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมชนิดนี้อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนส่วนย่อยหรือโมดูลก็ได้

ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี (2545, หน้า 59) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมได้ดังนี้

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self Study Package) คือ ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนนำไปศึกษาด้วยตนเอง โดยไม่มีครูเป็นผู้สอน เช่น บทเรียนสำเร็จรูป ชุดการเรียนรู้แบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือชุดการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายเว็ลด์ไวด์เว็บ

2. ชุดการเรียนรู้การสอน คือ ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นโดยมีครูเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เช่น ชุดฝึกอบรวม หรือชุดการสอนต่าง ๆ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550, หน้า 52-53) ได้แบ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ 3 ประเภท คือ

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยายของครู เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนกลุ่มใหญ่หรือเป็นการสอนที่มุ่งเน้นการปูพื้นฐานให้ทุกคนรับรู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบนี้ลดเวลาในการอธิบายของผู้สอนให้พูดน้อยลง เพิ่มเวลาให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติมากขึ้น โดยใช้สื่อที่มีอยู่พร้อมในชุดการสอนในการนำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ สิ่งสำคัญคือสื่อที่นำมาใช้จะต้องให้ผู้เรียนได้เห็นชัดเจนทุกคนและมีโอกาสได้ใช้ครบทุกคนหรือทุกกลุ่ม

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม หรือชุดการสอนสำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อยประมาณกลุ่มละ 4-8 คน โดยใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุดมุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนโดยให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดการสอนชนิดนี้มักใช้ในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม

3. ชุดการสอนรายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ เป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความต้องการและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ จุดประสงค์หลักคือมุ่งให้ทำความเข้าใจกับเนื้อหาวิชาเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง โดยชุดการสอนชนิดนี้ส่วนใหญ่จัดในลักษณะของหน่วยการสอนย่อยหรือโมดูล

จากประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ ชุดกิจกรรมที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและชุดกิจกรรมที่ครูเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับนักเรียน และแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ ชุดกิจกรรมประกอบคำบรรยาย ชุดกิจกรรมแบบกลุ่ม และชุดกิจกรรมรายบุคคล

4. องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สร้างต้องศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อจะได้นำองค์ประกอบเหล่านั้นไปสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545, หน้า 95-98) กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถจำแนกได้ 4 ส่วน คือ

1. คู่มือ เป็นคู่มือสำหรับนักเรียน ภายในจะมีคำชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างละเอียด อาจทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่ง หรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของการสื่อการสอนต่าง ๆ อาจประกอบด้วยบทเรียน โปรแกรม สไลด์ ฯลฯ ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดการเรียนการสอนตามบัตรคำสั่งที่กำหนดไว้

4. แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ของตนเองทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินอาจเป็นแบบฝึกหัดให้เติมลงช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จับคู่ คูณผลจากการทดลองหรือทำกิจกรรม

รัตนะ บัวสนธ์ (2552, หน้า 34) กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

1. คู่มือครู (หรือนักเรียน) เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ครู (กรณีเป็นชุดการสอนประกอบคำบรรยาย) หรือนักเรียน (กรณีเป็นชุดการสอนแบบศูนย์การเรียน หรือชุดการเรียนรายบุคคล) ในคู่มือจะประกอบไปด้วยคำชี้แจงการใช้ชุดการสอน และบทบาทของครูหรือนักเรียนที่จะต้องปฏิบัติ

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ บัตรนี้จะใช้สำหรับนักเรียน เพื่อบอกให้ผู้เรียนดำเนินการตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ บัตรคำสั่งนี้มีลักษณะแข็งตัดเป็นบัตร

3. เนื้อหาสาระและสื่อ เนื้อหาสาระต่าง ๆ จะบรรจุหรือจัดพิมพ์ไว้ในสื่อแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป อาทิ หนังสืออ่านประกอบ เทปบันทึกเสียง สไลด์ ภาพยนตร์ และวีดิทัศน์ เป็นต้น ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาสาระในสื่อแต่ละประเภทตามบัตรคำสั่งระบุ

4. แบบวัดผลการเรียน แบบวัดผลการเรียนอาจมีหลายประเภท เช่น แบบทดสอบชนิดต่าง ๆ แบบฝึกหัด แบบสังเกตการปฏิบัติ และแบบรายงานตนเอง ทั้งนี้แบบวัดผลจะมีทั้งที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน

ทิตนา แคมมณี (2556, หน้า 10-12) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อาจประกอบด้วย

1. ชื่อกิจกรรม ประกอบด้วยหมายเลขกิจกรรม ชื่อของกิจกรรม และ

เนื้อหาของกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น

2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม และลักษณะของกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น
3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรมนั้น
4. แนวคิด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหา หรือมโนทัศน์ของกิจกรรมนั้น ส่วนนี้ควรจะได้รับการย้ำและเน้นเป็นพิเศษ
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม เพื่อให้ครูทราบว่าจะต้องเตรียมอะไรบ้าง
6. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุจำนวนเวลาโดยประมาณว่ากิจกรรมควรใช้เวลาเพียงใด
7. ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุการจัดกิจกรรมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
8. ภาคผนวก ในส่วนนี้จะให้ตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมและข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับครู รวมทั้งเฉลยแบบทดสอบ

จากองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ คู่มือ บัตรคำสั่ง เนื้อหาสาระหรือสื่อ และแบบประเมินหรือแบบวัดผลการเรียนรู้ และประกอบด้วย 8 ส่วน คือ ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง จุดมุ่งหมาย แนวคิด สื่อ เวลาที่ใช้ ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม และภาคผนวก

5. ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยที่ผู้เรียนเป็นคนลงมือปฏิบัติเองโดยมีครูเป็นผู้นำ จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

บุญแก้ว ควรวหาเวช (2545, หน้า 110-111) ได้สรุปคุณค่าและประโยชน์ของชุดการสอนที่มีต่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้
2. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู ช่วยลดภาระของครูผู้สอน
3. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกัน

4. ช่วยให้ครูสามารถดำเนินการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์ด้วยความมั่นใจ

5. ช่วยให้กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

6. ช่วยให้ครูวัดผลเด็กได้ตามวัตถุประสงค์

7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มที่

8. ช่วยสร้างเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

9. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

จากประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสื่อที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ แก้ปัญหาในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล เวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ สามารถเรียนรู้นอกห้องเรียนได้ การขาดแคลนครู ลดภาระครู เปิดโอกาสให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ ศึกษา และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองในด้านต่าง ๆ ได้

การสอนแบบเปิด

1. ความหมายของการสอนแบบเปิด

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของวิธีการแบบเปิด การสอนโดยใช้สถานการณ์ปลายเปิด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า การสอนแบบเปิด ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังต่อไปนี้

Becker and Shimada (1997, p. 1) กล่าวว่า การสอนแบบเปิด คือ เมื่อกำหนดปัญหาและตัวเลือกที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความหลากหลายของวิธีการหรือแนวทางเข้าสู่การหาคำตอบจากปัญหา

Nohda (2000 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ, 2546, หน้า 4-5) กล่าวว่า การสอนแบบเปิด คือ สถานการณ์ปัญหาที่มีคำตอบถูกต้องหลายคำตอบ มีกระบวนการแก้ปัญหาหลากหลาย หรือเป็นสถานการณ์ปัญหาที่พัฒนาเป็นปัญหาอื่นได้ โดยวิธีการแบบเปิดมีแนวคิดสำคัญในการสอนอยู่ 3 ประการ คือ การเปิดใจของนักเรียน การเปิดและชนิดของปัญหาปลายเปิด และแนวทางในการพัฒนาปัญหาแบบเปิด

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546, หน้า 4-5) กล่าวว่า การสอนแบบเปิด เป็นวิธีการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิด

นฤมล อินประสิทธิ์ (2552, หน้า 1-2) กล่าวว่า การสอนแบบเปิด เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดโดยใช้ สถานการณ์ปัญหาแบบปลายเปิดที่นักเรียนสามารถหาวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่าง หลากหลาย และคำตอบที่ได้ก็จะเป็นคำตอบที่หลากหลาย

สุลัดดา ลอยฟ้า (2552, หน้า 2) กล่าวว่า การสอนแบบเปิด หมายถึง ขั้นตอนการสอนที่มุ่งเตรียมผู้เรียนด้วยสถานการณ์ปัญหา ที่มีลักษณะเป็นปัญหาที่กระตุ้น การคิดวิเคราะห์และสืบเสาะในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา สามารถสร้างปัญหาใหม่ จากปัญหาดังกล่าวด้วยประสบการณ์ในการแก้ปัญหา พัฒนาทักษะกระบวนการคิด

ชนิตาภรณ์ บุญประจักษ์ (2557, หน้า 22) กล่าวว่า การสอนแบบเปิด หมายถึง วิธีการในการหาคำตอบที่หลากหลาย เปิดกว้าง และมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลาย คำตอบ โดยเกิดจากกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน การแสดงการคิดวิเคราะห์เพื่อ แก้ปัญหาอย่างหลากหลาย การอภิปรายร่วมกันแสดงวิธีการแก้ปัญหา เกิดการเรียนรู้ด้วย ตนเองอย่างอิสระ มีการระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาร่วมกันและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกัน และกัน ซึ่งสามารถนำประสบการณ์ในการแก้ปัญหาไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ใหม่ได้

จากความหมายของการสอนแบบเปิดที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ ความหมายไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การสอนแบบเปิด หมายถึง วิธีการสอนที่ใช้ สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในกิจกรรมการเรียนและมีคำตอบอยู่หลากหลาย โดยเกิด จากกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน การแสดงการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาอย่าง หลากหลาย การอภิปรายร่วมกันแสดงวิธีการแก้ปัญหา เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่าง อิสระ มีการระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาร่วมกันและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

2. แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบเปิด

ไมตรี อินประสิทธิ์ (2547 อ้างถึงใน เจริญ ราคาแก้ว, 2551, หน้า 28) ได้ กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิดดังนี้

1. การเปิดใจของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Opening up the Hearts of Students toward Mathematics) กิจกรรมทางการศึกษาทั้งมวลควรจะเป็นไปเพื่อทำให้ การเรียนรู้ของนักเรียนในปัจจุบันเปิดทางไปสู่การเรียนรู้ในอนาคต ในขณะที่เด็กร่วมกันนักเรียน ก็สามารที่จะได้มาซึ่งคุณสมบัติที่จำเป็นที่จะทำให้ชีวิตของพวกเขาประสบผลสำเร็จ หรือ

แม้กระทั่งในบริบทของคณิตศาสตร์ในโรงเรียนก็เช่นเดียวกัน เราควรจะต้องพิจารณาว่าทำอย่างไรจะกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคน ค้นหาแนวทางชีวิตสำหรับตัวเขาเอง มีองค์รวมที่ดีทั้งกายและใจในการสนับสนุนชุมชนที่เขาดำรงอยู่อย่างเต็มแรงเต็มพลังโดยอาศัยแนวคิด ทักษะ ความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นเราจะต้องพยายามอย่างเต็มที่ที่จะทำให้เกิดความเชื่อมั่นว่ากิจกรรมทางการศึกษาทุกชนิดเป็นสภาพแวดล้อมที่ดีที่สุดสำหรับการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้สูงสุดเต็มตามศักยภาพ ความชัดเจนอย่างหนึ่งสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ก็คือนักเรียนส่วนมากที่สามารถเรียนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมต้นได้ด้วยตนเอง เมื่อถึงขั้นมัธยมปลายก็รู้สึกว่าจะไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเรียน เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกินระดับมัธยม ซึ่งสิ่งนี้น่าจะเป็นผลจากลักษณะของคณิตศาสตร์ที่มันยาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความเป็นโครงสร้าง ความเป็นนามธรรมหรือความที่ต้องมีกฎเกณฑ์มากมาย

เมื่อกล่าวถึงการสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไป ครูได้รับการคาดหวังว่ามีหน้าที่คอยช่วยเหลือให้นักเรียนเข้าใจ รวมทั้งมีหน้าที่ขยายความเพิ่มเติมรายละเอียดกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหวังให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์และรวมทั้งเรื่องอื่น ๆ ด้วย แต่การสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าวซึ่งดำเนินไปตามแนวทางแบบเดิมของครูไม่สามารถที่จะเปิดใจของนักเรียนได้ ถึงแม้ว่ากระบวนการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์จะน่าสนใจสำหรับครูอย่างยิ่งในเชิงคณิตศาสตร์ แต่ในทางตรงกันข้าม การสอนที่ชื่นชมกับแนวคิดของนักเรียนมากเกินไปก็สามารถนำไปสู่การสิ้นสุดกิจกรรมที่มีคุณภาพทางคณิตศาสตร์ต่ำ และในที่สุดก็ไม่สามารถเปิดใจนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ได้

การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขาครูควบคุมไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ของพวกเขา และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ หรือกล่าวได้ว่าครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในการสอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ขึ้นไปอยู่ในระดับสูงขึ้นโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้การเจรจาต่อรองความหมายกับนักเรียนคนอื่น หรือโดยอาศัยการชี้แนะของครู นอกจากนี้ครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดต้องพยายามสนับสนุนให้นักเรียนได้มีการบริหารจัดการตนเองเพื่อขยายต่อกิจกรรมในเชิง

คณิตศาสตร์ การสอนโดยวิธีการแบบเปิดมุ่งเน้นที่จะเปิดใจของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์มากกว่าเน้นการสอนเนื้อหาให้ครบ

การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดยึดหลัก 3 ประการ ดังนี้

1. มีความสัมพันธ์กับความอิสระของกิจกรรมของนักเรียน นั่นคือเราจะต้องตระหนักในคุณค่าของกิจกรรมของนักเรียนโดยที่พยายามไม่เข้าไปสอดแทรกโดยไม่จำเป็น

2. มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะในเชิงวิวัฒนาการและเชิงบูรณาการ เนื่องจากเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ เป็นระบบและมีความเป็นทฤษฎีเพราะฉะนั้นความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญมากเท่าใด ก็ยิ่งทำให้เกิดความรู้ที่มีลักษณะเชิงอุปมา มีความพิเศษ และความเป็นลักษณะโดยทั่ว ๆ ไปมากขึ้นเท่านั้น อุปมาเทียบได้กับว่าความรู้ที่มีความสำคัญมากก็ยิ่งจะรู้ได้ล่วงหน้าว่า สามารถเปิดประตูสู่โลกแห่งความกว้างได้มาก ในขณะที่เดียวกันความรู้ต้นกำเนิดที่มีความสำคัญก็จะได้รับการสะท้อนอีกหลาย ๆ ครั้ง เกี่ยวกับความรู้ต้นกำเนิดนั้นจะเป็นแรงผลักดันให้ก้าวไปสู่ประตูแห่งความกว้างที่กล่าวมา

3. มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจที่มีประโยชน์ของครูในห้องเรียน ในห้องเรียนคณิตศาสตร์บ่อยครั้งที่ครูต้องเผชิญกับแนวคิดของนักเรียนที่ครูไม่เคยคาดมาก่อน ในลักษณะนี้ครูจะต้องมีบทบาทสำคัญในทางที่จะทำให้แนวคิดเหล่านั้นได้มีบทบาทอย่างเต็มที่ในชั้นเรียนและพยายามอย่างจริงจังว่าทำอย่างไรให้นักเรียนคนอื่นจะสามารถเข้าใจได้ แท้จริงเกี่ยวกับแนวคิดที่ไม่ได้คาดการณ์มาก่อนนั้น

โดยทั่วไปการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดโดยใช้สถานการณ์ปัญหา

3 สถานการณ์ดังนี้ สถานการณ์ A กำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา สถานการณ์หนึ่ง สถานการณ์ B สืบเสาะเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย สถานการณ์ C สร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่กว้างกว่าเดิม

2. การเปิดและชนิดของปัญหา (Openness and Types of Problems)

ในวิธีการแบบปลายเปิด (Open-Ended Approach) ที่นำเสนอโดยชิมะตะนั้นจะเน้นว่า ปัญหาไม่ได้สิ้นสุดที่คำตอบ ๆ เดียว ชิมะตะและเพื่อนร่วมงานของเขามุ่งเน้นการจัดชั้นเรียนที่อาศัยประโยชน์จากการที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ แต่ในวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ความหมายของการเปิดได้รับการพิจารณาในมุมมองที่กว้างกว่าวิธีการแบบปลายเปิด กล่าวคือวิธีการแบบเปิดยอมรับทั้งกรณีที่เป็นปัญหาแบบปลายเปิดได้ยิ่งไป

กว่านั้นการเปิดตามแบบของวิธีการแบบเปิดนั้นยังทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะสร้างโอกาสได้มากขึ้นสำหรับนักเรียนที่มีความแตกต่าง และมีความต้องการแตกต่างกันในการเข้าร่วมในชั้นเรียน การที่ได้มาซึ่งแนวทางคำตอบด้วยตัวเองอย่างหลากหลายทำให้นักเรียนต้องสรุปคำตอบต่าง ๆ จากมุมมองเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ

ปัญหาที่ใช้ในวิธีการแบบเปิดเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยประสบมาก่อน (Non-Routine Problems) ดังนั้น โดยอาศัยความหมายของการเปิดดังที่อธิบายไว้ข้างต้นทำให้สามารถจำแนกปัญหาปลายเปิดออกได้เป็น 3 ชนิด คือ 1) กระบวนการเปิด (Process is Open) 2) ผลลัพธ์เปิด (End Product are Open) 3) แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด (Ways to Develop are Open)

3. แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด หลังจากทีนักเรียนได้แก้ปัญหาไปแล้วนักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม การเน้นแง่มุมนี้ซึ่งเรียกว่า “จากปัญหาสู่ปัญหา” (Takeuchi & Sawada, 1984, อ้างถึงใน เจริญ ราคาแก้ว, 2551, หน้า 33) ถือได้ว่าเป็นแนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด ตัวอย่างของปัญหาเปิดชนิดนี้ได้แก่เรื่อง ปัญหาไม้ขีดไฟ (Math Stick Problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบเรื่องการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอเมริกาและญี่ปุ่น (Miwa, 1992, อ้างถึงใน เจริญ ราคาแก้ว, 2551, หน้า 33)

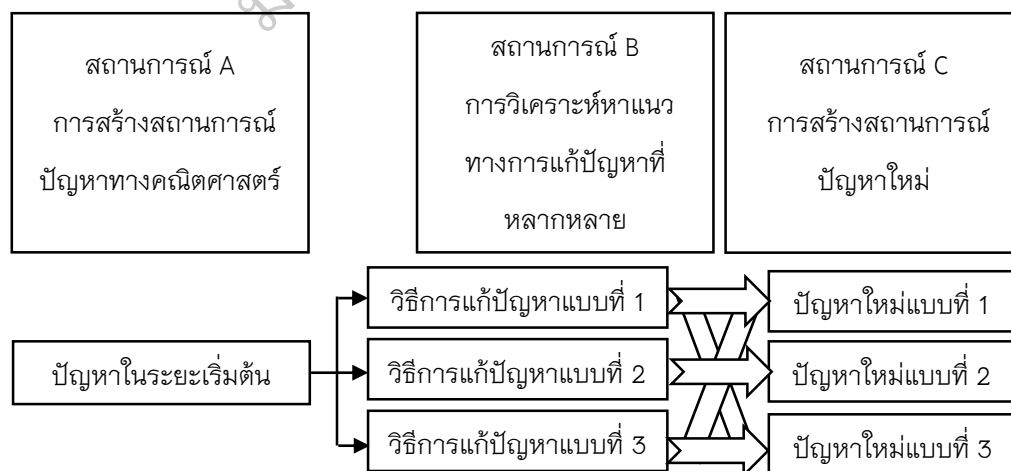
จากแนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบเปิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบเปิดเป็น 1) การเปิดใจของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มากกว่าการเน้นสอนเนื้อหาให้ครบ โดยยึดหลัก 3 ประการ คือ มีความสัมพันธ์กับความอิสระของกิจกรรม ธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการตัดสินใจที่มีประโยชน์ 2) การเปิดและชนิดของปัญหา ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่ได้สิ้นสุดที่คำตอบเดียว ปัญหาที่ใช้ต้องเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยประสบมาก่อน โดยจำแนกปัญหาปลายเปิดไว้ 3 ประการ คือ กระบวนการเปิด ผลลัพธ์เปิด และแนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด 3) แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด นักเรียนสามารถพัฒนาปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่โดยเน้นหลักจากปัญหาสู่ปัญหา

3. การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด

Nohda (2000 อ้างถึงในไมตรี อินประสิทธิ์, 2547, อ้างถึงใน ศิริพงษ์ กัลยาณหริต, สรารัตน์ ฉลองกลาง, อภิญาญา จำปาหลาย และอัสรพร ทองเจริญ, 2549,

หน้า 49–50) ได้พัฒนารูปแบบการสอนของครูญี่ปุ่น และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเน้นกระบวนการแก้ปัญหาเป็นสื่อในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจและทักษะการคิดของผู้เรียน โดยเป้าหมายของการสอนแบบวิธีการแบบเปิด (Open Approach) คือ มุ่งให้ผู้เรียนทุกคนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยพลังและความสามารถของแต่ละบุคคล โดยมุ่งให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาหรือสร้างและพัฒนาผลงานทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการเรียนของตนเองอย่างมีคุณภาพ ครูผู้สอนที่ใช้รูปแบบการสอนดังกล่าวจำเป็นต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของผู้เรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อเป็นแนวทางให้ครูได้กระตุ้นและสนับสนุนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ของเขาเองได้เต็มศักยภาพ วิธีการสอนแบบวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ยึดหลัก 3 ประการ ดังนี้

1. กิจกรรมต้องตอบสนองต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระของผู้เรียน
 2. เป็นไปตามหรือสอดคล้องกับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้ที่เป็นระบบและเป็นหลักการและทฤษฎี
 3. ขึ้นอยู่กับความสะดวกหรืออำนาจในการตัดสินใจของครูผู้สอน
- การจัดการเรียนการสอนตามแนว Open Approach ประกอบด้วย สถานการณ์การสอน 3 สถานการณ์ ประกอบไปด้วย สถานการณ์ A : การสร้างสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถานการณ์ B : การวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สถานการณ์ C : การสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ ดังรายละเอียดภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การจัดการเรียนการสอนตามแนว Open Approach

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547 อ้างถึงใน ปรียานุช พายบุบุตร, 2557, หน้า 20-22) ได้กล่าวว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดมีเป้าหมายเพื่อให้ทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขาควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ของตนเองและในกลุ่ม และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ หรือกล่าวได้ว่าครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในการสอนจำเป็นต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ขึ้นไปอยู่ในระดับสูงขึ้น โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้การเจรจาต่อรองความหมายกับนักเรียนคนอื่น หรือโดยอาศัยการชี้แนะของครู นอกจากนี้ครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดต้องพยายามสนับสนุนให้นักเรียนได้มีการบริหารจัดการตนเองเพื่อขยายต่อกิจกรรมในเชิงคณิตศาสตร์ การสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดมุ่งเน้นที่จะเปิดใจของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์มากกว่าเน้นการสอนเนื้อหาให้ครบ การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดยึดหลัก 3 ประการ ดังนี้

1. มีความสัมพันธ์กับความเป็นอิสระของกิจกรรมนักเรียน นั่นคือ เราจะต้องตระหนักในคุณค่าของกิจกรรมของนักเรียน โดยที่พยายามไม่เข้าไปสอดแทรกโดยไม่จำเป็น
2. มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะในเชิงวิวัฒนาการและเชิงบูรณาการ เนื่องจากเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เป็ระบบและมีความเป็นทฤษฎี เพราะฉะนั้นความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญมากเท่าใดก็ยิ่งทำให้เกิดความรู้ที่มีลักษณะเชิงอุปมา มีความพิเศษ และความเป็นลักษณะทั่ว ๆ ไปมากขึ้นเท่านั้น อุปมาเทียบได้ว่าความรู้ที่มีความสำคัญมากก็ยิ่งจะรู้ได้ล่วงหน้าว่าสามารถเปิดประตูสู่โลกแห่งความกว้างมาก ในขณะที่เดียวกันความรู้ต้นกำเนิดที่มีความสำคัญก็จะได้รับการสะท้อนอีกหลาย ๆ ครั้ง บนเส้นทางของวิวัฒนาการเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ การได้มีโอกาสไตร่ตรองหลาย ๆ ครั้ง เกี่ยวกับความรู้ต้นกำเนิดนั้นเป็นแรงผลักดันให้ก้าวเข้าไปสู่ประตูของโลกแห่งความกว้างที่กล่าวมา
3. มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจที่มีประโยชน์ของครูในห้องเรียนคณิตศาสตร์ มีบ่อยครั้งที่ครูต้องเผชิญกับแนวคิดของนักเรียนที่ครูไม่ได้คาดมาก่อน ในลักษณะนี้ครูจะต้องมีลักษณะสำคัญในการที่จะทำให้แนวคิดเหล่านั้นได้มีบทบาทอย่างเต็มที่ในชั้นเรียน และพยายามอย่างจริงจังว่าทำอย่างไรนักเรียนคนอื่นจะสามารถ

เข้าใจได้แท้จริง เกี่ยวกับแนวคิดที่ไม่ได้คิดมาก่อนกิจกรรมการเรียนการสอนที่อาศัยทักษะกระบวนการคิดทั้งครูผู้สอนเองและตัวนักเรียน ซึ่งจะเน้นในเรื่องการเปิดความคิดของนักเรียนให้ผู้เรียนได้คิดกว้าง คิดหลากหลาย และคิดสร้างสรรค์มากที่สุดที่สามารถทำได้ตามบริบทของเนื้อหา มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน

โดยทั่วไปการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 3 สถานการณ์ ดังนี้

สถานการณ์ A กำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา สถานการณ์หนึ่ง ซึ่งเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาหนึ่งบทบาทของครูคือนำสถานการณ์ปัญหาหรือปัญหาต้นกำเนิดปัญหาหนึ่งมานำเสนอกับนักเรียน บทบาทของนักเรียนคือนำสถานการณ์ปัญหาหรือปัญหาต้นกำเนิดนั้นที่ตอบสนองต่อประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง

สถานการณ์ B สืบเสาะเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งเป็นช่วงของการสืบเสาะเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายนั้น นักเรียนถูกคาดหวังที่จะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ของตนเอง ส่วนครูพยายามชี้แนะให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางคำตอบที่ดูเหมือนจะไม่เกี่ยวข้องกันเลยในตอนแรกให้สามารถรวมกันเป็นความรู้ในระดับสูงขึ้นในระยะต่อมา

สถานการณ์ C สร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ก้าวหน้ากว่าเดิม ซึ่งเป็น การสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ก้าวหน้ากว่าเดิม นักเรียนต้องพยายามสร้างปัญหาที่มีความเป็นกรณีทั่วไป (Generalization) มากขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์ B และจากการที่ได้แก้ปัญหาเหล่านี้ นักเรียนได้รับการคาดหวังว่าจะสามารถค้นพบแนวทางคำตอบที่มีลักษณะเป็นกรณีทั่วไปได้มากขึ้น

ลัดดา ศิลาน้อย (2550 อ้างถึงใน ชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์, 2557, หน้า 24) ได้กล่าวว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด มีดังนี้

1. กระบวนการเปิด เป็นวิธีการที่ครูต้องใช้ความคิด หาวิธีการที่จะให้

นักเรียนได้เปิดความคิดให้หลากหลาย โดยอาจจะเป็นการนำเสนอข้อคิดเห็น หรือการกำหนดปัญหาขึ้นมาเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียนให้คิดหาคำตอบอย่างกว้างขวาง รวมทั้งมีแนวทางการแก้ปัญหาหรือมีการตั้งปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อค้นหาความชัดเจนของคำตอบ สำหรับกิจกรรมที่จะทำให้ได้คำตอบจะอยู่ในลักษณะของประเด็นปัญหา เหตุการณ์ สื่ออุปกรณ์อื่น ๆ หรือคำถาม

2. ผลลัพธ์ของการเปิด ผลของการเปิดประเด็นจะมีคำตอบเกินหนึ่งคำตอบ จากคน 1 กลุ่ม หรือจากคนคนเดียว คำตอบที่ได้นี้จะไม่มีการปิด เป็นคำตอบที่ให้ข้อมูลเพิ่มขึ้นเพื่อให้เกิดความชัดเจนขึ้นเรื่อย ๆ ในเนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งบางครั้งอาจทำให้เกิดการตั้งประเด็นปัญหาเพิ่มขึ้น เพื่อไปสู่คำตอบใหม่ที่เกิดความชัดเจนของคำตอบที่มีตั้งแต่เดิมในกิจกรรมการเปิดช่วงแรก วิธีการตอบของนักเรียนมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ซึ่งครูอาจช่วยให้นักเรียนมองเห็นทั้งข้อดีและข้อเสีย เพื่อพัฒนาไปสู่แนวทางหาคำตอบที่เป็นกรณีทั่วไป

3. แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด หลังจากทีนักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์และตอบประเด็นปัญหาหรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์ผ่านไปแล้ว นักเรียนสามารถที่จะพัฒนาปัญหาใหม่ด้วยการสร้างปัญหา กำหนดปัญหาขึ้นมาใหม่เพื่อความชัดเจนของสาระ จากคำตอบ เพื่อการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข หรืออาศัยกรอบปัญหาเดิม การเน้นแง่มุมนี้เรียกว่า “จากปัญหาสู่ปัญหา”

เจริญ ราคาก้าว (2551, หน้า 27-28) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบ Open Approach เป็นนวัตกรรมใหม่ที่พึงถูกนำมาใช้ในชั้นเรียนไทย หลักของกิจกรรมแบบ Open Approach คือมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย เปิดกว้างสำหรับคำตอบของปัญหา โดยลักษณะดังกล่าวของ Open Approach จะช่วยให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้เต็มที่ กระบวนการนำเสนอและการสื่อสารจะถูกนำมาใช้ในระหว่างการนำเสนอผลงานของตนเอง กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลจะถูกนำมาใช้ในการอภิปรายถกเถียงในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม นอกจากนี้การเปิดกว้างสำหรับคำตอบและแนวทางการแก้ปัญหาทำให้แนวคิดต่าง ๆ ของนักเรียนได้รับการยอมรับในชั้นเรียนส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน


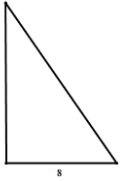
จากการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการเรียนการสอนของวิธีการแบบเปิด คือ การสนับสนุนกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์และการคิดแบบคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปพร้อม ๆ กันในระหว่างการแก้ปัญหา ดังนั้น ในการ

เรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด นักเรียนแต่ละคนจะมีอิสระในการทำกิจกรรมรวมทั้งมีอิสระในความคิดเพื่อความก้าวหน้าในการการแก้ปัญหาของตนเอง โดยความก้าวหน้าในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับความสามารถ ความสนใจและอารมณ์ของตนเอง การสอนแบบเปิดช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองในด้านคุณลักษณะของความเป็นมนุษย์ และสติปัญญาทางด้านคณิตศาสตร์ ในระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียนที่มีแนวคิดทางคณิตศาสตร์หลากหลาย มีการตั้งสมมติฐานว่าในระหว่างการทำกิจกรรมเดียวกันนักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามความสามารถ ความสนใจและอารมณ์ของตนเอง การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งนิยามในรูปวิธีการสอนวิธีหนึ่งที่นักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับนักเรียนและเกิดแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย

4. การสร้างปัญหาปลายเปิด

Daniels and Anglileri (1995, pp. 112–113 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, หน้า 27 อ้างถึงใน ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล, 2557, หน้า 23) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาที่เป็นแบบฝึกหัดซึ่งนักเรียนทำอยู่เป็นประจำเป็นปัญหาปลายปิด ซึ่งมีวิธีการหาคำตอบและคำตอบอย่างเฉพาะเจาะจง สามารถนำมาพัฒนาให้เป็นปัญหาปลายเปิดได้ โดยการเปลี่ยนหรือขยายข้อความให้เป็นปัญหาปลายเปิด โดยการย้ายหรือเพิ่มคำถามเข้าไปในปัญหา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตาราง 2 การสร้างปัญหาปลายเปิด

ปัญหาปลายปิด	ปัญหาปลายเปิด
1. $(2+6) - 3 = []$ 2. $3 \times 5 = []$ 3. จงหาจำนวนต่อไปของลำดับ 1, 2, 4, ... 4. จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม 	1. สร้างจำนวนใดก็ได้บ้างจาก 2, 3 และ 6 2. จงสร้างคำถามให้มีคำตอบเป็น 15 3. จงอธิบายว่าจำนวนต่อไปของลำดับ 1, 2, 4, ... ควรจะเป็นจำนวนใด 4. จงสร้างรูปสามเหลี่ยมให้มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมรูปนี้ 

จากการสร้างปัญหาปลายเปิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการสร้างปัญหาปลายเปิด สามารถทำได้โดยเปลี่ยนหรือขยายข้อความปัญหาเดิมให้เป็นปัญหาปลายเปิด โดยการย้ายหรือเพิ่มคำถามเข้าไปในปัญหา

การใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. ความหมายของการใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาจากภาษาอังกฤษว่า Problem-Based Learning (PBL) มีนักการศึกษาหลายคนได้เรียกชื่อแตกต่างกัน เช่น การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้จากปัญหา และการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า การใช้ปัญหาเป็นฐาน และให้นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายไว้ดังนี้

Barrows and Tamblyn (1980, p. 18) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเป็นการเรียนรู้ของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา โดยจุดตั้งต้นของกระบวนการเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และสืบค้นข้อมูลเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา

ชวลิต ชุกาแพง (2551, หน้า 135) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้

ทิตนา แชมมณี (2556, หน้า 137-138) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นกระบวนการทำงานที่มุ่งหาทางแก้ปัญหา โดยการนำสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นแรงขับเคลื่อนและกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ปัญหา ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการกลุ่ม

ไพศาล สุวรรณน้อย (2556, หน้า 3) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning หรือ PBL) ว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบทของการเรียนรู้ (Learning

Context) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาไปพร้อมกันด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก ถ้ามองในแง่ของยุทธศาสตร์การสอน PBL เป็นเทคนิคการสอน ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการคิดหลายรูปแบบ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

ชัยชนม์ หลักทอง (2556) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ว่าเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันที่มีความสำคัญต่อผู้เรียน มุ่งพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ สามารถเรียนรู้โดยการชี้แนะตนเอง สร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหา สิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ ปัญหา เพราะปัญหาที่ดีจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่หาความรู้ ในการเลือกศึกษาปัญหาที่มีประสิทธิภาพ จะต้องคำนึงถึงพื้นฐานความรู้ ความสามารถของผู้เรียน ประสบการณ์ ความสนใจ และภูมิหลัง เพราะคนเรามีแนวโน้มที่สนใจเรื่องใกล้ตัวมากกว่าเรื่องไกลตัว สนใจสิ่งที่มีความหมาย มีความสำคัญต่อตนเองและเป็นเรื่องที่ตนเองใคร่รู้

จากความหมายของการใช้ปัญหาเป็นฐานที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการคิดหลายรูปแบบ

2. แนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิด ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีหลายทฤษฎี โดยนักจิตวิทยาหลายท่านสนับสนุนทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

Hmelo and Evenson (2000, p. 4) ได้สนับสนุนว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์และไวทอลล์ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการ

พัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ นอกจากนี้ ยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคลโดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่รู้ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา และผลักดันให้ผู้เรียนไปแสวงหาความรู้และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา

ไพศาล สุวรรณน้อย (2556, หน้า 1-3) แนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ ที่นักจิตวิทยาทางการศึกษา นำมาเป็นประเด็นในการถกเถียงกันมีอยู่ 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มทฤษฎีการเรียนรู้เชิงพฤติกรรมนิยม (Behaviorist Learning Theory) ในกลุ่มนี้เชื่อว่า ความรู้มีอยู่มากมายในโลก แต่ความรู้ที่สามารถถ่ายโยงมายังผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรมนั้นมีเพียงเล็กน้อย การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง นักจิตวิทยาที่ได้รับการยอมรับกันในกลุ่มนี้ คือ สกินเนอร์ (Skinner)

2. กลุ่มทฤษฎีการเรียนรู้เชิงพุทธิปัญญานิยม (Cognitive Learning Theory) มีความเชื่อว่าความรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างที่มีลักษณะเฉพาะ (Particular Structure) กับสิ่งแวดล้อมทางจิตวิทยา (Psychological Environment) ของผู้เรียนแต่ละบุคคล การเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ปรับเปลี่ยนโลกภายในของตนโดยอาศัยกระบวนการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการรับความรู้ใหม่เข้าไปในสมอง หรือจากการปรับเปลี่ยนความรู้เก่าให้เข้ากับความรู้ใหม่ นักจิตวิทยาที่ได้รับการยอมรับแนวคิดมากที่สุดในกลุ่มนี้ คือ เพียเจท์ (Piaget)

ในปี ค.ศ.1990 สหรัฐอเมริกาได้ประกาศให้ทศวรรษต่อไปเป็นทศวรรษของสมองและทศวรรษของการศึกษา (The Decade of Brain and the Decade of Education) เนื่องมาจาก ผลการค้นคว้าวิจัยเรื่อง สมอง ทำให้นักการศึกษาเห็นว่า สมองมนุษย์มีลักษณะเฉพาะเป็นแหล่งเก็บ เป็นแหล่งกำเนิดของพฤติกรรม เป็นอวัยวะที่มีความสลับซับซ้อนมากที่สุด ในร่างกายมนุษย์ สมองของคนเราสามารถรับเรื่องราวที่เกิดจากการเรียนรู้ได้ทุกอย่าง (Receive all Education) และด้วยความแตกต่างกันของสมอง ส่งผลให้คนเรามีลักษณะของการเรียนรู้ (Learning Style) ที่แตกต่างกัน จึงทำให้วิธีการเรียนรู้ของมนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกันไป นอกจากการค้นคว้าในเรื่องสมองแล้ว

สหรัฐอเมริกายังได้มีการศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อดูแนวโน้มและวิสัยทัศน์ของหลักสูตรที่เหมาะสมกับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน จากหลากหลายอาชีพ เช่น นักธุรกิจระดับชาติ ผู้นำทางการศึกษา และตัวแทนจากรัฐบาล เครื่องมือวิจัยสำหรับโครงการนี้ คือการใช้เทคนิค Delphi ในการศึกษา ระยะเวลาในการวิจัย 3 ปี ในรายงานส่วนหนึ่งของวิลสัน (Wilson) สรุปไว้ว่า การเตรียมนักเรียนให้พร้อมที่จะเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงในอนาคต มีความจำเป็นที่จะต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีทักษะการคิดแบบวิจรรณญาณ และมีทักษะในการตัดสินใจ นักเรียนต้องสามารถเข้าถึงข้อมูลและสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้ โดยนักเรียนต้องมีลักษณะกล้าเสี่ยง เป็นนักสำรวจ และเป็นนักคิดที่รู้จักให้ความร่วมมือกับผู้อื่น รวมทั้งต้องมีการบูรณาการหลักสูตรเพื่อให้เกิดกิจกรรมแบบสหวิทยาการ (Inter Disciplinary Activity) ด้วย

