

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วน โดยใช้กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
3. แนวคิดในการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
5. ความสามารถและกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังนี้

ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ, 2545 , หน้า 1 – 3)

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์

อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

- **จำนวนและการดำเนินการ:** ความคิดรวบยอดและความรู้สีกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง
- **การวัด:** ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหเกี่ยวกับ การวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- **เรขาคณิต:** รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติและสามมิติ การนีกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)
- **พีชคณิต:** แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต
- **การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น:** การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน
- **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์:** การแก้ปัญหด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์

ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

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 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

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 การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สาม

ของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

- สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน และสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

- มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้

- สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

- สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

- สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

- เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

- เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

- ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร

การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการบวก ลบ คูณ และการเศษส่วนเมื่อพิจารณาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดอยู่ในสาระและมาตรฐาน ดังนี้ ตารางที่ 2 สาระ มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวน ในชีวิตจริง		
ม.1	1. ระบุหรือยกตัวอย่าง และเปรียบเทียบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม	- จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม - การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม
มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา		
ม.1	1. บวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของจำนวนเต็ม	- การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม
	2. บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนและทศนิยม และนำไปใช้แก้ปัญหาตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของเศษส่วนและทศนิยม	- การบวก การลบ การคูณ และการหาร เศษส่วนและทศนิยม - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์		
ม.1 - 3	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม 3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผล ได้อย่างเหมาะสม 4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน 5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ 6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 พบว่า การจัดการเรียนการสอนเรื่องเศษส่วนมีตัวชี้วัดที่ต้องนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

ค 1.1 ม. 1 /1 ระบุหรือยกตัวอย่าง และเปรียบเทียบ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม

ค 1.2 ม. 1 /2 บวก ลบ คูณ หารเศษส่วน และนำไปใช้แก้ปัญหาตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของเศษส่วนและทศนิยม

ค 6.1 ม. 1 – 3/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

จากตัวชี้วัดดังกล่าวผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับหลักสูตร จะต้องให้ครอบคลุมเนื้อหา ได้แก่ ความหมายและประเภทของเศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วน

การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน และการแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน ร่วมกับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism)

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดแนวทางตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของ Piaget ผู้พัฒนาทฤษฎีนี้คือ ศาสตราจารย์ Seymour Papert แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology) (พิศนา แคมมณี, 2555, หน้า 96) เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงการเรียนรู้ว่าเกิดขึ้นในบริบทที่ผู้เรียนสร้างความรู้ในขณะที่ได้รับประสบการณ์ ต่าง ๆ ทฤษฎีนี้เกิดจากการสังเกตการณ์เรียนรู้ของเด็กเล็ก ๆ เด็กสร้างความรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์แบบต่าง ๆ เช่น ดู ฟัง ชิม คม สัมผัส แสดงว่าเด็กสร้างความรู้ด้วยการมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวกับสถานการณ์จริงในชีวิต และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น บ้าน โรงเรียน ชุมชน และโลก (ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 72) โดยมีหลักการสำคัญว่า ในการเรียนรู้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำ (active) และสร้างความรู้ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553, หน้า 210) ซึ่งทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่า ผู้เรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อเขารู้จักสิ่งนั้นด้วยตนเองอย่างตื่นตัว เขาจะจัดกระทำกับข้อมูลใหม่ด้วยความรู้ที่มีอยู่ (ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 72) ทำให้การเรียนรู้ไม่ใช่การจำ แต่การเรียนรู้คือ การที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจข้อมูล นำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการค้นพบ (Discovery) สิ่งใหม่ๆ เพิ่มขึ้น จุดที่สำคัญที่นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มักจะเน้นเสมอ คือ ความรู้นั้นมิใช่สิ่งที่ครูผู้สอนมอบให้กับผู้เรียน แต่จะต้องเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยตนเอง โดยครูมีหน้าที่เพียงช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดข้อมูลให้มีความหมาย (Meaningful) และให้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับผู้เรียน โดยการพยายามให้ผู้เรียนได้ค้นพบสาระสำคัญของข้อมูลด้วยตนเอง และให้ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้ด้วยตนเอง (แสงเดือน ทวีสิน, 2545, หน้า 163 – 164)

แนวคิดสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

Steffe and Gale (1995 อ้างถึงใน ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 73) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างด้วยตนเองความรู้ว่ามีแนวคิดที่สำคัญและมีความแตกต่าง 3 แนวคิด คือ Exogenous

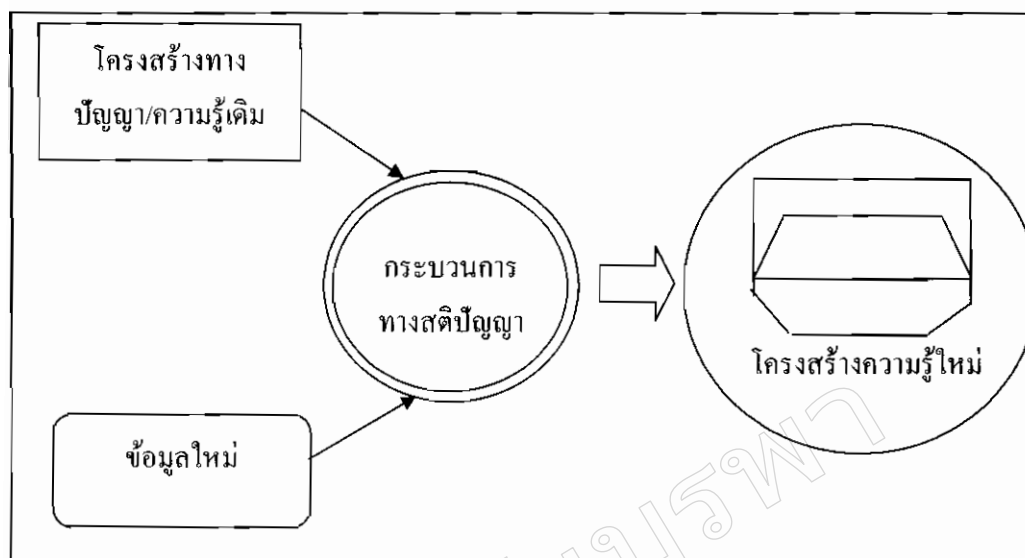
constructivism มีแนวคิดที่ว่า ความรู้เป็นสิ่งที่มียู่ในโลก การสร้างความรู้เป็นการสร้างสิ่งที่มียู่ในโลกแล้วอีกครั้ง โดยการสอน การให้ประสบการณ์ ความรู้ที่ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง เหมาะกับการสอนที่ครูต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามศาสตร์ที่ถูกต้อง ส่วน Endogenous constructivism มีแนวคิดที่ว่า การสร้างความรู้ไม่ได้เกิดจากการสอน ประสบการณ์ หรือการปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลในสิ่งแวดล้อมโดยตรง แต่ความรู้พัฒนาผ่านกิจกรรมทางปัญญาที่เป็นนามธรรม เหมาะกับการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถไปตามลำดับที่สูงขึ้น และ Dialectical constructivism มีแนวคิดที่ว่า ความรู้ได้มาจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวเขา เหมาะกับการสอนที่ท้าทายความคิดของผู้เรียน และการใช้กระบวนการกลุ่ม แต่ ทิศนา ขัมมณี (2555, หน้า 96) ได้กล่าวถึงแนวความคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองว่า เป็นการเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียนหากผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน และเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา ก็หมายถึงการสร้างความรู้ขึ้นในตนเอง ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้จะมีความหมายต่อผู้เรียน จะอยู่คงทน และสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้ดี นอกจากนี้ยังเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด

ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ทฤษฎีการสร้างด้วยตนเองความรู้ว่ามีแนวคิดให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง โดยสามารถเกิดกระบวนการสร้างความรู้ใหม่ให้เกิดขึ้นได้หลายแนวทาง ซึ่งจากแนวคิดดังกล่าว ทำให้ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้อย่างหลากหลาย

องค์ประกอบของการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 73 –79) ได้กล่าวถึง การสร้างความรู้มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ

- ก. โครงสร้างทางปัญญา (schema) หรือความรู้เดิม
- ข. กระบวนการทางปัญญา (cognitive process)
- ค. ข้อมูลใหม่หรือประสบการณ์ใหม่



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของการสร้างความรู้

องค์ประกอบที่ 1 โครงสร้างทางปัญหาหรือความรู้เดิม

โครงสร้างทางปัญหาเป็นที่เก็บข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงกัน เกิดจากการนำข้อมูลจำนวนมากมาจัดใหม่ให้เป็นระบบที่มีความหมาย ในการเรียนรู้เราจะใช้โครงสร้างทางปัญหาในขณะที่เรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โครงสร้างทางปัญหาในสมองมีจำนวนนับไม่ถ้วน ซึ่งมีประโยชน์ในการช่วยให้เราเข้าใจข้อมูลหรือสถานการณ์ ทำให้เราสามารถบอกได้ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นในสถานการณ์นั้น นอกจากนี้ โครงสร้างทางปัญหายังช่วยในการเรียนรู้เรื่องใหม่ เมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลเขาจะพยายามนำข้อมูลใหม่ให้เข้าไปอยู่ในโครงสร้างทางปัญหาที่มีอยู่ก่อน

องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการทางปัญญา

Piaget ได้อธิบายว่า กระบวนการทางปัญญาเป็นกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลในสมองของผู้เรียน เมื่อข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่สมองจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบภายใน เพื่อทำความเข้าใจหรือทำให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่าการปรับตัว (adaptation) ประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึม (assimilation) และ กระบวนการปรับสถานะ (accommodation) การปรับตัวเป็นการสร้างความสมดุลระหว่างกระบวนการดูดซึม และ กระบวนการปรับสถานะ ในการเรียนรู้ผู้เรียนใช้กระบวนการทั้งสองในลักษณะที่ต่างกัน เมื่อผู้เรียนพบสิ่งที่เคยรู้จัก หรือมีความรู้ ผู้เรียนจะใช้กระบวนการดูดซึม คือ นำโครงสร้างทางปัญหาที่มีมาใช้ทำความเข้าใจสิ่งที่พบ แล้วนำสิ่งที่พบนั้นเข้าไปเพิ่มในโครงสร้างทางปัญหา ทำให้