ต่อมาได้มีทฤษฎีการเรียนรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นหลายทฤษฎี ทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักการศึกษาส่วนใหญ่ให้ความสนใจกันมากได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรคนิยม (Constructivist Learning Theory) ซึ่งมีแนวคิดที่สอดคล้องกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มากที่สุด ซึ่งในกลุ่มนี้มีความเชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนได้สร้างความรู้ที่เป็นของตนเองขึ้นมาจากความรู้ที่มีอยู่เดิมหรือจากความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ จากแนวคิดดังกล่าวจึงนำไปสู่การปรับเปลี่ยนวิธีเรียน วิธีสอนแนวใหม่ของห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ครูไม่ใช่ผู้จัดการทุกสิ่งทุกอย่าง ผู้เรียนต้องได้ลงมือปฏิบัติเอง สร้างความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น (Active Learning) รูปแบบการเรียนรู้ ที่เกิดจากแนวคิดนี้มีอยู่หลายรูปแบบ ได้แก่ การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน (Collaborative Learning) การเรียนรู้โดยการค้นคว้าอย่างอิสระ (Independent Investigation Method) รวมทั้งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

ในช่วงแรกของศตวรรษที่ 20 จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) นักการศึกษาชาวอเมริกันซึ่งเป็นผู้คิดค้น วิธีสอนแบบแก้ปัญหา และเป็นผู้เสนอแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้เกิดจากการปฏิบัติหรือได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by Doing) จากแนวคิดนี้ ได้นำไปสู่แนวคิดของการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ดังที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แนวคิดของ PBL ก็มีรากฐานมาจากแนวคิดของ ดิวอี้ เช่นเดียวกัน PBL มีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) ของมหาวิทยาลัย McMaster ที่ประเทศแคนาดา ได้ถูกนำมาใช้ในกระบวนการติว (Tutorial Process) ให้กับนักศึกษา

แพทย์ฝึกหัด วิธีการดังกล่าว ต่อมาได้กลายเป็นรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Model) ที่ทำให้มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกานำไปเป็นแบบอย่างในการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากปลายปี ค.ศ. 1950 มหาวิทยาลัย Case Western Reserve ได้นำมาใช้เป็นแห่งแรกและได้จัดตั้งห้องทดลอง พหุวิทยาการ (Multi-Disciplinary Laboratory) เพื่อทำเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับทดลองรูปแบบการสอนใหม่ ๆ รูปแบบการสอนที่มหาวิทยาลัย Case Western Reserve พัฒมาขึ้นมานั้นได้กลายเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา ทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษา และบัณฑิตวิทยาลัย ในช่วงปลายทศวรรษที่ 60 มหาวิทยาลัย McMaster ได้พัฒนาหลักสูตรแพทย์ที่ใช้ PBL ในการสอนเป็นครั้งแรก ทำให้มหาวิทยาลัยแห่งนี้เป็นที่ยอมรับและรู้จักกันทั่วโลกว่า เป็นผู้นำทางด้าน PBL (World Class Leader) โรงเรียนแพทย์ที่มีชื่อเสียงอย่างเช่น Harvard Medical School และ Michigan State University, College of Human Medicine ก็ได้นำรูปแบบ PBL ไปใช้ จึงทำให้โรงเรียนแพทย์ในมหาวิทยาลัยอื่น ๆ ให้การยอมรับรูปแบบ PBL ในการสอนมากขึ้น จนกระทั่งกลางปี ค.ศ. 1980 เทคนิคการสอนโดยใช้รูปแบบ PBL ได้เริ่มขยายออกไปสู่การสอนในสาขาอื่น ๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ เป็นต้น PBL จึงเป็นที่นิยมกันแพร่หลาย และมีการนำไปใช้สอนตามมหาวิทยาลัยต่าง ๆ มากขึ้น ตัวอย่างมหาวิทยาลัยที่นำ PBL ไปใช้ในการเรียนการสอน อาทิเช่น Harvard, New Mexico, Bowman Gray, Boston, Illinois, Southern Illinois, Michigan State, Tufts, Mercer, Southern Illinois, Stamford, Northwestern, Indiana and the University of Illinois, University of Hawaii, University of Missouri – Columbia, University of Texas – Houston, University of California – Irvine, University of Pittsburgh, University of Delaware เป็นต้น

นอกจากมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกาแล้ว มหาวิทยาลัยของประเทศแทบทุกส่วนของโลกก็ให้ความสนใจในการนำรูปแบบ PBL ไปใช้สอน เช่น มหาวิทยาลัย Maastricht ที่เนเธอร์แลนด์, มหาวิทยาลัย Newcastle, Monash, Melbourne ที่ออสเตรเลีย, มหาวิทยาลัย Aalborg ที่เดนมาร์ค, มหาวิทยาลัยในประเทศแคนาดา อังกฤษ ฝรั่งเศส ฟินแลนด์ อัฟริกาใต้ สวีเดน ฮังการี สิงคโปร์ เป็นต้น ความนิยม PBL ในการสอนที่ต่างประเทศนั้น สามารถเห็นได้ชัดเจนจากการเชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้ของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ที่ใช้ PBL ในการสอนเหมือนกันทางอินเทอร์เน็ตและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) โดยมีการเผยแพร่ทั้งตำรา เอกสาร และบทความจำนวนมาก

มีผลงานวิจัยที่เผยแพร่เฉพาะส่วนบทความย่อและงานวิจัยทั้งฉบับเป็นร้อยเรื่อง โดยส่วนใหญ่จะเป็นผลการวิจัยทางสาขาแพทย์มากที่สุด มีวารสารเฉพาะชื่อ The Journal of Clinical Problem-Based Learning มีการจัดตั้งศูนย์เพื่อการวิจัยและการเรียนการสอน (The Center for Problem-Based Learning)

สำหรับในประเทศไทยนั้น ปัจจุบันการสอนโดยใช้รูปแบบ PBL ในการสอนทั้งระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและระดับอุดมศึกษาเป็นที่นิยมกันมากขึ้น มีงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ที่เรียกว่าการวิจัยในชั้นเรียนที่ใช้ PBL มากมาย มหาวิทยาลัยหลายแห่งที่ส่งเสริมและได้ทดลองนำไปใช้แล้ว เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวมถึงมหาวิทยาลัยเอกชนหลายแห่ง โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยเชียงใหม่มีการพัฒนารูปแบบ PBL ในการสอนร่วมกับ ผู้สอนจาก มหาวิทยาลัย Stanford และ Vanderbilt

จากแนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การใช้ปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดมาจากทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่รู้ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญหาและผลักดันให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงพฤติกรรมนิยม เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อมีการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนอง และทฤษฎีการเรียนรู้เชิงพุทธิปัญญานิยม เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้ปรับเปลี่ยนโลกภายในของตน โดยอาศัยการรับความรู้ใหม่เข้าไปในสมอง หรือการเปลี่ยนความรู้เก่าเข้ากับความรู้ใหม่ การใช้ปัญหาเป็นฐานมีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ ของมหาวิทยาลัย McMaster ประเทศแคนาดา ต่อมาได้กลายเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ทำให้มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกานำไปเป็นแบบอย่างในการจัดการเรียนรู้ นอกจากมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกาแล้ว มหาวิทยาลัยของประเทศแทบทุกส่วนในโลกก็นำการใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ สำหรับในประเทศไทยมีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและระดับอุดมศึกษา มีงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในชั้นเรียนที่ใช้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. ลักษณะสำคัญของการใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะสำคัญของการใช้ปัญหาเป็นฐาน มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

Barrows and Tamblyn (1980, pp. 191–192) ได้สรุปลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ปัญหาจะถูกเสนอให้นักเรียนเป็นอันดับแรกในขั้นของการเรียนรู้
2. ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่เหมือนกับปัญหาที่นักเรียนสามารถพบในชีวิตจริง

3. นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่มในการแก้ปัญหา โดยมีอิสระในการแสดงความสามารถในการให้เหตุผล การประยุกต์ใช้ความรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เหมาะสมกับขั้นตอนของการเรียนรู้ในแต่ละขั้น

4. เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มีขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นแนวทางในการกำหนดกระบวนการทำงานเพื่อแก้ปัญหา

5. ความรู้และทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับจะเกิดหลังการแก้ปัญหาหรือการทำงานที่ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้น

6. การเรียนรู้จะประกอบด้วยการทำงานในการแก้ปัญหาและการศึกษาด้วยตนเองโดยมีลักษณะที่บูรณาการทั้ง ความรู้ที่นักเรียนมีและทักษะกระบวนการเข้าด้วยกัน

ไพศาล สุวรรณน้อย (2556, หน้า 4) ได้กล่าวถึงรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือ PBL มีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง (Student-Centered Learning)
2. จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ ให้มีจำนวนกลุ่มละประมาณ 5–8 คน
3. ผู้สอนทำหน้าที่ เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (Guide)
4. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น (สิ่งเร้า) ให้เกิดการเรียนรู้
5. ลักษณะของปัญหาที่นำมาใช้ ต้องมีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน มีวิธีแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลาย อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ

6. ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning)

7. การประเมินผล ใช้การประเมินผลจากสถานการณ์จริง (Authentic Assessment) ดูจากความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Process) และพิจารณาจากผลงานที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ (Learning Product)

อนุชา โสมาบุตร (2556) ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นในชีวิตได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้จริง
3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตัวเอง (Self-Directed Learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์เรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกให้ผู้เรียนมีการรับส่งข้อมูล เรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดการระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้คำตอบที่ได้มีความหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ นอกจากจัดการเรียนเป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
5. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับคำตอบและความรู้ที่กระจ่างชัด
6. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น
7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาการปฏิบัติงานความก้าวหน้าของผู้เรียน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 2-3) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
 2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นได้ในชีวิตจริงของผู้เรียน หรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง
 3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตนเอง (Self-Directed Learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้เรียนจึงต้องวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้ และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผล การเรียนรู้ด้วยตนเอง
 4. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูลเรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดระบบตนเอง เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ความรู้คำตอบที่ได้มีความหลากหลาย องค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์ และตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นนอกจากจัดการเรียนเป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
 5. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการความรู้ และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด
 6. ความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้ จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น
 7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานความก้าวหน้าของผู้เรียน
- จากลักษณะสำคัญของการใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การใช้ปัญหาเป็นฐาน มีลักษณะสำคัญ คือ มีสถานการณ์ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ ปัญหาที่ใช้ควรเป็นปัญหาในชีวิตประจำวันหรือเป็นปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้นจริง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและสามารถเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย มีการบูรณาการความรู้กับทักษะกระบวนการต่าง ๆ และมีการประเมินผลจากสภาพจริง

4. รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ไพศาล สุวรรณน้อย (2556, หน้า 4-8) ได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยด้านพัฒนาการเรียนการสอนที่ใช้ PBL ทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและระดับอุดมศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่อาศัยลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบ PBL เป็นกรอบในการออกแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ เริ่มจากรูปแบบพื้นฐานที่มี 7 ขั้นตอนหลัก แล้วมีการปรับขยายหรือเพิ่มขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้จนมีถึง 11 ขั้นตอน ในที่นี้ขอเสนอ 4 รูปแบบคือ แบบ 7, 9, 10 และ 11 ขั้นตอน เพื่อให้ศึกษาความแตกต่างของแต่ละรูปแบบ จะได้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับระดับของผู้เรียนและลักษณะเฉพาะของเนื้อหาวิชาที่จะจัดการเรียนรู้ด้วย PBL

รูปแบบที่ 1 แบบ 7 ขั้นตอน ลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. Clarifying Unfamiliar Terms กลุ่มผู้เรียนทำความเข้าใจคำศัพท์ข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหาให้ชัดเจน โดยอาศัยความรู้พื้นฐานของสมาชิกในกลุ่มหรือการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารตำราหรือสื่ออื่น ๆ
2. Problem Definition กลุ่มผู้เรียนระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหา เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ใดที่กล่าวถึงในปัญหานั้น
3. Brainstorm กลุ่มผู้เรียนระดมสมองวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ และหาเหตุผลมาอธิบาย โดยอาศัยความรู้เดิมของสมาชิกกลุ่ม เป็นการช่วยกันคิดอย่างมีเหตุมีผล สรุปรวบรวมความรู้และแนวคิดของกลุ่มเกี่ยวกับกลไกการเกิดปัญหา เพื่อนำไปสู่การสร้างสมมติฐานที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้แก้ปัญหา
4. Analyzing the Problem กลุ่มผู้เรียนอธิบายและตั้งสมมติฐานที่เชื่อมโยงกันกับปัญหาตามที่ได้ระดมสมองกัน แล้วนำผลการวิเคราะห์มาจัดลำดับความสำคัญ โดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน การแสดงความคิดอย่างมีเหตุผล
5. Formulating Learning Issues กลุ่มผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อค้นหาข้อมูลที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้ส่วนใดรู้แล้ว ส่วนใดต้องกลับไปทบทวน ส่วนใดยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม

6. Self-Study ผู้เรียนค้นคว้ารวบรวมสารสนเทศจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning)

7. Reporting จากรายงานข้อมูลสารสนเทศใหม่ที่กลุ่มได้มา ผู้เรียนนำมาอภิปราย วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการและแนวทางเพื่อนำไปใช้อีกต่อไป

รูปแบบที่ 2 แบบ 9 ขั้นตอน ลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. อ่านสถานการณ์โดยละเอียดทำความเข้าใจกับคำและความหมายของคำในสถานการณ์ โดยอาศัยความรู้พื้นฐานของสมาชิกภายในกลุ่ม หรือเอกสาร ตำรา
2. นิยามปัญหา หรือระบุสถานการณ์ โดยแสวงหาความคิดเห็นแบบระดมสมองอย่างมีเหตุผล และวิจารณ์ญาณ
3. วิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ โดยแสวงหาความคิดเห็นแบบระดมสมองอย่างมีเหตุผล และวิจารณ์ญาณ
4. ตั้งสมมติฐาน โดยพยายามตั้งสมมติฐานให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้
5. จัดลำดับความสำคัญของสมมติฐาน พิจารณาข้อยุติสำหรับสมมติฐานที่ปฏิเสธได้
6. กำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้จากสมมติฐาน ที่ได้เลือกไว้ พิจารณาว่าต้องหาความรู้เรื่องอะไรบ้าง
7. ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม เช่น เอกสาร ตำรา ผู้เชี่ยวชาญ
8. สังเคราะห์ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม เช่น เอกสาร ตำรา ผู้เชี่ยวชาญ
9. สรุปการเรียนรู้หลักการและแนวคิดจากการแก้ปัญหาโดยนำความรู้มาเสนอต่อสมาชิก

รูปแบบที่ 3 แบบ 10 ขั้นตอน ลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. ผู้เรียนเผชิญปัญหาที่คลุมเครือ
2. ผู้เรียนถามคำถามในสิ่งที่สนใจจากสถานการณ์ – โดยใช้ IPF

Question

ตัวอย่าง การใช้ IPF Question ในการเรียนรู้เรื่อง เซลล์มะเร็ง

I – Interesting Question เช่น มีอะไรพิเศษในเซลล์ที่เป็นสาเหตุให้เซลล์เปลี่ยนไปทำไมเซลล์จึงถูกกำหนดให้ตาย กลไกที่ใช้เพื่อซ่อมแซมส่วนที่เสียหายเป็นอย่างไร

P– Puzzling Question เช่น อะไรเป็นสาเหตุให้เซลล์ตาย อะไรเป็นสาเหตุให้มีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งมากกว่าผู้อื่น

F– Important Answers to Find เช่น องค์ประกอบที่ส่งเสริมต่อการซ่อมแซมเซลล์ที่เสียหายคืออะไร เราสามารถนำผลการวิจัยมาดูแลสุขภาพอย่างไรในการป้องกันโรคมะเร็ง เราจะต้องควบคุมที่อะไร

3. การดำเนินการค้นหา เริ่มจากคำถาม IPF

บทบาทครู แนะนำวิธีการค้นปัญหา เช่น การเขียนปัญหา การใช้คำถาม “ทำไม” การเขียนแผนผังการเชื่อมโยงสถานการณ์ต่าง ๆ

4. เขียนแผนผังการค้นปัญหา และจัดลำดับความสำคัญ

บทบาทครู แนะนำ อำนวยความสะดวก (แต่ไม่ตัดสินใจให้)

5. การสำรวจปัญหา/สืบเสาะ เพื่อช่วยกำหนดกลยุทธ์ของกลุ่ม

บทบาทครู ครูจะวางระบบแผนงานโดยรวมอย่างไร สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะรับผิดชอบอะไรบ้าง บทบาทครู ใช้คำถามแนะนำการสืบเสาะตามที่กลุ่มได้ตัดสินใจใช้วิธีสัมภาษณ์ คุณจะสัมภาษณ์ใคร คุณจะพบผู้ให้สัมภาษณ์ได้อย่างไร ต้องการข้อมูลใดจากผู้ให้สัมภาษณ์ คุณจะบันทึกอะไร

6. การวิเคราะห์ ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการวิเคราะห์ผล

บทบาทครู

6.1 ใช้คำถามแนะนำ เช่น การเปรียบเทียบผลการสัมภาษณ์จะมีประโยชน์หรือไม่ คุณจะแสดงผลการเปรียบเทียบอย่างไร

6.2 แนะนำวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

7. การเรียนรู้ซ้ำ เสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้ต่อกัน เกิดความเข้าใจใหม่และนำไปใช้แก้ปัญหาและนิยามปัญหา ถ้าไม่ชัดเจนไปเรียนรู้เพิ่ม

บทบาทครู การใช้คำถามให้คิดใคร่ครวญ เช่น ผลลัพธ์ที่จะช่วยให้คุณเข้าใจปัญหาที่คุณสำรวจอย่างไร ถ้าคุณไปสำรวจใหม่อีกครั้ง คุณจะทำอะไรที่แตกต่างจากเดิม ด้วยเหตุผลใด

8. การสร้างแนวคำตอบและข้อแนะนำ สร้างความรู้จากผลลัพธ์ที่ได้

บทบาทครู แนะนำวิธีการสร้างความรู้ ใช้คำถาม “อย่างไร” ทุกครั้งที่ผู้เรียนเสนอแนวคำตอบ แนะนำให้เสนอความรู้แบบต่าง ๆ เช่น การเชื่อมโยง โมเดล อุปมาอุปมัย แผนผังความคิด

9. สื่อความหมายผลลัพธ์ที่ได้

บทบาทครู เรื่องที่ค้นพบได้จากไหน ได้ข้อสรุปอะไรบ้าง ใครได้รับประโยชน์จากเรื่องนี้ และได้อะไร

10. การประเมินผล โดยครู ผู้เรียน และเพื่อน

บทบาทครู การประเมินปฏิบัติการ โดยประเมินการใช้ข้อมูลร่วมกัน การค้นหาและนิยามปัญหา การได้มาซึ่งความรู้ การนำตนเอง ทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการแก้ปัญหา ใช้การประเมินตามสภาพจริง โดยสร้างเกณฑ์การประเมิน (Rubric Scoring) เพื่อการประเมิน การอภิปราย การเขียนอนุทิน บันทึกการทดลอง การให้คะแนนตนเอง และการสัมภาษณ์

รูปแบบที่ 4 แบบ 11 ขั้นตอน ลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. จัดกลุ่มแนะนำสมาชิก
2. กำหนดวัตถุประสงค์ประสงค์
3. ศึกษาปัญหาที่ได้รับ ขยายรายละเอียดของปัญหา
4. กำหนดประเด็นในการเรียนรู้
5. กำหนดวัตถุประสงค์ของแผนดำเนินการ
6. ทำความเข้าใจร่วมกันในเรื่องของข้อมูลที่ต้องศึกษา
7. กำหนดแหล่งเรียนรู้
8. รวบรวมความรู้ที่ได้มาจากการค้นคว้าสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเอง
9. ทำความเข้าใจซ้ำอีกกับความรู้ที่ได้รับใหม่
10. เลือกวิธีในการแก้ปัญหา/นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

11. การประเมินผล

จากรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มี 4 รูปแบบ คือ แบบ 7 ขั้นตอน แบบ 9 ขั้นตอน แบบ 10 ขั้นตอน และแบบ 11 ขั้นตอน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบ 7 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจคำศัพท์และข้อความของปัญหาให้ชัดเจน (Clarifying Unfamiliar Terms) กลุ่มผู้เรียนทำความเข้าใจคำศัพท์ ข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหาให้ชัดเจน โดยอาศัยความรู้พื้นฐานของสมาชิกในกลุ่มหรือการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารตำรา หรือสื่ออื่น ๆ

2. ระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญ (Problem Definition) กลุ่มผู้เรียนระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหา เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ใดที่กล่าวถึงในปัญหานั้น

3. ระดมสมอง (Brainstorm) กลุ่มผู้เรียนระดมสมองวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ และหาเหตุผลมาอธิบาย โดยอาศัยความรู้เดิมของสมาชิกกลุ่ม เป็นการช่วยกันคิดอย่างมีเหตุมีผล สรุปรวบรวมความรู้และแนวคิดของกลุ่มเกี่ยวกับกลไกการเกิดปัญหา เพื่อนำไปสู่การสร้างสมมติฐานที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้แก้ปัญหานั้น

4. วิเคราะห์ปัญหา (Analyzing the Problem) กลุ่มผู้เรียนอธิบายและตั้งสมมติฐานที่เชื่อมโยงกันกับปัญหาตามที่ได้ระดมสมองกัน แล้วนำผลการวิเคราะห์มาจัดลำดับความสำคัญ โดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน การแสดงความคิดอย่างมีเหตุผล

5. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Formulating Learning Issues) กลุ่มผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อค้นหาข้อมูลที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้ส่วนใดรู้แล้ว ส่วนใดต้องกลับไปทบทวน ส่วนใดยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม

6. เรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Study) ผู้เรียนค้นคว้ารวบรวมสารสนเทศจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning)

7. รายงานผล (Reporting) จากรายงานข้อมูลสารสนเทศใหม่ที่ได้เข้ามา กลุ่มผู้เรียนนำมาอภิปราย วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แล้วนำมาสรุป เป็นหลักการและแนวทางเพื่อนำไปใช้อีกต่อไป

STEM Education

1. ความหมายของการเรียนรู้ตามแนวคิดของ STEM Education

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ตามแนวคิดของ STEM Education ไว้ดังต่อไปนี้

Dejarnette (2012, pp. 77–84), Wayne (2012, unpagged), Breiner, Harkness, Johnson and Koehler (2012, pp. 3–11) กล่าวว่า STEM Education คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสวมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้ STEM Education ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, หน้า 50) กล่าวว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Intergration) ระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science : S), เทคโนโลยี (Technology : T), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสวมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้ในหลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ

มนตรี จุฬาวัดมนทล. (2556, หน้า 3) กล่าวว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการบูรณาการ การเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีโดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐาน จนถึงอุดมศึกษา อาชีวศึกษา และการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะ สำหรับสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมี คุณภาพชีวิตที่ดีในยุคประชาคมอาเซียน

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา ในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนิน ชีวิตและการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริง และการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการ ท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจ ทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้ง คำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อ ค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

จากความหมายของ STEM Education ที่นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลาย ท่านได้ให้ความหมายไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า STEM Education หมายถึง แนวทางการ จัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการ พัฒนาระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การ จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือ กฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้น ผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการ หาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือ บูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

2. แนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคิดของ

STEM Education

STEM Education เป็นการจัดการศึกษาที่มี แนวคิด ทฤษฎีและหลักการดังนี้ (Dejarnette, Wayne, Breiner, et al., 2012 อ้างถึงใน ธวัช ชิตตระการ, 2555)

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือ เป็นการบูรณาการ ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามารวมผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

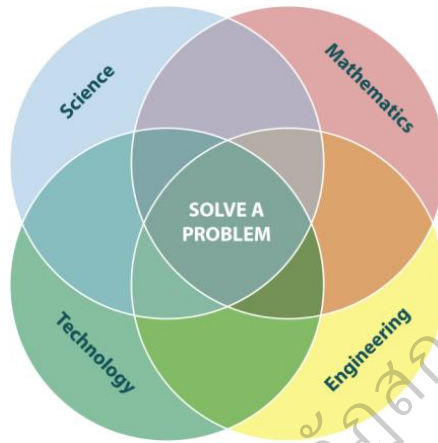
1.1 วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยเน้น การศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการ สืบเสาะ (Inquirybased Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับ ประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้ นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จใน การเรียน

1.2 เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่าน กระบวนการ ทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมีได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

1.3 วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนา นวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่ไม่สามารถเรียนได้ แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่ เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

1.4 คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่ เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรกคือกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่ง ได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป

และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน



ภาพประกอบ 3 การบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration)

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-Based Learning, Problem-Based Learning, Design-Based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Pre-School) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ได้แก่

3.1 ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา

3.2 ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

3.3 ด้านคุณลักษณะผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มี

ประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำ ตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

จากแนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคิดของ STEM Education ที่กล่าวมาในเบื้องต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้ตามแนวคิดของ STEM Education เป็นการบูรณาการของ 4 สาขาวิชา อันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการนำจุดเด่นของแต่ละสาขามารวมผสมผสานกันอย่างลงตัว เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดการสอนได้ทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล จนถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ถ้าครูผู้สอนใช้ STEM Education ได้เร็วก็จะเพิ่มศักยภาพผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น และเป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน ทั้งด้านปัญญา ทักษะการคิด และทักษะการทำงานกลุ่ม

3. การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 1) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education มีลักษณะ 5 ประการได้แก่ 1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ 2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชา ทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ 3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 4) ทำทลายความคิดของนักเรียน และ 5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน

จิรภรณ์ ประกร (2557, หน้า 1) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ STEM Education ดังนี้

1. เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สู่โลกจริง

คุณครูหลายท่านน่าจะทำอยู่แล้วอย่างสม่ำเสมอ เพียงนักเรียนมองเห็นว่าแนวคิดหลักหรือกระบวนการที่เรารู้จักนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง ก็เป็นก้าวแรกสู่การบูรณาการความรู้สู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย เพราะปรากฏการณ์หรือประดิษฐ์กรรมใด ๆ รอบตัวเรา ไม่ได้เป็นผลของความรู้จากศาสตร์หนึ่งศาสตร์ใดเพียงศาสตร์เดียว การประยุกต์ความรู้ง่าย ๆ เช่น การคำนวณพื้นที่ของกระดาษชำระแบบม้วน

เชื่อมโยงสู่ความรู้ความสงสัยด้านวัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีการผลิต และการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์วิธีแก้ไขได้อย่างหลากหลายจนนำไปสู่การ

2. การสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถาม แล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเองโดยการรวบรวมประจักษ์พยานหลักฐานที่เกี่ยวข้อง สื่อสารแนวคิดและเหตุผล เปรียบเทียบแนวคิดต่าง ๆ โดยพิจารณาความหนักแน่นของหลักฐานก่อนการตัดสินใจไปในทางใดทางหนึ่ง นับเป็นกระบวนการเรียนรู้สำคัญที่ไม่เพียงแต่สนับสนุนการเรียนรู้ในประเด็นที่ศึกษาเท่านั้น แต่ยังเป็นช่องทางให้มีการบูรณาการความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถาม นับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนจุดเน้นของสะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี

3. การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การทำโครงงานเป็นการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบหนึ่ง แต่ผู้เขียนได้แยกโครงงานออกมาเป็นหัวข้อเฉพาะ เนื่องจากเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมการบูรณาการความรู้สู่การแก้ปัญหาได้ชัดเจน การสืบเสาะหาความรู้บางครั้งครูเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหา หรือให้ข้อมูลสำหรับศึกษาวิเคราะห์ หรือกำหนดวิธีการในการสำรวจตรวจสอบ ตามข้อจำกัดของเวลาเรียน วัสดุอุปกรณ์ หรือปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ แต่การทำโครงงานนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้สำคัญในทุกขั้นตอนด้วยตนเอง ตั้งแต่การกำหนดปัญหา ศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้อง ออกแบบวิธีการรวบรวมข้อมูล ดำเนินการ ลงข้อสรุป และสื่อสารสิ่งที่ค้นพบ (บางครั้งครูอาจกำหนดกรอบกว้าง ๆ เช่น ให้ทำโครงงานเกี่ยวกับพลังงานทดแทน โครงงานเกี่ยวกับการใช้คณิตศาสตร์ในผลิตภัณฑ์ของชุมชน เป็นต้น) โครงงานในรูปแบบสิ่งประดิษฐ์จะมีการบูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมได้อย่างโดดเด่น แต่โครงงานในรูปแบบอื่น ทั้งโครงงานเชิงทดลอง เชิงสำรวจ หรือเชิงทฤษฎี ก็มีคุณค่าควรแก่การสนับสนุนไม่แพ้กัน แม้นักเรียนจะมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ผ่านการทำโครงงาน แต่บทบาทของครูในการให้คำปรึกษาระหว่างนักเรียนทำโครงงานนั้นเป็นบทบาทที่สำคัญและท้าทาย เนื่องจากครูมีความรับผิดชอบในการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรู้ความสามารถตามเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ โดยครูต้องเตรียมพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ไปพร้อม ๆ กับนักเรียนในทุกหัวข้อโครงงาน

4. การสร้างสรรค์ชิ้นงาน แนวคิดนี้ไม่ได้เป็นแนวคิดใหม่เลยเสียทีเดียว เด็ก ๆ ทุกวันนี้อาจได้รับการมอบหมายให้สร้างสรรค์ชิ้นงานที่แตกต่างไปจากยุคก่อน เช่น ประดิษฐ์ป้ายไฟ รถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์ ถ่ายหนังสั้น ทำมัลติมีเดียสำหรับนำเสนองาน

ประสบการณ์การทำงานเหล่านี้ สร้างทักษะการคิด การออกแบบ การตัดสินใจ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นงานที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนคิด อย่างอิสระและสร้างสรรค์ การประดิษฐ์ชิ้นงานเหล่านี้ประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์อย่างไม่รู้ตัว บางครั้งครูอาจจัดให้นักเรียนสะท้อนความคิดว่าได้เกิด ประสบการณ์หรือเรียนรู้อะไรบ้างจากงานที่มอบหมายให้ทำ เพราะเป้าหมายของการเรียนรู้ อยู่ที่กระบวนการทำงานด้วยเช่นกัน หากนักเรียนมองเพียงเป้าหมายชิ้นงานที่สำเร็จอย่างเดียว อาจไม่ตระหนักว่าตนเองได้เรียนรู้บทเรียนสำคัญมากมายระหว่างทาง

5. การบูรณาการเทคโนโลยี เพียงครูบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่ กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ครูก็ได้ก้าวเข้าใกล้เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาอีกก้าวหนึ่งแล้ว เทคโนโลยีที่ครูสามารถใช้ประโยชน์ในชั้นเรียน ปัจจุบันมีได้ตั้งแต่การสืบค้นข้อมูลลักษณะต่าง ๆ การบันทึกและนำเสนอข้อมูลด้วยภาพนิ่ง วิดิทัศน์ และมัลติมีเดีย การใช้อุปกรณ์ Sensor/Data Logger บันทึกข้อมูลในการสำรวจ ตรวจสอบ การใช้ซอฟต์แวร์จัดทำ วิเคราะห์ข้อมูล และเทคโนโลยีอื่น ๆ อีกมากมาย การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้ กระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ ประยุกต์ใช้ความรู้ แก้ปัญหา และทำงานร่วมกัน รวมทั้งสร้างทักษะสำคัญในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพต่อไปในอนาคตด้วย

6. การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี ยกตัวอย่างทักษะการเรียนรู้ และสร้างนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ตามกรอบแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills ที่ครอบคลุม 4C คือ Critical Thinking (การคิดเชิงวิพากษ์) Communication (การสื่อสาร) Collaboration (การทำงานร่วมกัน) และ Creativity (การคิด สร้างสรรค์) จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงาน หรือการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ที่กล่าวถึงข้างต้นนั้นสามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้มาก อย่างไรก็ตามในบริบทของ โรงเรียนทั่วไป ครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำโครงงาน หรือการ สร้างสรรค์ชิ้นงานเท่านั้น ดังนั้นในบทเรียนอื่น ๆ ถ้าครูมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ใน ทุกโอกาสที่เอื้ออำนวย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทำงานร่วมกัน เรียนรู้ การหาที่ดี (ฝึกคิดเชิงวิพากษ์) หาที่ชมหรือเสนอวิธีการใหม่ (ฝึกคิดเชิงสร้างสรรค์) ก็นับว่า ครูจัดการเรียนการสอนเข้าใกล้แนวคิดสะเต็มศึกษามากขึ้น ตามสภาพจริงของชั้นเรียน

7. การสร้างการยอมรับและการมีส่วนร่วมจากชุมชน ครูหลายท่านอาจเคยมีประสบการณ์กับผู้ปกครองที่ไม่เข้าใจแนวคิดการศึกษาที่พัฒนานักเรียนให้เป็นคนเต็มคน แต่มุ่งหวังให้สอนเพียงเนื้อหา ดิวข้อสอบ อยากให้ครูสร้างเด็กที่สอบเรียนต่อได้ แต่อาจใช้ชีวิตไม่ได้ในสังคมจริงของการเรียนรู้และการทำงาน เมื่อครูมอบหมายให้นักเรียนสืบค้น สร้างชิ้นงาน หรือทำโครงการ ผู้ปกครองไม่ให้การสนับสนุน หรืออีกด้านหนึ่ง ผู้ปกครองรับหน้าที่ทำให้ทุกอย่าง อย่างไรก็ตาม หวังว่าผู้ปกครองทุกคนจะไม่น่าเป็นไปตามที่กล่าวข้างต้น ผลงานจากความสามารถของเด็ก เป็นอาวุธสำคัญที่ครูจะนำมาเผยแพร่จัดแสดงเพื่อชนะใจผู้ปกครองและชุมชนให้ให้การสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ครูสามารถนำนักเรียนไปศึกษาในแหล่งเรียนรู้ของชุมชน สำรวจสิ่งแวดล้อมธรรมชาติในท้องถิ่น ศึกษาและรายงานสภาพมลพิษหรือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ให้ชุมชนรับทราบ ตลอดจนจนศึกษาและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในชุมชน กิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้ เกิดประโยชน์สำหรับนักเรียนเอง อาจเป็นประโยชน์สำหรับชุมชน และสามารถสร้างการมีส่วนร่วม ความภาคภูมิใจ และที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้สึกเป็นเจ้าของ ร่วมรับผิดชอบ คุณภาพการจัดการศึกษาในท้องถิ่นตัวเองให้เกิดขึ้นได้

8. การสร้างการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น การให้นักเรียนศึกษาปัญหาปลายเปิดตามความสนใจของตนเองในลักษณะโครงการ ตลอดจนจนการเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การใช้ประโยชน์ในบริบทจริงนั้น บางครั้งนำไปสู่คำถามที่ซับซ้อนจนต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะทาง ครูไม่ควรกลัวจะยอมรับกับนักเรียนว่าครูไม่รู้คำตอบ หรือครูช่วยไม่ได้ แต่ควรใช้เครือข่ายที่มี เชื่อมโยงให้ผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน เครือข่ายดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้ง ศิษย์เก่า ผู้ปกครอง ปราชญ์ชาวบ้าน เจ้าหน้าที่รัฐ หรืออาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาในท้องถิ่น ครูสามารถเชิญวิทยากรภายนอกมาบรรยายหรือสาธิตในบางหัวข้อ หรือใช้เทคโนโลยี เช่น การประชุมผ่านวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถพูดคุย ให้ความคิดเห็น หรือวิพากษ์ผลงานของนักเรียน เป็นต้น

9. การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ (Informal Learning) เด็ก ๆ นั้นรักความสนุก หากเราจำกัดความสนุกไม่ให้เกิดการเรียนรู้ ความสุขคงอยู่ห่างไกลจากครูและจากเด็กไปเรื่อย ๆ แต่จะบูรณาการความสนุกสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ต้องอาศัยความคิด

สร้างสรรค์ของครูในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทาย เพลิดเพลิน ให้การเรียนรู้เหมือนเป็นการเล่น แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องสร้างความรู้และความสามารถตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรด้วย การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการที่ได้รับความนิยม คือ การจัดกิจกรรมค่าย การเรียนรู้จากเพลง เกม ละคร หรือการประกวดแข่งขัน กิจกรรมเหล่านี้เป็นโอกาสดีที่จะสร้างการมีส่วนร่วมจากชุมชน เช่น อาจเชิญผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นเป็นวิทยากรในค่าย เป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ หรือให้การสนับสนุนของรางวัล

10. การเรียนรู้ตามอัธยาศัย (Non-Formal Learning) เมื่อครูได้

ดำเนินการ 9 ข้อข้างต้นแล้ว อาจมองออกนอกขอบเขตรั้วโรงเรียน สร้างนิตยสารการเรียนรู้ตลอดชีวิต ให้เป็นวัฒนธรรมของชุมชน ร่วมกันสร้างแหล่งเรียนรู้ด้านสะเต็มในท้องถิ่น เช่น เส้นทางศึกษาธรรมชาติ หรือประยุกต์ความรู้สะเต็มเพื่อสนับสนุนแหล่งเรียนรู้วิถีชุมชน เช่น ส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมนำเสนอข้อมูลภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรมในชุมชน สร้างหอเกียรติยศสะเต็มของหมู่บ้าน เพื่อนำเสนอเรื่องราวการใช้ความรู้สะเต็มในการพัฒนาอาชีพและพัฒนาคุณภาพชีวิต เช่น ผลงานด้านการเกษตร ด้านสาธารณสุข ด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เป็นต้น

จากการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบูรณาการเนื้อหาทั้ง 4 วิชา อันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าสู่โลกจริง แนวคิดหรือกระบวนการเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติและสามารถใช้ประโยชน์ได้จริง ให้ผู้เรียนเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ ศึกษาประเด็นปัญหา ตั้งคำถาม แล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง อาจเป็นการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน การสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีการบูรณาการเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประโยชน์ มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ทั้งการคิดเชิงวิพากษ์ การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการคิดสร้างสรรค์ มีการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญ มีการยอมรับและมีมีส่วนร่วมของชุมชน ตลอดจนการเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การใช้ประโยชน์ในบริบทจริง นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้ต้องเป็นกิจกรรมที่ท้าทาย เพลิดเพลิน ในขณะเดียวกันก็ต้องสร้างความรู้และความสามารถให้กับผู้เรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education

1. ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยนำกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์มาใช้ประกอบอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดความสุขในการเรียน และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ความสำคัญของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education เป็นสื่อประกอบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การตีความ และการสรุปความ มาใช้แก้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาปลายเปิด โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของการสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน ซึ่งสามารถส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างเป็นระบบ รู้จักคิดวางแผนในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขในการเรียน เรียนอย่างสนุกสนาน ไม่เบื่อ ไม่เครียด และผู้เรียนยังสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตนเองได้เต็มศักยภาพ อีกทั้งยังสามารถให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ร่วมกันในทั้งชั้นเรียน เกิดกระบวนการทำงานกลุ่ม เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดสัมพันธที่ดีร่วมกันทั้งชั้นเรียน

3. องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สรุปองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education ได้ทั้งหมด 5 ชุด ซึ่งแต่ละชุดมีส่วนประกอบ ดังนี้

3.1 ส่วนนำ ได้แก่ คำนำ คำชี้แจง และคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูและนักเรียน

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้

3.3 แบบใบความรู้

3.4 กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ ใบกิจกรรม ใบสรุปองค์ความรู้
ใบงาน

3.5 แบบทดสอบ

3.6 เฉลยใบกิจกรรม ใบงาน

3.7 เฉลยแบบทดสอบ

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดต่อชั้นเรียน ผู้เรียนทำความเข้าใจคำศัพท์และข้อความของปัญหาให้ชัดเจน ระบूपัญหาหรือข้อมูลสำคัญ ระดมสมองวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

4.2 ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ผู้เรียนนำวัตถุประสงค์การเรียนรู้ จากขั้นที่ 1 เป็นหลักในการเรียนรู้ด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หนังสือเรียน การสืบค้นออนไลน์ เป็นต้น

4.3 ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน เมื่อผู้เรียนได้ทำการเรียนรู้ด้วยตนเองจากขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้นำเสนอต่อชั้นเรียน โดยการรายงานผลการเรียนรู้ โดยการนำเสนอความรู้ที่ได้ลงในกระดาษปฐพี

4.4 ขั้นที่ 4 ขั้นการสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เมื่อผู้เรียนนำเสนอความรู้ที่ได้จากการเรียนครบทุกกลุ่มแล้ว ครูผู้สอนจะนำแนวคิดของผู้เรียนทุกกลุ่มมาเชื่อมโยงกัน แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ของชั้นเรียนที่เกิดจากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

เจตคติในการเรียน

1. ความหมายของเจตคติในการเรียน

เจตคติ มาจากคำในภาษาอังกฤษว่า Attitude เดิมที่เรามักใช้คำว่าทัศนคติ แต่ปัจจุบันเราใช้คำว่าเจตคติแทน มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่าเจตคติ ดังนี้

Wolman (1973, p. 384) ได้กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความพึงพอใจ ตามความรู้สึกที่ดีมีความสุข เมื่อคนเราได้รับผลสำเร็จ ตามความมุ่งหมาย ความต้องการ หรือแรงจูงใจ

Kendler (1974, p. 572) ได้กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความพร้อมของแต่ ละบุคคลที่จะแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือความโน้มเอียงที่จะแสดงพฤติกรรม ออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ในทางที่จะสนับสนุนหรือต่อต้านสถานการณ์ บุคคล สถาบัน หรือแนวคิดบางอย่าง มีการแสดงออกโดยอาศัยพฤติกรรม แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ แสดงออกในลักษณะที่เห็นด้วย พึงพอใจ หรือชอบ และในลักษณะที่ไม่เห็นด้วย ไม่พอใจหรือไม่ชอบใจ

Good (1973, p. 94) ได้กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความพร้อมที่จะ แสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อาจเป็นการต่อต้าน รัก เกลียด พอใจ ไม่พอใจ ต่อสิ่ง นั้น ๆ

ณัฐชญา อินพุลวงษ์ (2559, หน้า 59) ได้กล่าวว่า เจตคติ ความรู้สึก หรือท่าทีของบุคคลที่แสดงออกมาทางด้านความคิดเห็น ซึ่งเป็นความรู้สึกที่ตอบสนองทั้ง ในทางบวกหรือทางลบหลังจากมีประสบการณ์ในด้านนั้นแล้ว

จากความหมายของเจตคติ ที่นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง การแสดงความรู้สึกออกมาเป็นพฤติกรรมที่เห็นด้วยหรือคัดค้าน ซึ่งเป็นความรู้สึกในทางบวกหรือทางลบต่อสิ่งเร้า สถานการณ์ บุคคล หรือแนวคิดนั้น ๆ

2. ลักษณะและองค์ประกอบของเจตคติในการเรียน

ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 2-3) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติ ดังนี้

1. ด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Component) ได้แก่ความคิดที่เป็นองค์ประกอบที่มนุษย์ใช้ในการคิด ความคิดนี้อาจจะอยู่ในรูปใดรูปหนึ่งที่ต่างกันขึ้นอยู่กับความคิดของแต่ละบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า
2. ด้านท่าทีความรู้สึก (Affective Component) เป็นส่วนประกอบด้านอารมณ์ ความรู้สึก ซึ่งจะเป็นตัวเร้าความคิดอีกต่อหนึ่ง ถ้าบุคคลมีความรู้สึกที่ดีหรือไม่ดีขณะที่คิดสิ่งหนึ่งสิ่งใด แสดงว่าบุคคลนั้นมีความรู้สึกในด้านบวกและลบตามลำดับต่อสิ่งนั้น
3. ด้านการปฏิบัติ (Behavioral Component) เป็นองค์ประกอบที่มีแนวโน้มในทางปฏิบัติ หรือมีสิ่งเร้าเหมาะสมจะเกิดการปฏิบัติอย่างไรอย่างหนึ่ง

ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 57) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติ ดังนี้

1. เจตคติเป็นผลจากการประเมินบุคคลจากสิ่งเร้าแล้วเปลี่ยนเป็นความรู้สึกที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการแสดงพฤติกรรม
2. เจตคติของบุคคลสามารถแปลค่าได้ทั้งในด้านคุณภาพและความเข้มข้นและมีทั้งด้านทางบวกและทางลบ
3. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้หรือผลจากโครงสร้างภายในหรืออู่อารมณ์ของบุคคลนั้น
4. เจตคติขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าโดยเฉพาะสิ่งเร้าทางสังคม
5. เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งเร้าที่เป็นกลุ่มเดียวกันจะมีความสัมพันธ์กันเมื่อเกิดขึ้นแล้วเปลี่ยนแปลงได้ยาก

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546, หน้า 214) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของ เจตคติ ดังนี้

1. ความคิดและความเข้าใจ คือ ความรู้ ความเชื่อเกี่ยวกับคุณลักษณะของสิ่งเรานั้น ๆ เพื่อเป็นความเชื่อและประเมินสิ่งเรานั้น ๆ
2. ความรู้สึก คือ สภาพทางอารมณ์หรือความรู้สึกของบุคคลที่สัมพันธ์กับสิ่งเร้าต่าง ๆ เช่น ชอบหรือไม่ชอบ สนใจหรือไม่สนใจ ฯลฯ
3. พฤติกรรม คือ แนวโน้มของบุคคลที่จะปฏิบัติต่อสิ่งเร้าในทิศทางของการตอบสนองหรือกระทำในทิศทางที่สนับสนุนหรือต่อต้าน ขึ้นอยู่กับความคิด ความเชื่อ ความรู้สึก ซึ่งมีอยู่ 2 ทิศทาง คือ ทางบวกและทางลบ

จากลักษณะและองค์ประกอบของเจตคติในการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของเจตคติในการเรียน เป็นผลจากการประเมินบุคคลจากสิ่งเร้าโดยเฉพาะสิ่งเร้าทางสังคมแล้วเปลี่ยนเป็นความรู้สึก สามารถแปลค่าได้ทั้งด้านบวกและด้านลบ ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้หรือวุฒิภาวะของบุคคลนั้น เมื่อเกิดขึ้นแล้วเปลี่ยนแปลงได้ยาก องค์ประกอบของเจตคติในการเรียน ประกอบไปด้วยความคิด ความเข้าใจ คือ ความรู้ ความเชื่อเกี่ยวกับคุณลักษณะนั้น ๆ ความรู้สึก คือ อารมณ์หรือความรู้สึกของบุคคลที่สัมพันธ์กับสิ่งเร้าต่าง ๆ และพฤติกรรม คือ แนวโน้มของบุคคลที่จะปฏิบัติต่อสิ่งเร้าในทิศทางที่สนับสนุนหรือต่อต้าน

3. การวัดและเกณฑ์การประเมินเจตคติในการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 3-4) ได้กล่าวถึงวิธีการวัดเจตคติที่นิยมใช้กัน 5 แบบ คือ

1. การสัมภาษณ์ คือ การพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย โดยต้องเตรียมข้อความให้ตรงเป้าหมาย
2. การสังเกต คือ การเฝ้ามองสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างมีจุดมุ่งหมาย
3. การรายงานตนเอง คือ ให้ผู้ถูกสอบวัดความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมา โดยมีข้อคำถามเป็นสิ่งเร้า แบบทดสอบหรือแบบวัดที่นิยมใช้กัน ได้แก่ แบบวัดของ Likert แบบวัดของ Osgood แบบวัดของ Thurstone และแบบวัดของ Guttman
4. เทคนิคจินตนาการ คือ การวัดที่อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ

5. การวัดทางสรีระภาพ คือ การวัดที่อาศัยเครื่องมือไฟฟ้า เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย

ธีรชัย ใจดี (2557, หน้า 1) ได้กล่าวถึงประเภทมาตรฐานการวัดเจตคติ ไว้ดังนี้

1. สเกลมาตรฐานการวัดแบบเทอร์สโตน ซึ่งมีลักษณะพิเศษตรงที่ไม่แสดงมาตราตัวเลขติดเอาไว้ให้ผู้ตอบเห็น คือจะมีแต่ข้อความแสดงความรู้สึกทางบวก กลาง และลบ ครบตามจำนวนมาตราที่กำหนดไว้ก่อนลงมือสร้างเครื่องมือวัดเท่านั้น ทั้งนี้ เครื่องมือวัดเจตคติตามแนวคิดของเทอร์สโตนแต่ละข้อความ ผู้ทดสอบจะตอบใน 2 ลักษณะ คือ เห็นด้วยกับไม่เห็นด้วย และในแต่ละข้อความจะมีน้ำหนักในการแปลผลไม่เท่ากัน มาตรฐานการวัด หรือค่ามาตราประจำข้อ (Scale) ซึ่งเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ตัว S ตามแนวคิดของเทอร์สโตนหมายถึง ค่าน้ำหนักความรู้สึกของระดับความเป็นจริงของแต่ละข้อความในแบบวัดเจตคติที่สร้างขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระดับ เช่น เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ชอบหรือไม่ชอบ เป็นต้น

ในการกำหนดมาตราประจำข้อ (S) นั้นเทอร์สโตน ใช้วิธีการนำเอาค่าความถี่จากการประเมินระดับความเป็นจริงของแต่ละข้อความให้ผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 30 ท่านพิจารณา มาคำนวณเป็นค่ามาตราประจำข้อ โดยการหาค่ามัธยฐาน ซึ่งจะได้ค่ามาตราประจำ (S) ของแต่ละข้อความ ตามจำนวนมาตราที่กำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ในการแปลผลระดับเจตคติตามแนวคิดของเทอร์สโตนนั่น จึงนำเอาค่ามาตราประจำข้อ (S) มาหาค่าเฉลี่ย แปลผลตามเกณฑ์เป็นช่วง ๆ (กรณีกำหนด 11 มาตรา) ดังนี้

คะแนน	ความหมาย
1-3	มีเจตคติต่ำมาก
3-5	มีเจตคติต่ำ
5-7	มีเจตคติปานกลาง
7-9	มีเจตคติสูง
9-11	มีเจตคติสูงมาก

ทั้งนี้ตัวเลขที่ซ้ำกันถือว่าเป็นขอบเขต ถ้าผู้ทดสอบได้คะแนนถึงขอบเขตบนก็ให้แปลผลอยู่ในกลุ่มบน

2. สเกลมาตรฐานการวัดแบบลิเกิต มีการกำหนดค่าน้ำหนักความรู้สึกของแต่ละข้อความหลังจากการนำแบบวัดไปทดสอบแล้ว ข้อความอาจจะเป็นทางบวกทั้งหมด หรืออาจจะเป็นทางลบทั้งหมด หรือผสมกันก็ได้ แบบวัดเจตคติมีความเชื่อมั่นสูง และ

พัฒนาเพื่อวัดความรู้สึกได้หลายอย่าง มาตราการวัดแบบลิเกิต เกิดจากกระบวนการ
 ตรวจสอบข้อความในแบบวัดเจตคติ ซึ่งเป็นการตรวจสอบขั้นแรกเพื่อหาความเหมาะสมของ
 ข้อความที่จะนำไปใช้วัดเจตคติตามเป้าหมาย ซึ่งแบ่งระดับการตอบออกมากกว่า 2 ระดับ
 เช่น แบ่งเป็น 3 ระดับ (เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย) แบ่งเป็น 5 ระดับ (เห็นด้วยอย่างยิ่ง
 เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) เป็นต้น ทั้งนี้การจะบอกได้ว่าข้อความข้อ
 นี้จะมีน้ำหนักความรู้สึกระดับใดนั้น ลิเกิตใช้วิธีการค่าน้ำหนักข้อความ 3 วิธี คือ
 1) วิธีหาน้ำหนักซิกมา (Sigma Deviate Weighting Method) ด้วยการหาค่าส่วนเบี่ยงเบน
 มาตรฐานจากจุดกลางของพื้นที่ของแต่ละตัวเลือกที่มีอยู่ 2) วิธีหาน้ำหนักคะแนนมาตรฐาน
 (Standard Score Weighting) ด้วยการหาคะแนนมาตรฐานที่จุดกลางของช่วงพอดี คล้าย
 เป็นคะแนนมาตรฐานเฉลี่ยของช่วงในตัวเลือกหนึ่ง ๆ 3) วิธีกำหนดน้ำหนักแบบผลการ
 (Arbitrary Weighting Method) เป็นการกำหนดโดยคิดว่าถ้ามากที่สุดให้ 5 ถัดมาเป็น 4
 เป็น 3 จนถึง 1 หรือ 0 ตามลำดับ ทั้งนี้วิธีการหาค่าน้ำหนักระดับความรู้สึกของข้อความทั้ง
 3 วิธีนี้ ให้ค่าน้ำหนักใกล้เคียงกัน มีความสัมพันธ์กันสูงมากถึง 0.99 ดังนั้น
 วิธีกำหนดน้ำหนักแบบผลการ (Arbitrary Weighting Method) จึงได้รับความนิยมและใช้
 มากที่สุด

ในการแปลผลระดับเจตคติตามแนวคิดของลิเกิตนั้น นิยมแปลผลเป็น
 ตัวเลขตามมาตรหรือระดับที่กำหนด ด้วยการนำจำนวนข้อไปหารคะแนนเฉลี่ยและส่วน
 เบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้เกณฑ์การแปลคะแนนแบบวัด (กรณีกำหนด 5 ระดับ) ดังนี้

คะแนน	ความหมาย
4.51-5.00	มีเจตคติสูงมาก
3.51-4.50	มีเจตคติสูง
2.51-3.50	มีเจตคติปานกลาง
1.51-2.50	มีเจตคติต่ำ
1.00-1.50	มีเจตคติต่ำมาก

3. สเกลมาตราการวัดแบบออสกูด เครื่องมือวัดเจตคติแบบนัยจำแนก
 (SDS) หรือเทคนิคจำแนกความแตกต่างทางภาษา โดยใช้คำในประโยคที่แสดงความรู้สึก
 โดยการใช้คำสั้น ๆ แทนการใช้ประโยคยาว ๆ ซึ่งให้ความหมายที่ไม่ต่างกันซึ่งคำคุณศัพท์ที่
 นำมาใช้อธิบายเป้าหมายที่ต้องการวัดนั้น จะประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านการประเมิน
 เป็นคุณศัพท์ที่สะท้อนการตัดสินคุณค่า 2) ด้านศักยภาพ เป็นคุณศัพท์ที่สะท้อนถึงพลัง

อำนาจ 3) ด้านกิจกรรม เป็นคุณศัพท์ที่สะท้อนถึงกิริยาอาการ ดังนั้นแบบวัดเจตคติตามแนวคิดของออสกูสจึงมีลักษณะเป็นการใช้คำคุณศัพท์ 2 คำที่มีความหมายตรงข้ามกัน ให้ผู้ทดสอบตัดสินใจถ่วงน้ำหนักไปในมาตราใดก็ขีดตอบมาตรานั้น ๆ มาตรการวัดตามแนวคิดของออสกูสเกิดจากการนำเอาคำคุณศัพท์ตรงข้ามแต่ละคู่ ที่ผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด มาสร้างเป็นมาตรวัดความรู้สึกต่อเป้าเจตคติ หรือที่เรียกว่า มโนภาพ โดยอาศัยการวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งมาตรการวัดแบบออสกูสนี้เรียกว่า มาตรแบบ 2 ขั้ว ทั้งนี้อาจจะกำหนดเป็น 3 ระดับ 4 ระดับ หรือ 7 ระดับก็ได้ตามความต้องการ (เดิมกำหนด 7 ระดับ) ซึ่งอาจจะกำหนดให้ค่ามากในคำคุณศัพท์ที่เป็นทางบวก และกำหนดให้ค่าน้อยในคำคุณศัพท์ที่เป็นทางลบก็ได้

ในส่วนของการให้คะแนนเมื่อผู้ทดสอบตัดสินใจถ่วงน้ำหนักในระดับช่วงใดช่วงหนึ่งระหว่างคำคุณศัพท์ที่ตรงข้ามกันนั้น ซึ่งถ้าตัดสินใจถ่วงน้ำหนักในช่องที่ติดกับคำคุณศัพท์เชิงบวกจะให้คะแนน 7 และในช่องถัดไปจะเป็น 6 5 4 3 2 และ 1 สำหรับช่วงที่ติดคำคุณศัพท์ทางลบ จากนั้นจะให้เอาคะแนนของทุกข้อมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย ได้เป็นคะแนนเจตคติของแต่ละคนหรือแต่ละฉบับ ทั้งนี้สามารถแปลผลโดยการนำเสนอแบบเส้นภาพก็ได้

จากการวัดและเกณฑ์การประเมินเจตคติในการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การวัดเจตคติในการเรียนที่นิยมใช้ ได้แก่ การสัมภาษณ์ การสังเกต การรายงานตนเอง เทคนิคจินตนาการ และการวัดทางสรีระภาพ ประเภทมาตรการวัดเจตคติในการเรียน ได้แก่ สเกลมาตรการวัดแบบเทอร์สโตน มีลักษณะพิเศษที่ไม่แสดงมาตราตัวเลขให้ผู้ตอบเห็น มีแต่ข้อความแสดงความรู้สึกทางบวก กลาง และลบ ผู้ทดสอบตอบได้ 2 ลักษณะ คือ เห็นด้วยกับไม่เห็นด้วย สเกลมาตรการวัดแบบลิเกิต มีการกำหนดค่าน้ำหนักความรู้สึกของแต่ละข้อ ข้อความอาจเป็นทางบวกหรือทางลบก็ได้ ระดับการตอบมีมากกว่า 2 ระดับ เช่น แบ่งเป็น 3 ระดับ (เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย) แบ่งเป็น 5 ระดับ (เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) และ สเกลมาตรการวัดแบบออสกูต เป็นเครื่องมือวัดเจตคติแบบนัยจำแนกหรือเทคนิคจำแนกความแตกต่างทางภาษา โดยใช้คำในประโยคที่แสดงความรู้สึกโดยการใช้คำสั้น ๆ มีลักษณะการใช้คำคุณศัพท์ 2 คำ ที่มีความหมายตรงข้ามกัน ทั้งนี้อาจกำหนดเป็น 3 ระดับ 4 ระดับ หรือ 7 ระดับก็ได้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบวัดเจตคติในการเรียน ในลักษณะเป็นแบบสอบถามที่ผู้ตอบตอบความรู้สึกโดยตรงไปตรงมา โดยใช้

มาตรการวัดของลิเกิต ที่มีข้อความคำถามเป็นข้อความทางบวกและทางลบ ระดับการตอบแบบ 5 ระดับ (เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) จำนวน 20 ข้อ

ความคิดสร้างสรรค์

1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

Torrance (1962, p. 16) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดผลิตสิ่งแปลกใหม่ โดยอาจเกิดจากการรวบรวมความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ต่าง ๆ

Guilford (1967, p. 139) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดแบบอนแกนัย คือ เป็นความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม นำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่

ปฏิมา สิงห์คร (2554, หน้า 38) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดที่หลากหลาย การประยุกต์ ต่อเติมหาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าทางคณิตศาสตร์ในแง่มุมต่าง ๆ อันเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่โดยมีกระบวนการคิด 4 ประเภท คือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

สาลินี เรืองจ้อย (2554, หน้า 39) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกลและแปลกใหม่ โดยดูจากความสามารถในด้านต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการตั้งโจทย์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อไปใช้ในกรณีทั่วไป

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2555, หน้า 64) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดได้หลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม โดยนำประสบการณ์มาทำให้เกิดความคิดใหม่ และการประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ที่แปลกใหม่

พัทธยากร บุษสยา (2559, หน้า 53) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิด การแก้ปัญหาที่มีลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการศึกษาที่สามารถคิดได้หลากหลายทิศทาง หลากหลายแง่มุม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ที่เป็นประโยชน์

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ที่นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแก้ปัญหา การหาคำตอบที่หลากหลาย แปลก และใหม่ หรือดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้แปลกใหม่ไปจากเดิมเพื่อเป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อตนเองและผู้อื่น

2. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

Guilford (1967, pp. 145 –151) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการศึกษาที่ก่อให้เกิดสิ่งต่าง ๆ ใหม่ ๆ เป็นความสามารถของบุคคลที่จะประยุกต์ใช้กับงานหลาย ๆ ชนิด ซึ่งประกอบด้วย 4 ลักษณะต่อไปนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำคนอื่น อาจเป็นความคิดเดิมนำมาดัดแปลงเป็นสิ่งใหม่ และเป็นความคิดที่มีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม
2. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณมากในเวลาจำกัด แบ่งออกเป็น
 - 2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง
 - 2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่คิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคิดคล่องทางด้านการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค คือความสามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะพยายามเลือกเฟ้นให้ได้ความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุด จึงจำเป็นต้องคิดคิดออกมาให้ได้หลากหลายอย่างและแตกต่างกัน แล้วจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาแต่ละอย่างเปรียบเทียบกับกันว่าความคิดอันใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุด

3. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexible) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexible) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่างอย่างอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง (Adaptive Flexible) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายและสามารถดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียด เพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จ

Guilford and Hoepfner (1971, pp. 125-143) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มีอย่างน้อย 8 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดริเริ่ม
2. ความคิดคล่องตัว
3. ความคิดยืดหยุ่น
4. ความคิดละเอียดลออ
5. ความคิดไวต่อปัญหา
6. ความสามารถในการให้นิยามใหม่
7. ความซุ่มซาบ
8. ความสามารถในการทำนาย

อารี รังสินันท์ (2527, หน้า 34) อธิบายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้โดยสรุปดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่จำเป็นต่ออาชีพจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงาน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มเป็นคนกล้าคิด กล้าแสดงออก พร้อมทั้งกับทดลอง ทดสอบความคิดนั้นอยู่เสมอ

2. ความคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันเมื่อตอบปัญหาเรื่องเดียวกัน ความคล่องในการคิดนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี และต้องการนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้อง

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถในการคิดอย่างอิสระให้ได้คำตอบหลายแนวทางในขณะที่คนทั่วไปจะคิดได้แนวทางเดียว

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง เป็นความสามารถในการดัดแปลง ของสิ่งเดียวให้เกิดประโยชน์หลายด้าน

4. ความคิดละเอียดลออ เป็นลักษณะของความพยายามในการใช้ความคิด และประสานความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความสำเร็จ

อารี พันธุ์มณี (2545, หน้า 35) กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ประการ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มหรือเรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียว

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด

4. ความคิดรอบคอบและละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง คุณลักษณะที่จำเป็นในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่เป็นพิเศษให้สำเร็จ

พัทธยากร บุษสยา (2559, หน้า 55) องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ปริมาณมากและรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด
2. ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการแสดงกลุ่มแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้หลากหลายกลุ่มแนวคิด
3. ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่ที่ไม่เหมือนใครแสดงความเป็นต้นแบบในการคิดแก้ปัญหา
4. ความคิดละเอียดลออ เป็นความสามารถในการคิดที่มีการนำเสนอหรืออธิบายแนวคิดได้อย่างละเอียดชัดเจน

จากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น เมื่อผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์เมื่อประสบกับสิ่งเร้า จะทำให้เกิดความคิดขึ้นมาเป็นความคิดหลายแง่หลายมุม หลายทิศทางที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม ซึ่งความสามารถดังกล่าวประกอบไปด้วยองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ความคิดริเริ่ม คือ ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ต่างจากความคิดแบบธรรมดา โดยเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำคนอื่นหรือซ้ำน้อยที่สุด 2) ความคิดยืดหยุ่น คือ ความสามารถที่จะหาคำตอบได้หลายทิศทางโดยพิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม 3) ความคิดคล่องตัว คือ ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบได้คล่องแคล่ว รวดเร็ว และได้จำนวนคำตอบมากในเวลาจำกัด และ 4) ความคิดละเอียดลออ คือ ความคิดในรายละเอียดเพื่อขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. ลักษณะความคิดสร้างสรรค์

Darran and Allen (1971, pp. 108–109 อ้างถึงใน สุภาวดี ตั้งบุบผา, 2533, หน้า 43–44) กล่าวว่า ความสามารถพื้นฐานที่จะให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ทักษะการให้เหตุผลเชิงอ้างอิง (Skill of Reference Study) และทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Scientific Skill and Mathematical Reasoning) ซึ่งตัวอย่างทั้ง 2 องค์ประกอบนี้ ได้แก่

1. การนำหลักการไปใช้และการสรุปอ้างอิง
2. การประยุกต์ข้อมูลและการสรุปเป็นกรณีทั่วไปในสถานการณ์ใหม่
3. การประเมินความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
4. เลือกใช้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยตรง
5. การใช้ข้อมูลแสดงให้เห็นถึงวิธีการคิด
6. มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล
7. เตรียมข้อมูลในรูปภาพหรือรูปภาพ
8. การเตรียมโครงร่าง
9. การจัดระบบข้อมูลจากเอกสาร
10. มีการซักถามเพื่อให้ได้ข้อมูล
11. ใช้ความสังเกตที่มีการทดลอง
12. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต
13. การใช้แผนผัง ลูกโลก และแผนที่
14. การใช้มาตราของแผนผัง
15. การกำหนดลักษณะทางกายภาพและพัฒนารูปภาพ
16. การตีความสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่
17. การรวมวัตถุหรือแบ่งสิ่งของออกเป็นกลุ่ม
18. การอ่านและการเขียนสัญลักษณ์ทางตัวเลข
19. การบวก ลบ คูณ หาร
20. การเปรียบเทียบขนาด
21. การเปรียบเทียบรูปร่าง
22. การใช้วิธีการวัดต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความสูง น้ำหนัก ความจุ ปริมาตร
23. การใช้ธนบัตร
24. การบอกเวลา
25. หาความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่ต่างกลุ่ม
26. ความไวต่อการรับรู้ถึงองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาภายใต้สถานการณ์ทั้งหมด
27. การเดาอย่างมีเหตุผล

28. การใช้วิธีที่หลากหลายในการนิยามปัญหา
29. ความสามารถในการอธิบาย
30. การปฏิบัติ และอธิบายการทดสอบได้ทุกขั้นตอน
31. การค้นหาสาเหตุที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

Roy (1982, pp. 143–144 อ้างถึงใน ปฏิมา สิงห์ศร, 2554 หน้า 38) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้ โดยเขาได้ให้เกณฑ์ในการพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการสรุปเป็นหลักการทั่วไป
2. ความสามารถในการตีความคำตอบ
3. ความสามารถในการค้นพบเนื้อหาที่สำคัญ

Orton (1987, pp. 111–112 อ้างถึงใน ธันวาท วิริยะประสิทธิ์, 2556, หน้า 51) ผู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีนั้นควรประกอบไปด้วย

1. ความสามารถในการประมาณและการวิเคราะห์
2. ความสามารถในการมองเห็น และตีความจากข้อเท็จจริงได้ในเชิงปริมาณและความสัมพันธ์
3. ความสามารถในการเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือน

ความแตกต่าง และการคิดแบบอุปมัย

5. ความสามารถในการเลือกกระบวนการและข้อมูลที่ถูกต้องได้
6. ความสามารถในการพิจารณารายละเอียดที่เกี่ยวข้อง
7. ความสามารถในการสรุปอ้างอิงจากตัวอย่างที่เป็นพื้นฐาน
8. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีคิดได้อย่างดี

9. ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความตระหนักในคุณค่าของตนเองสูง และได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความวิตกกังวลต่ำ

Kissane (1988, pp. 520–521 อ้างถึงใน สาลีณี เรืองจ้อย, 2554, หน้า 38) กล่าวว่าความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ประกอบด้วย

1. การตั้งปัญหา
2. การยกตัวอย่าง
3. ความสามารถพิเศษและการสรุปอ้างอิง

4. การกำหนดสัญลักษณ์และการแทนค่า
5. การบันทึกข้อมูลจากการสังเกต
6. การสำรวจคำถามอย่างเป็นระบบ
7. กำหนดลำดับขั้นตอนการคิด
8. การตรวจสอบความคิดที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีโดยมีหลักฐานที่มา

สนับสนุน

9. การสรุปอ้างอิงได้โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานสนับสนุน
10. การสื่อสารให้ผู้ฟังเข้าใจ

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533, หน้า 69) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความสามารถดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่
4. ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด
6. ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อไปใช้ในกรณีทั่วไป
7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

จากลักษณะความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะเป็นการเลือกใช้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา แสดงให้เห็นวิธีการคิด สังเกต รวบรวมข้อมูล ตีความสัญลักษณ์ อ่านและเขียนสัญลักษณ์ ความไวต่อการรับรู้ถึงองค์ประกอบต่อการแก้ปัญหา ใช้วิธีการที่หลากหลาย มีความสามารถในการอธิบาย มีความสามารถในการสรุป การตีความคำตอบ การค้นพบเนื้อหาที่สำคัญ การประมาณและการวิเคราะห์ เข้าใจความคิดรวบยอด สามารถพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง เลือกกระบวนการและข้อมูลที่ต้องการ เปลี่ยนแปลงวิธีการคิดได้อย่างดี

4. การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของมนุษย์ที่สามารถส่งเสริมและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นได้ ซึ่งมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

Gallaher (1994, pp. 343-344 อ้างถึงใน ธันวาท วิริยะประสิทธิ์, 2556, หน้า 50) กล่าวถึงแนวการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. จัดหลักสูตรโดยเน้นกระบวนการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์มากกว่าการเรียนรู้เนื้อหา และครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

2. มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการทำงาน หรือทำโครงการต่าง ๆ

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกระบวนการเรียนการสอน

4. กระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักว่า ความจริงเป็นสิ่งที่ต้องค้นหา มากกว่าที่จะคิดว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องเปิดเผย

5. ครูจะต้องพัฒนาตนเองในด้านเนื้อหา และวิธีการสอนอย่างสม่ำเสมอ

กรมวิชาการ (2535, หน้า 16 -17 อ้างถึงใน สาลีณี เรืองจ้อย, 2554, หน้า 34) กล่าวว่า การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อาจทำได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยทางตรงมีการสอนและฝึกอบรม หรือในทางอ้อมโดยการจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ หลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในทางอ้อมมีดังนี้

1. ยอมรับคุณค่าและความสามารถของบุคคลอย่างไม่มีเงื่อนไข

2. แสดงและเน้นให้เห็นว่าความคิดของเขามีคุณค่า และสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

3. ให้ความเข้าใจ และเห็นใจในตัวเขา และความรู้สึกของเขา

4. อย่าพยายามกำหนดแบบเพื่อให้ทุกคนมีความคิดและบุคลิกภาพเดียวกัน

5. อย่าสนับสนุน หรือให้รางวัลเฉพาะผลงานที่มีการทดลองเป็นที่ยอมรับแล้ว ควรให้ผลงานที่แปลกใหม่มีโอกาสได้รับรางวัลและคำชมเชยบ้าง

6. ส่งเสริมให้ใช้จินตนาการของตนเอง โดยยกย่องชมเชยเมื่อมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า
7. กระตุ้นและส่งเสริมให้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ
8. ส่งเสริมให้ถามและให้ความสนใจต่อคำถาม รวมทั้งชี้แนะแหล่งคำตอบ
9. ตั้งใจและเอาใจใส่ความคิดแปลก ๆ ของเขาด้วยใจที่เป็นกลาง
10. พึงระลึกถึงเสมอว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้เวลาและค่อยเป็นค่อยไป

อารี พันธุ์ณี (2545, หน้า 98-99) ได้เสนอแนะวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง พยายามอย่าบังคับเด็กให้ทำตามคำสั่งของครูอยู่ตลอดเวลา
2. ส่งเสริมให้เด็กเป็นคนช่างสังเกต ช่างซักถาม และตอบคำถามหรือพยายามค้นหาคำตอบด้วยความกระตือรือร้น
3. สนใจและตั้งใจฟังคำถามแปลก ๆ ใหม่ ๆ ของเด็ก และยอมรับความคิดแปลก ๆ ของเด็ก
4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของเด็กมีคุณค่าและเป็นประโยชน์โดยการให้กำลังใจ ชมเชย ยกย่อง และนำผลงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์
5. ส่งเสริมให้เด็กมีความคิดริเริ่ม นอกจากจะยอมรับความคิดแปลก ๆ ของเด็ก แล้วก็ไม่ควรตำหนิหรือวิจารณ์ความคิดของเด็ก
6. ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง สืบค้น ค้นคว้า ทดลองด้วยความสนใจของตนเองมิใช่เพื่อหวังคะแนนที่จะได้รับ
7. กระตุ้นให้เด็กมีบุคลิกภาพสร้างสรรค์ด้วยการส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นและลงมือปฏิบัติ
8. ส่งเสริมให้เด็กประสบความสำเร็จให้กำลังใจยกย่องชมเชย
9. ขจัดความกลัวและความก้าวร้าวของเด็ก สร้างความเชื่อมั่นและความมั่นคงปลอดภัยแก่เด็ก

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 199-201) กล่าวว่า การช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนนั้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือใช้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้

นักเรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิดและแสดงเหตุผลได้คำตอบที่หาได้อาจมากกว่าหนึ่งคำตอบ ขึ้นอยู่กับความสมเหตุสมผล ครูไม่ควรดูเฉพาะคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น เมื่อนักเรียนได้คำตอบ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบหรือแนวคิดอื่น ๆ ครูต้องแสดงให้นักเรียนตระหนักถึงการให้ความสำคัญกับแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบนั้น ด้วยการส่งเสริมและยอมรับแนวคิดหรือวิธีการอย่างหลากหลายของนักเรียน การให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ อย่าง เป็นสิ่งที่มีคุณค่ามากกว่าการให้นักเรียนมีประสบการณ์การแก้ปัญหาหลาย ๆ ปัญหา โดยใช้แนวคิดหรือวิธีการเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้การให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้นเองโดยอาศัย

ประสบการณ์ของนักเรียนที่ได้จากการแก้ปัญหาที่คล้ายกัน เป็นการช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาอย่างแท้จริง และการสอนให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีแนวทาง ดังนี้

1. เพิ่มจุดมุ่งหมายของการสอนพฤติกรรมสร้างสรรค์ลงในการสอนทุกครั้ง และจัดทากิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น
2. ใช้กลวิธีกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์แบบต่าง ๆ ในการฝึกนักเรียน
3. ในการทำงานหรือการถามคำถามควรเป็นงานหรือเป็นคำถามที่ไม่จำกัดความคิดว่ามีเพียงหนึ่งคำตอบเท่านั้นที่ถูกต้อง เปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายถึงงานหรือคำตอบของนักเรียนด้วย
4. ในการประเมินความก้าวหน้าของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนควรให้คะแนนอย่างน้อยที่สุด คือ ความคิดคล่อง ความยืดหยุ่น ความเป็นต้นตำรับและการแสดงรายละเอียด

5. อาจเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันตั้งเกณฑ์การประเมินชิ้นงานซึ่งเป็นผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมา แทนที่จะใช้เกณฑ์ของครูเพียงฝ่ายเดียว

พัทธยากร บุสสยา (2559, หน้า 58) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สามารถทำได้ดังนี้ การจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเรียนและนักเรียนยอมรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและเป็นกิจกรรมที่สามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระ การส่งเสริมและลดกรอบความคิดนักเรียนและครูจะต้องเข้าใจนักเรียนและเข้าใจกระบวนการคิดของนักเรียน นอกจากนี้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนจะต้องได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง

จากการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถส่งเสริมและพัฒนาได้ด้วยการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้หรือใช้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้สำรวจ ได้ค้นหา ได้ทดลองด้วยความสนใจของตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างซักถาม และตอบคำถามด้วยความกระตือรือร้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่ม มีบุคลิกภาพสร้างสรรค์ ใช้กลวิธีกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์แบบต่าง ๆ กระตุ้นและ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองอยู่เสมอ

5. การวัดและเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่ยุ่งยากและซับซ้อนของมนุษย์ และเป็นเรื่องที่ทำกรวัดได้ยาก เมื่อเทียบกับการวัดลักษณะอื่น ๆ ซึ่งมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน ได้ทำการศึกษาและออกแบบการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

Balka (1974, p. 98 อ้างถึงใน สาลินี เรื่องจ้อย, 2554, หน้า 39) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป นำมาสร้างแบบทดสอบผลการสำรวจ พบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุผล และผลจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เจาะจงได้

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533, หน้า 153–158) ได้สร้างแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ บนพื้นฐานทฤษฎีของกิลฟอร์ด ทอร์เรนซ์ และ บอลกา โดยวัดความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิด จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถ 7 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถามได้โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นนั้นเมื่อคำนวณผลลัพธ์แล้วได้คำตอบตรงกับที่กำหนดไว้ให้
2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะสร้างชุดคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน
3. ความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคล ในการที่จะคิดวิธีการแก้ปัญหที่แตกต่างไปจากวิธีการเดิม จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน
4. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเน ทำนาย เหตุการณ์ต่าง ๆ จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์นั้น แล้วขยายความ ไปสู่เหตุการณ์ หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข
5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบโดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิด และคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข
6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็น คำตอบจากการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างไม่จำกัด
7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ หมายถึง

ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดกลุ่มจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้เกณฑ์หรือคุณสมบัติหรือลักษณะบางอย่างที่รวมกันได้อย่างไม่จำกัดจำนวน

ซึ่งแบบทดสอบแต่ละด้านประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ข้อ ให้เวลาด้านละ 12 นาที โดยผู้สอบเป็นผู้เขียนคำตอบให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

จากการวัดและเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่ยุ่งยากและซับซ้อนของมนุษย์ และเป็นเรื่องที่ทำกรวัดได้ยาก เมื่อเทียบกับการวัดลักษณะอื่น ๆ การวัดความคิดสร้างสรรค์ทำได้โดยวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน การตั้งโจทย์ปัญหา ความสามารถในการกำหนดรูปแบบ ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด ความสามารถในการประเมินปัญหา คาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่หายไป ตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด ความสามารถในการแยกแยะปัญหา มองเห็นความสัมพันธ์ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยปรับปรุงจากแบบทดสอบของ บอลกา (Balca, 1974, p. 98 อ้างถึงใน สาลีณี เรื่อง จุ้ย, 2554, หน้า 39) และสุภาวดี ตั้งบุบผา (2533, หน้า 153-158) คือ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังนี้ 1) ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่และหลากหลาย 3) ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ 4) ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด 5) ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

ความสุขในการเรียน

1. ความหมายของความสุขในการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสุขในการเรียน ไว้ดังต่อไปนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 3) ได้ให้ความหมายของความสุขในการเรียนไว้ว่า ความสุขในการเรียน หมายถึง การเรียนรู้ด้วยความสุข รู้สึกสนุกสนาน มีความรักและเห็นคุณค่าในการเรียนรู้

สายชล วนาธรัตน์ (2550, หน้า 20) ได้ให้ความหมายของความสุขในการเรียนไว้ว่า ความสุขในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ เกิดความภาคภูมิใจ ความเบิกบาน เกิดความหวัง เกิดกำลังใจ และปรับปรุงข้อบกพร่อง จากปัจจัยที่ประกอบไปด้วยผู้เรียน ครู เนื้อหา กิจกรรม ความสัมพันธ์กับเพื่อนและสิ่งแวดล้อม

กานต์ฤทัย ชลวิทย์ (2553, หน้า 13) ได้ให้ความหมายของความสุขในการเรียนไว้ว่า ความสุขในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่แสดงออกถึงความพึงพอใจ ความสนุกสนานในการเรียน ไม่เครียด หรือไม่เกิดความเบื่อหน่ายในระหว่างเรียน อันเนื่องมาจากคุณลักษณะภายในตนเอง หรือประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้

นพพร พันธุ์เสื่อ (2554, หน้า 13) ได้ให้ความหมายของความสุขในการเรียนไว้ว่า ความสุขในการเรียน หมายถึง ความสบายใจ สบายกาย ความพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ครูจัดให้ นักเรียนเกิดความสนุกสนาน รักการเรียน ไม่เครียด ไม่เบื่อหน่าย มีความตื่นตัวและมุ่งมั่นในสิ่งที่ยังมิรู้ ไม่เคยทำ ไม่เคยเป็น เข้าใจคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ และมีความใฝ่รู้

สำราญ สิริภคมงคล (2554, หน้า 14) ได้ให้ความหมายของความสุขในการเรียนไว้ว่า ความสุขในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกที่แสดงออกถึงความพึงพอใจต่อการเรียน และมีการตอบสนองต่อการเรียนในทางบวก ซึ่งเป็นผลมาจากคุณลักษณะภายใน และประสบการณ์ต่าง ๆ ในการเรียน

จากความหมายของความสุขในการเรียนที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความสุขในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียน โดยที่ผู้เรียนเกิดความสนุกสนาน ไม่เบื่อ ไม่เครียด มีความตื่นตัวและสนใจในที่กำลังเรียนรู้และยังมิได้เรียนรู้ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจในตนเองและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้

2. องค์ประกอบของความสุขในการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความสุขในการเรียนไว้ดังต่อไปนี้

กิตยวดี บุญซื่อ และคณะ (2540, หน้า 7-22) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการเรียนที่มีความสุข ซึ่งมี 6 องค์ประกอบ ได้แก่

1. เด็กแต่ละคนได้รับการยอมรับว่าเป็นมนุษย์คนหนึ่งที่มีหัวใจและมีสมองเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว มีความคิดมีความสนใจในสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งจุดเด่นและจุดด้อยที่แตกต่างกันออกไป จึงควรได้เลือกเรียนตามความถนัดและความสนใจ มีโอกาสเลือกอนาคตให้กับตนเอง ทำให้เด็กสามารถพัฒนาตนเองให้มีศักยภาพทางความคิด มีสุขภาพจิตที่ดีและมีจุดมุ่งหมายในอนาคต

2. ครูมีเมตตา จริงใจ และอ่อนโยนต่อเด็กทุกคนโดยทั่วถึง เข้าใจธรรมชาติของเด็กทุกคน เข้าถึงความรู้สึกอันละเอียดอ่อน เปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความคิดและทำตามความคิดของตนเอง ครูควรเอาใจใส่เด็กทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน มีความยุติธรรม สม่่าเสมอ อารมณ์มั่นคง สดชื่นแจ่มใส วางตนเป็นแบบที่ดี มีความอดทน จะทำให้เด็กรักและประสบความสำเร็จในการเรียน

3. เด็กเกิดความรักและภูมิใจในตนเอง รู้จักปรับตัวทุกที่ทุกเวลา เห็นคุณค่าของชีวิตและความเป็นมนุษย์ ยอมรับทั้งจุดดีและจุดด้อยของตนเองและหาวิธีแก้ไข เข้าใจธรรมชาติและเปลี่ยนแปลง รู้วิธีปรับตนเองให้อยู่ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ โดยไม่เสียสุขภาพจิต มีเหตุผลและใจกว้าง ทำในสิ่งที่ชอบและถนัด จะช่วยให้เด็กค้นพบความสามารถและเปิดโอกาสได้แสดงความสามารถออกมา

4. เด็กแต่ละคนมีโอกาสเลือกเรียนตามความถนัดและความสนใจ เพื่อค้นหาความสามารถของตนเองที่ซ่อนเร้น และมีกำลังใจในการทำตามความสนใจ ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งซึ่งจนประสบความสำเร็จ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันเพื่อความสุขของตนเอง

5. บทเรียนสนุก แปลกใหม่ จูงใจให้ติดตามและเร้าใจ อยากรู้ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองในสิ่งที่สนใจ ทำให้เด็กรู้จักคิดและพัฒนาความคิดจากความรู้ที่ได้รับนำไปสู่ความรู้ใหม่ และสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นทราบด้วยความภาคภูมิใจและเห็นประโยชน์ของการเรียน ซึ่งไม่จำกัดในห้องเรียน

6. สิ่งที่เรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน นำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน เกิดประโยชน์และมีความหมายต่อตัวเด็ก ทั้งยังรู้จักวิเคราะห์เหตุการณ์ได้อย่างมีเหตุผล มีความคิดเป็นของตนเอง มีจุดยืนและเชื่อมั่นในตนเอง และสามารถช่วยเหลือผู้อื่นได้

กรมสุขภาพจิต (2545, อ้างถึงใน สำราญ สิริภคมงคล, หน้า 33) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความสุขที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับบุคคลอื่นและการใช้ชีวิตประจำวันของผู้เรียนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความสุขในการเรียนไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1. ภูมิใจในตนเอง
 - 1.1 มองเห็นคุณค่าของตนเอง
 - 1.2 มีความเชื่อมั่นในตนเอง
2. พึงพอใจในชีวิต
 - 2.1 มองโลกในแง่ดี
 - 2.2 มีอารมณ์ขัน
 - 2.3 พึงพอใจในสิ่งที่ตนมี
3. จิตใจมีความสงบ
 - 3.1 ทำกิจกรรมที่เสริมสร้างความสุข
 - 3.2 ผ่อนคลาย
 - 3.3 มีความสงบทางใจ

บพิตร อิศระ (2550 อ้างถึงใน สำราญ สิริภคมงคล, 2554, หน้า 29) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการเรียนรู้อย่างมีความสุข ดังนี้

1. การได้รับการยอมรับ
2. คุณลักษณะของครู
3. คุณลักษณะของตนเอง
4. เลือกเรียนตามที่ถนัดและความสนใจ
5. การจัดการเรียนรู้
6. นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ประภาภัทร นิยม (2557, หน้า 1) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบความสุขของคนเรานั้นมี 2 แบบคือ ความสุขซาเข้าหรือความสุขจากการเสพ เป็นความสุขที่รับมาง่าย ๆ ไม่ต้องใช้ความพยายาม เช่น การกินของอร่อย ได้กลิ่นหอม ฟังเพลงเพราะ และแบบที่ 2 คือ ความสุขแบบซาออก เป็นเรื่องตรงกันข้าม ความสุขแบบนี้เกิดจากการให้ออกไป ไม่ว่าจะเป็นการให้คนอื่น เช่น ให้โอกาส ให้อภัย หรือแม้กระทั่งการนำสิ่งที่ตัวเรามีอยู่ออกมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากที่สุด เช่น การใช้ความพยายาม “เรียนรู้” ที่จะทำอะไรสักอย่างจนประสบความสำเร็จ ซึ่งความสุขแบบที่ 2 นี้ จะให้ความอึดอ้อมใจ ภาคภูมิใจ สงบ ร่มเย็น

และยังยืนยันว่าแบบแรกมากนัก “ธรรมชาติของมนุษย์มีความสุขอยู่แล้วที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เป็นความสุขที่หล่อเลี้ยงเราอยู่ลึก ๆ ทำให้เรามีจิตใจเข้มแข็งและมั่นคงขึ้น สามารถอดทนกับสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น เมื่ออดทนกับความยากลำบาก เราจะไม่ทุกข์ง่าย ซึ่งต่างจากความสุขแบบหิวหว่า ที่ไม่ได้เข้าไปหล่อหลอมคุณภาพทางใจของเรา” เพราะการเรียนรู้ไม่ได้มีความหมายเพียงแค่สิ่งที่เกิดขึ้นในรั้วสถานศึกษาเท่านั้น เราสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ตลอดชีวิต เช่น เรียนทำอาหาร จัดดอกไม้ วาดรูป เล่นดนตรี ปลูกผัก ขับรถ ใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ หรือแม้กระทั่งการทำงานจิตอาสา ที่กลายเป็นพื้นที่ที่มหัศจรรย์ให้ใครหลายคนได้เข้าไปเรียนรู้ ฝึกฝน ทดลองทักษะใหม่ ๆ จนนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในชีวิตได้เลยก็มีการเรียนรู้ยังเป็นความสุขที่เราสามารถเริ่มต้นได้โดยไม่มีข้อจำกัดของเวลาหรืออายุ

จากองค์ประกอบของความสุขในการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความสุขในการเรียน ได้แก่ ผู้เรียนมีหัวใจและสมองเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตน มีความสนใจในสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งมีจุดเด่นและจุดด้อยที่ต่างกัน จึงควรได้เรียนตามความถนัดและความสนใจ จึงจะทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองให้มีศักยภาพทางความคิดและมีสุขภาพจิตที่ดี ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและทำตามความคิดของตนเอง ผู้เรียนสามารถยอมรับจุดดีและจุดด้อยของตนเองได้ สามารถหาวิธีแก้ไขและเข้าใจธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลง บทเรียนมีความสนุกสนานแปลกใหม่ จูงใจให้ผู้เรียนติดตามและรักความสนใจ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์เหตุการณ์ได้อย่างมีเหตุผล มีความภูมิใจในตนเอง พึงพอใจในชีวิต และจิตใจมีความสงบ

3. การส่งเสริมและพัฒนาความสุขในการเรียน

ความสุขในการเรียนเป็นความรู้สึกด้านบวกที่ช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้ จึงมีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงการส่งเสริมและพัฒนาความสุขในการเรียน ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 34-38) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้เด็กเกิดความสุขในการเรียนไว้ดังนี้

1. บทเรียนเริ่มจากง่ายไปยาก ต้องคำนึงถึงความสามารถของเด็กแต่ละวัย เนื้อหาวิชามีความต่อเนื่อง และสามารถขยายไปสู่ความรู้อื่น ๆ ได้

2. วิธีการสอนสนุกไม่น่าเบื่อ และตอบสนองของความรู้สึกของเด็ก เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่กดดัน เนื้อหาไม่มากเกินไปจนทำให้เด็กกลัวและไม่ค่อยเกินไปจน เด็กหมดความสนใจ

3. ทุกขั้นตอนของการเรียนมุ่งพัฒนาและส่งเสริมกระบวนการคิดใน แนวคิดต่าง ๆ ของเด็ก ไม่ว่าจะเป็นคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมี ระบบ จากข้อมูลและเหตุผล

4. แนวทางการเรียนรู้มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับธรรมชาติ เพื่อให้ เด็กได้สัมผัสความงามและความเป็นไปของสิ่งรอบ ๆ ตัว ไม่จำกัดสถานที่ เวลา ซึ่งเด็กทุกคนมีสิทธิ์เรียนรู้อย่างเท่าเทียม

5. มีกิจกรรมหลากหลาย ชวนให้เด็กเกิดความรู้สึก และเปิดโอกาส ให้เด็กทุกคนมีส่วนร่วม ใช้ภาษาที่จูงใจ นุ่มนวล ให้กำลังใจแก่เด็กในทางเชิงสร้างสรรค์

6. สื่อที่ใช้ประกอบการเรียน ต้องเป็นสื่อที่เร้าความรู้สึกให้เด็กเกิด การเรียนรู้ เข้าใจเป้าหมายที่กำหนด มุ่งเน้นให้เด็กสามารถเรียนรู้จนรู้ชัด เรียนเพื่อทำและ เรียนเพื่อเป็น

7. การประเมินผล มุ่งประเมินพัฒนาการในภาพรวมมากกว่า ผลทดสอบทางวิชาการ เปิดโอกาสให้เด็กประเมินตนเอง

กิตติยวดี บุญซื่อ และคณะ (2540, หน้า 30) ได้กล่าวถึงการส่งเสริมและ การพัฒนาความสุขในการเรียนรู้ดังนี้

1. การสร้างความรักความศรัทธาต่อบทเรียน ต่อครู และต่อผู้ร่วม เรียน โดยการสร้างความเข้าใจให้ตรงกัน ให้กำลังใจ ให้โอกาสกัน และสร้างความผูกพัน

2. เห็นคุณค่าการเรียนรู้ การเรียนที่มีความหมาย คือการเรียนรู้ที่ ผู้เรียนเกิดความรักและมองเห็นคุณค่าในสิ่งที่เรียนรู้

3. เปิดประตูสู่ธรรมชาติ บทเรียนในห้องเรียนมีความน่าสนใจ บทเรียนนอกห้องเรียนช่วยเสริมการเรียนรู้

4. มุ่งมาดและมั่นคง พัฒนาความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง พัฒนาความ เชื่อมมั่นของตนเอง

5. การดำรงรักษั้มิตร มีความรู้สึกดีต่อผู้ร่วมเรียนโดยไม่มีอคติ ทั้งด้านความคิดและความรู้สึก

6. ชีวิตที่สมดุล เป็นการเรียนรู้ที่นำไปสู่ความสำเร็จ

นอกจากนี้ กิตติวดี บุญชื้อ และคณะ (2540, หน้า 7-22) ได้กล่าวถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดความสุขในการเรียนดังนี้

1. บทเรียนเริ่มจากง่ายไปยาก โดยต้องคำนึงถึงวุฒิภาวะและความสามารถของผู้เรียนในแต่ละช่วงวัย เนื้อหามีความต่อเนื่องและสามารถขยายไปสู่ความรู้อื่น ๆ
2. วิธีการเรียนสนุก ไม่น่าเบื่อ ไม่ยึดเยียดหรือกดดันผู้เรียนจนมากเกินไป
3. ทุกขั้นตอนการเรียนรู้ต้องมุ่งส่งเสริมและพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียน
4. แนวทางการเรียนรู้สอดคล้องกับธรรมชาติ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับสรรพสิ่งรอบตัว ที่ซึ่งไม่จำกัดสถานที่หรือเวลา
5. มีกิจกรรมหลากหลาย สนุก ชวนให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
6. สื่อที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ต้องเร้าใจให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนจนรู้ชัด ทำได้ และเพื่อจะเป็น
7. การประเมิน มุ่งเน้นการประเมินที่พัฒนาการของเด็กมากกว่าการประเมินผลการเรียนทางวิชาการ และควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2541, หน้า 125) ได้กล่าวถึงทฤษฎีและแนวคิดในการพัฒนาคุณภาพนักเรียนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความสุข ไว้ดังนี้

1. สร้างความรักและศรัทธา
2. เห็นคุณค่าของการเรียนรู้
3. เปิดประตูสู่ธรรมชาติ
4. มุ่งมาดและมั่นคง
5. ดำรงรักษั้ไมตรี
6. ชีวิตที่สมดุล

จากการส่งเสริมและพัฒนาความสุขในการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความสุขในการเรียนสามารถส่งเสริมและพัฒนาได้โดยบทเรียนเริ่มจากง่ายไปยาก คำนึงถึงความสามารถของผู้เรียนแต่ละวัย วิธีการสอนสนุกไม่น่าเบื่อ

ตอบสนองความสนใจของผู้เรียนให้เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่กดดัน เนื้อหาไม่มากเกินไป มุ่งพัฒนาและส่งเสริมกระบวนการคิดในแนวคิดต่าง ๆ มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับธรรมชาติ มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ใช้สื่อการเรียนรู้ที่เร้าความสนใจให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มุ่งประเมินพัฒนาการในภาพรวมมากกว่าผลทดสอบทางวิชาการ สร้างความรักความศรัทธาต่อบทเรียน เห็นคุณค่าของการเรียนรู้ เปิดประตูสู่ธรรมชาติ มุ่งมาดและมั่นคง ดำรงชีวิต และมีชีวิตที่สมดุล

4. การวัดและเกณฑ์การประเมินความสุขในการเรียน

Ryff (1995 อ้างถึงใน สาราญ สิริภคมงคล, 2554, หน้า 33) ได้กล่าวถึงการพัฒนามาตรวัดความสุขทางจิตวิทยาของ Maslow มาเป็นพื้นฐานในการพัฒนามาตรวัดความสุขในการเรียน ดังนี้

1. การยอมรับในตนเอง
2. ความสัมพันธ์ที่ดีกับบุคคลอื่น ๆ
3. ความเป็นอิสระ
4. ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม
5. มีเป้าหมายในชีวิต
6. มีการเติบโตและพัฒนาการที่เหมาะสม

คักดีลิตี สีสลงเพชร (2544, หน้า 25 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ พันธุ์เสือ, 2554, หน้า 24-25) ได้กล่าวถึงตัวบ่งชี้ที่แสดงออกว่าผู้เรียนมีความสุขในการเรียน ดังนี้

1. มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง ร่าเริง แจ่มใส
2. มีการเคลื่อนไหวร่างกายในห้องเรียน
3. ได้รับการยอมรับว่ามีความสามารถ
4. เข้าเรียนได้ตรงเวลา
5. นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
6. ได้แสดงออกด้านความคิด
7. มีความสุขเมื่อเข้าเรียน
8. สามารถคิดแก้ปัญหาได้
9. มีความมุ่งมั่นในการหาคำตอบ
10. ปรับปรุงผลงานอยู่เสมอ

11. ทำกิจกรรมอย่างสนุกสนาน
12. ทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น
13. ชอบวิชาที่เรียน
14. ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง
15. สนใจและตั้งใจเรียน
16. ปรับตัวเข้ากับเพื่อนร่วมเรียนได้
17. ได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ๆ ร่วมเรียน
18. ให้เพื่อนร่วมเรียนได้ประเมินตนเอง
19. มีการยกย่อง ชมเชยเพื่อนร่วมเรียน
20. ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
21. มีความสามัคคีกับเพื่อนร่วมเรียน
22. ช่วยเหลือกันในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้
23. แบ่งงานกันอย่างเท่าเทียม
24. เกิดความสำเร็จจากการร่วมมือกัน
25. ยอมรับความแตกต่างของเพื่อนร่วมเรียน
26. ครูใช้สื่อประกอบการสอน
27. ครูให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือ
28. ครูยิ้มแย้มแจ่มใส เป็นมิตรกับผู้เรียน
29. ครูให้กำลังใจผู้เรียน
30. ครูมีความเป็นกันเองกับผู้เรียน
31. ครูเอาใจใส่ผู้เรียนอย่างทั่วถึง
32. ครูมีความยุติธรรม
33. สร้างบรรยากาศให้ผ่อนคลาย ไม่ตึงเครียด
34. ทำเนื้อหาที่ยากให้เข้าใจง่าย

จากการวัดและเกณฑ์การประเมินความสุขในการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความสุขในการเรียนสามารถวัดและประเมินได้จากการยอมรับในตนเอง ความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม มีการเติบโตและพัฒนาที่เหมาะสม นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แสดงออกด้านความคิด แก้ปัญหาได้ มุ่งมั่นในการหาคำตอบ ปรับปรุงผลงาน ทำกิจกรรมอย่างสนุกสนาน มีความกระตือรือร้น ชอบ

วิชาที่เรียน ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง สนใจและตั้งใจเรียน แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ๆ ได้ มีการยกย่องชมเชย ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรม ยอมรับความแตกต่างของเพื่อน ครูผู้สอนยิ้มแย้มแจ่มใส ให้กำลังใจผู้เรียน มีความเป็นกันเอง เอาใจใส่ มีความยุติธรรม สร้างบรรยากาศให้ผ่อนคลาย ไม่ตึงเครียด ทำเนื้อหาให้เข้าใจง่าย ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้สร้างแบบวัดความสุขในการเรียนตามลักษณะมาตรวัดความสุขในการเรียนของ Ryff โดยสร้างเป็นแบบสอบถามแบบ Likert แบบ 5 ระดับ (มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และ ไม่มีการแสดงออก) เพื่อวัดความสุขในการเรียน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผู้เรียน ด้านครูผู้สอน ด้านความสัมพันธ์กับเพื่อน และด้านวิธีการสอน เอกสารและเนื้อหา จำนวน 20 ข้อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังต่อไปนี้

Wilson (1971, pp. 642-696) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้ผลสำเร็จจากการเรียนรู้ที่สามารถประเมินเป็นระดับได้ โดย Wilson ได้จำแนกพฤติกรรมทางสติปัญญาไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้จำ แบ่งได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่ 1) ความรู้จำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง 2) ความรู้จำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาย และ 3) ความสามารถในการทำตามขั้นตอน

2. ความเข้าใจ แบ่งได้เป็น 6 ชั้น ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ 2) ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และข้อสรุปทั่วไป 3) ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง 4) ความสามารถในการเปลี่ยนองค์ประกอบของปัญหา 5) ความสามารถในการติดตามแนวเหตุผล และ 6) ความสามารถในการอ่าน และตีความ

3. การนำไปใช้ แบ่งได้เป็น 4 ชั้น ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน 2) ความสามารถในการเปรียบเทียบ 3) ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล และ 4) ความสามารถในการมองเห็นแบบแผน ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตร

4. การวิเคราะห์ แบ่งได้เป็น 5 ชั้น ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน 2) ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์

- 3) ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ 4) ความสามารถในการวิพากษ์ข้อพิสูจน์ และ
5) ความสามารถในการสร้างและทดสอบความถูกต้อง

Good (1973, p. 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้หรือการพัฒนาทักษะในการเรียนรู้ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนสอบหรืองานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

วันดี ต่อเพ็ง (2553, หน้า 34) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ และทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ (2556, หน้า 17) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของผู้เรียนด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเกิดจากการจัดการเรียนรู้ของครู โดยมีเกณฑ์ในการวัดความสามารถของผู้เรียน

สายชล สิมสิน (2559, หน้า 120) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความรู้ความสามารถและความสำเร็จจากกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งเกิดขึ้นในตัวผู้เรียน 6 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถและทักษะที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งพิจารณาจากคะแนนสอบหรือภาระงานที่ได้รับมอบหมายหรือทั้งสองอย่าง

2. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Rawat and Gupta (1970 อ้างถึงใน บุรินทร์ แก้วประพันธ์, 2553, หน้า 36) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. ผู้เรียนขาดการมีส่วนร่วมในโรงเรียน
2. การจัดเวลาเรียนที่ไม่เหมาะสม
3. ผู้ปกครองไม่ใส่ใจใส่การศึกษาของบุตร

4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม ความเชื่อที่ไม่เหมาะสม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุง
8. การสอบตกซ้ำชั้น เพราะ การวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่น ๆ เช่น การคมนาคมที่ไม่สะดวก ฯลฯ

Bloom (1976, p.139) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านปัญญา คือ ความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ความเหมาะสมกับการเรียนรู้
2. ลักษณะทางอารมณ์ คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความกระตือรือร้น รวมทั้งทัศนคติของผู้เรียน
3. คุณภาพการสอน คือ การกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้

จากปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ ผู้เรียน ขาดการมีส่วนร่วมในโรงเรียน จัดเวลาเรียนไม่เหมาะสม นักเรียนสุขภาพไม่สมบูรณ์ ความยากจนของผู้ปกครอง ประเพณีทางสังคม โรงเรียนไม่มีการปรับปรุง การสอบตกซ้ำชั้น อายุน้อยหรือมากเกินไป พฤติกรรมด้านปัญญา ลักษณะทางอารมณ์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ทัศนคติของผู้เรียน และคุณภาพการสอน

3. การวัดและเกณฑ์การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Bloom (1976, pp.18-23) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีจุดมุ่งหมายในการวัดความสามารถทางสติปัญญา ซึ่งจำแนกออกเป็นพฤติกรรม 6 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ คือ ความสามารถในการระลึกเรื่องราวเฉพาะหรือทั่วไปได้ถูกต้องแม่นยำ

2. ความเข้าใจ คือ ความสามารถในการสื่อสารและสามารถนำแนวคิดมาใช้ให้เกิดประโยชน์

3. การนำไปใช้ คือ ความสามารถในการนำเทคนิคและทฤษฎีมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

4. การวิเคราะห์ คือ ความสามารถในการแยกแยะ กระจายออกเป็น ส่วนย่อย หรือแยกองค์ประกอบ

5. การสังเคราะห์ คือ ความสามารถในการรวมส่วนย่อยเข้าด้วยกันให้เกิดสิ่งใหม่หรือปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้น

6. การประเมินผล คือ ความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าของ สิ่งที่กำหนดให้ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ และต้องมีเกณฑ์ที่เหมาะสมในการประเมิน

ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, หน้า 18) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความสามารถทางการเรียนเนื้อหาของวิชาว่าผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้มากหรือน้อยเพียงใด

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2555, หน้า 99-101) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตร โดยการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดจากการเรียนรู้
3. กำหนดชนิดข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยเลือกชนิดข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และช่วงวัยของผู้เรียน
4. เขียนข้อสอบ โดยเขียนข้อสอบให้ตรงกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้
5. ตรวจสอบข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบควรตรวจสอบข้อสอบหลังจากที่เขียนข้อสอบเสร็จก่อนที่จะนำไปจัดพิมพ์
6. จัดทำข้อสอบฉบับทดลอง
7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ โดยนำข้อสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มตัวอย่าง และทำการวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ ทำการปรับปรุงข้อสอบตามผลการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ

8. จัดทำข้อสอบฉบับจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 30)

ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

1. ศึกษาวัตถุประสงค์การวัดและประเมินผล สารการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหา
2. วิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
3. กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด
4. กำหนดจำนวนข้อคำถาม การกระจายของเนื้อหาและเวลาที่ใช้ทดสอบ
5. สร้างข้อสอบตามที่กำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวัดและประเมินผล
6. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรง และความเป็นปรนัย

สมนึก ภักดิ์ทิพย์ (2556, หน้า 73-79) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่นิยมใช้ มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือข้อสอบแบบความเรียง เป็นข้อสอบที่มีคำถามและมีคำตอบที่หลากหลาย
2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด เป็นข้อสอบที่มี 2 ตัวเลือก เช่น ถูก/ผิด ใช่/ไม่ใช่ ฯลฯ
3. ข้อสอบแบบเติมคำ เป็นข้อสอบที่เป็นลักษณะของประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วมีที่ว่างให้ผู้ตอบได้เติมคำตอบให้ถูกต้อง
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เป็นข้อสอบที่ให้ผู้ตอบตอบคำถามสั้น ๆ และได้ใจความสมบูรณ์
5. ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคำถามและคำตอบอยู่คนละชุดกัน แล้วให้ผู้ตอบจับคู่ข้อความและข้อความที่มีความสัมพันธ์กัน
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยคำถามและตัวเลือก ซึ่งตัวเลือกเป็นข้อความสั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วยข้อความที่ถูกต้องและข้อความที่เป็นตัวลวง

จากการวัดและเกณฑ์การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การวัดและเกณฑ์การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจุดมุ่งหมายวัดความสามารถทางสติปัญญาว่าผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้มากหรือน้อยเพียงใด ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คือ ศึกษาวัดคุณสมบัติ วิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรม กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบและจำนวนข้อ สร้างแบบทดสอบตามที่กำหนดและตรวจสอบความถูกต้อง แบบทดสอบที่นิยมใช้ ได้แก่ แบบทดสอบแบบอัตนัย แบบกาถูก-ผิด แบบเติมคำ แบบตอบสั้น ๆ แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 6 ด้าน ตามทฤษฎีพุทธิพิสัยของ Bloom คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินค่า ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบเลือกตอบ ปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

สายชล วนาธรัตน์ (2550, หน้า 65) ได้ทำการวิจัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และการสอนแบบปกติ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่รับการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT กับการสอนแบบปกติ และเพื่อศึกษาระดับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่รับการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และระดับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการสอนโดยใช้วัฏจักร 4MAT มีความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง

วันดี ต่อเพ็ง (2553, หน้า 57-61) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา

เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โสภภาพรรณ เวชากุล (2553, หน้า 46) ได้ทำการวิจัยการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 76 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และแบบประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับปานกลาง

ปฎิมา สิงห์ศร (2554, หน้า 58-59) ได้ทำการวิจัยผลของการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เส้นด้ายที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เส้นด้าย ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เส้นด้ายสูงกว่าก่อนได้รับการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เส้นด้าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สาลินี เรืองจ้อย (2554, หน้า 59) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้

โดยใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สระรียา สะและหมัด (2555, หน้า 75-77) ได้ทำการวิจัยผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการสอนจากชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ระดับ 80.90/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สายชล สิมสิน (2556, หน้า 175-177) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาพร้อมกับการคิดแบบโยนิโสมนสิการ ที่ส่งผลต่อความสุขในการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาพร้อมกับการคิดแบบโยนิโสมนสิการของนักเรียน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อเปรียบเทียบความสุขในการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาพร้อมกับการคิดแบบโยนิโสมนสิการ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และเพื่อเปรียบเทียบความสุขในการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่มีความฉลาดทางอารมณ์ สูง ปานกลาง และต่ำ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาพร้อมกับการคิดแบบโยนิโสมนสิการ ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาพร้อมกับการคิดแบบโยนิโสมนสิการ มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ .65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ .05 ขึ้นไป ความสุขในการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาพร้อมกับการคิดแบบโยนิโสมนสิการ หลังเรียนสูงกว่าก่อน

เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสุขในการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่มีความฉลาดทางอารมณ์ สูง ปานกลาง และ ต่ำ หลังได้รับการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา ร่วมกับการคิดแบบนิรนัยมโนการ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์ (2557, หน้า 71-72) ได้ทำการวิจัยการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมการ ความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนตามกรอบแนวคิดการคิดอย่าง สร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แสดงให้เห็นว่า เมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการ แบบเปิดแล้ว จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้ดีขึ้นและนักเรียน มีพฤติกรรมการความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์คิดเป็นร้อยละ 100 ได้แก่ สามารถ กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ทางการคิด สามารถอภิปรายสิ่งที่เป็นปัญหาได้ สามารถ แสวงหาแนวคิดใหม่อภิปรายถึงสาเหตุของการเกิดปัญหาได้มากกว่าหนึ่งแนวคิด สามารถ ประเมินและคัดเลือกแนวคิดและเหตุผลในการพิจารณาถ่วงถ่วงและเลือกวิธีการที่ดีที่สุด ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

สุนิตย์ ดอกบัว (2558, หน้า 138-143) ได้ทำการวิจัยการพัฒนา ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการประยุกต์กรอบแนวคิดของฟรายวัลลิก เรื่อง ระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อ 1) สร้างชุดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยประยุกต์กรอบแนวคิดของฟรายวัลลิก เรื่อง ระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) หาดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยประยุกต์กรอบแนวคิดของฟรายวัลลิก เรื่อง ระบบจำนวนจริง สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบ จำนวนจริง ก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยประยุกต์กรอบ แนวคิดของฟรายวัลลิก เรื่อง ระบบจำนวนจริง 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน เรื่อง ระบบจำนวนจริง หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดย ประยุกต์กรอบแนวคิดของฟรายวัลลิก เรื่อง ระบบจำนวนจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 5) เพื่อ ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการ

เรียนรู้คณิตศาสตร์โดยประยุกต์กรอบแนวคิดของฟรายนวิลลิก เรื่อง ระบบจำนวนจริง ผลการวิจัยพบว่า 1) การพิจารณาความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยประยุกต์กรอบแนวคิดของฟรายนวิลลิก เรื่อง ระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 4.06 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 4.05 และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 4.08 โดยสรุปแล้วชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย 4.06 และทุกชุดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ ซึ่งแสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประยุกต์กรอบแนวคิดของฟรายนวิลลิก เรื่อง ระบบจำนวนจริง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 3 ชุด มีความเหมาะสมในระดับมาก 2) ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยประยุกต์กรอบแนวคิดของฟรายนวิลลิก เรื่อง ระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 0.5490 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหลังการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยประยุกต์กรอบแนวคิดของฟรายนวิลลิก เรื่อง ระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 5) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยประยุกต์กรอบแนวคิดของฟรายนวิลลิก เรื่อง ระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในระดับมาก

พัทธยากร บุษสยา (2559, หน้า 122-123) ได้ทำการวิจัยผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณณะ บัณฑิต (2559, หน้า 835-839) ได้ทำการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแบบ สสวท 2) เปรียบเทียบทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

กนกกร พวงสมบัติ (2560, หน้า 1-7) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กระบวนการวิจัยและพัฒนาประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) พัฒนาเครื่องมือประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจ 2) ทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดโกรกประดู่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 1 ในปีการศึกษา 2557 และในปีการศึกษา 2558 3) หาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแบบฝึกทักษะ และ 4) ความพึงพอใจที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดโกรกประดู่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 1 ในปีการศึกษา 2559 จำนวน 9 คนได้มาโดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ผลการวิจัย พบว่าแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคุณภาพด้านความตรงตามเนื้อหาในระดับมากที่สุด มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 80.00/78.52 มีดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.69 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับมาก

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Abdullah, N.I. (2010, pp. 370–376) ได้ทำการวิจัยผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่อประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะด้านอารมณ์ในการเรียน สถิติระดับมัธยมศึกษา การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการตรวจสอบผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ซึ่งเป็นกลยุทธ์การสอนสำหรับครูและการเรียนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพในโรงเรียนมัธยมศึกษา การวิจัยได้ค้นพบว่า PBL ช่วยเสริมสร้างการทำงานกลุ่ม ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารให้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองกับการไม่เท่ากันของกลุ่มควบคุมที่ทดสอบหลังเรียนเพียงอย่างเดียว เพื่อตรวจสอบผลของ PBL ต่อประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์ ประสิทธิภาพต่อการสอน และคุณลักษณะทางด้านอารมณ์ ดำเนินการทดลองหกสัปดาห์ที่เกี่ยวข้องกับ 53 โรงเรียน ที่ได้จากการสุ่มเลือก กลุ่มทดลอง (PBL มีจำนวน 29 คน) ที่ได้รับการสอนโดยใช้ PBL แต่ทว่ากลุ่มควบคุม (CT มีจำนวน 24 คน) ได้รับการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ใบงานการเรียนคณิตศาสตร์, แบบทดสอบหลังเรียน, มาตรวัดความพยายามของจิตใจ, แบบสอบถามความเข้าใจต่อการทำงานกลุ่ม, แบบสอบถามความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ แบบสอบถามความเข้าใจต่อประสบการณ์การเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดประสิทธิภาพการใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya, แบบวัดการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการทำงานเป็นทีม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) และการทดสอบ t-test แบบอิสระ การตอบสนองของนักเรียนต่อแบบสอบถามและการสังเกตตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า PBL มีประสิทธิภาพเทียบเท่าวิธีการสอนแบบปกติ ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์ ถึงแม้ว่าทั้งสองกลุ่มจะแสดงความเข้าใจในทางบวกต่อการทำงานกลุ่ม ความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ และความเข้าใจต่อประสบการณ์การเรียนคณิตศาสตร์ที่พวกเขาผ่านพ้น กลุ่มทดลอง (PBL) ที่ใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และการทำงานเป็นทีมที่เข้มแข็งแสดงผลดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CT)

Nizoloman (2012, pp. 2230–2240) ได้ทำการวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาหญิง ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำกระบวนการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอนมาใช้ เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนหญิง 121 คนในโรงเรียนชนบท และนักเรียนหญิง 141 คน

จากโรงเรียนในเมือง โดยสุ่มเลือกโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายทั้งเขตพื้นที่และโรงเรียน คำถามและเครื่องมือการวิจัยสองชิ้นถูกนำมาใช้เพื่อการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ (SMAT) ค่า $r = 0.68$ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค่า $r = 0.68$ ที่สร้างขึ้นสำหรับนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณทำให้พบว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ $B = 0.386$ และ $P < 0.05$ ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้รัฐบาลควรให้การพัฒนาและสนับสนุนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อจะพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างดี

Padmavathy, R.D. (2013, pp. 45–51) ได้ทำการวิจัยประสิทธิภาพของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ โดยการทดสอบประสิทธิภาพของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (วิธีการสอน) ซึ่งเป็นการสอนตามแนวคิดของการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยการสุ่มกลุ่มควบคุม ออกแบบการทดลองโดยใช้ก่อนและหลังการทดสอบ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย 2 กลุ่ม ที่มีจำนวนเท่ากัน (30 คน) เก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test การศึกษาพบว่าการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์และพัฒนาความเข้าใจ ความสามารถในการใช้แนวคิดในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้

Estapa, A. and Nadolny, L. (2015, pp. 40–48) ได้ทำการวิจัยผลของการยกระดับความสมจริงของบทเรียนคณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจของนักเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาที่ยกระดับความสมจริงของกิจกรรมกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ต่อการวิเคราะห์เชิงมิติ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีผู้เข้าร่วม 61 คน และใช้การวัดโดยการตรวจสอบ IMMS ทั้งก่อน, หลัง และยึดเวลาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่าข้ออ้างที่สนับสนุนว่าการใช้เทคโนโลยีในบทเรียนคณิตศาสตร์ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและการยกระดับความสมจริงช่วยเพิ่มแรงจูงใจของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์

Fatah, et al. (2016, pp. 11–20) ได้ทำการวิจัยวิธีการแบบเปิด : ความพยายามปลูกฝังความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และการเห็นคุณค่าในตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบการใช้วิธีการแบบเปิดในการปลูกฝังความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (MCTA) และการเห็นคุณค่าในตนเอง (SE) ในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหลายประเภท กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนเกรด 11 จาก 3 โรงเรียน (ขนาดใหญ่ ปานกลาง และเล็ก) โดยเลือกชั้นเรียน 2 ห้อง ห้องแรกเป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบวิธีการแบบเปิด อีกห้องเป็นชั้นเรียนควบคุมได้รับการสอนแบบธรรมดา การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยกึ่งทดลอง โดยใช้แบบทดสอบ MCTA และ SE ในวิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ผลการวิจัยพบว่า MCTA ดีขึ้น และระดับ SE ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบธรรมดา

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ปฏิมา สิงห์ศร, 2554, หน้า 58–59) ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ระดับ 80.90/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (สระรียา สะและหมัด, 2555, หน้า 75–77) ชุดกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ .65 ความสุขในการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (สายชล สิมสิน, 2556, หน้า 175–177) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมของชุดกิจกรรมในระดับมาก ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมเท่ากับ 0.5490 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (สุนิตย์ ดอกบัว, 2558, หน้า 138–143) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (สาลินี เรืองจ้อย, 2554, หน้า 59) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมการความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ 100 (ชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์, 2557, หน้า 71–72) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พัทธยากร บุสสยา, 2559, หน้า 122–123) ความคิดสร้างสรรค์ดีขึ้นและระดับการเห็นคุณค่าในตนเองดีกว่าการสอน

แบบธรรมชาติ (Fatah, et al., 2016, pp. 11–20) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (วันดี ต่อเพ็ง, 2553, หน้า 57–61) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 คิดเป็นร้อยละ 76 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (โสภาพรรณ เวชากุล, 2553, หน้า 46) ช่วยเสริมสร้างการทำงานกลุ่ม ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสาร ให้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Abdullah, N.I., 2010, pp. 370–376) มีผลต่อการเรียน คณิตศาสตร์และพัฒนาความเข้าใจ ความสามารถในการใช้แนวคิด (Padmavathy, R.D., 2013, pp. 45–51) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่า การจัดการเรียนรู้แบบ สสวท (วรรณธนะ บัดชา, 2559, หน้า 835–839) ความสามารถ ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน (Nizoloman, 2012, pp. 2230–2240) อีกทั้งเทคโนโลยีในบทเรียนคณิตศาสตร์ ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียน (Estapa, A. and Nadolny, L., 2015, pp. 40–48) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะ พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็น ฐาน และ STEM Education ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสุขในการเรียน และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1