โครงสร้างทางปัญญายาวใหญ่ขึ้น แต่ถ้าผู้เรียนพบสิ่งที่ไม่เคยรู้จัก จะเกิดอาการงุนงงสงสัย เรียกว่า เกิดสภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) ผู้เรียนจะใช้กระบวนการปรับสภาวะ ปรับโครงสร้างทางปัญญาที่มีให้เข้ากับสิ่งที่พบใหม่ ทำให้เกิดสภาวะสมดุล ผู้เรียนมีความเข้าใจสิ่งที่พบใหม่ และนำสิ่งที่พบเก็บไว้ในโครงสร้างทางปัญญาที่ถูกปรับแล้ว กระบวนการที่มีความต่อเนื่องของสภาวะไม่สมดุลและสภาวะสมดุลทำให้สติปัญญามีการเจริญเติบโตสู่ระดับที่สูงขึ้น

การปรับตัวทำหน้าที่สำคัญในการพัฒนาสติปัญญาตามระดับอายุ ตามโครงสร้างทางจิตวิทยา ซึ่งพอประมาณได้ว่าระดับอายุใด ผู้เรียนจะมีความสามารถในการคิดแบบใด Piaget ได้จัดลำดับขั้นตอนของพัฒนาการด้านสติปัญญาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ตารางที่ 3 ลำดับขั้นพัฒนาการด้านสติปัญญาของ Piaget

ขั้น	อายุ (โดยประมาณ)	ลักษณะของโครงสร้างทางปัญญา
Sensorimotor	0 – 2 ปี	- เลียนแบบ จำได้ คิดได้ - จำสิ่งของได้แม้จะไม่ได้เห็น - เริ่มทำพฤติกรรมที่มีเป้าหมาย
Preoperational	2 – 7 ปี	- เริ่มใช้ภาษาแทนสิ่งของ - สามารถคิดไปทางเดียว คิดย้อนกลับไม่ได้ - ภาษาและการคิดจะเกี่ยวกับตนเอง
Concrete operational	7 – 11 ปี	- สามารถใช้เหตุผลแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ - รู้จักคุณสมบัติของวัตถุแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนรูปร่าง - คิดย้อนกลับไปที่จุดเริ่มต้นได้
Formal operational	11 – 15 ปี	- สามารถใช้เหตุผลแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรม หรือมีความซับซ้อนได้ - เริ่มการคิดแบบวิทยาศาสตร์มากขึ้น

โครงสร้างทางปัญญาของเราจะถูกสร้างขึ้นขณะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ทำให้สติปัญญาได้รับการพัฒนา เพราะสมองใช้กระบวนการปรับสภาวะ ในการสอนที่ครูไม่ได้นำเสนอเนื้อหาใหม่ผู้เรียนจึงใช้กระบวนการดูดซึมซ้ำ (over assimilation) และเช่นเดียวกับการสอนเนื้อหาใหม่ให้ผู้เรียนไม่เข้าใจก็เกิดกระบวนการปรับสภาวะซ้ำ (over accommodation) ซึ่งทั้งสองเหตุการณ์นี้ไม่ช่วยในการพัฒนาสติปัญญา เมื่อใดที่ครูสร้าง

สถานการณ์ผู้เรียนเกิดสภาวะไม่สมดุล โดยตั้งใจหรือไม่ก็ตามผู้เรียนจะพยายามแก้ไขสภาวะนั้น โดยการสร้างบางสิ่งขึ้นมา ซึ่งทำให้ได้คำตอบที่อาจไม่ถูกต้อง ครูต้องให้ความสนใจยอมรับฟังทั้งคำตอบที่ผิดและที่ถูกต้อง สำหรับคำตอบที่ผิดต้องหาทางให้ผู้เรียนคิดใหม่

การสอน คือการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบโครงสร้าง (โดยใช้กระบวนการปรับสภาวะ) ไม่ใช่การส่งต่อโครงสร้าง (โดยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการดูดซึม) เป้าหมายของการสอน ไม่ได้อยู่ที่การเพิ่มจำนวนความรู้ แต่อยู่ที่การสร้างโอกาสให้ผู้เรียนสร้าง (invent) และค้นพบ (discover) ความรู้ ผู้สอนต้องใช้เวลาผู้เรียนสำหรับการสร้าง และการค้นพบด้วยตนเอง

องค์ประกอบที่ 3 ข้อมูลใหม่หรือประสบการณ์ใหม่

ข้อมูลใหม่หรือประสบการณ์ใหม่ เป็นข้อมูลที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัว ในทางการศึกษา หมายถึง หลักสูตรหรือเนื้อหาที่ครูนำมาสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีการพัฒนาด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม โดยมีเป้าหมายให้ผู้เรียนเข้าใจโลกรอบตัว เป็นบุคคลที่มีความรับผิดชอบและมีทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจเลือกเนื้อหาใดมาสอน มักจะดูเป้าหมายเป็นสำคัญ แล้วเลือกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมาย รวมถึงพิจารณาความสามารถ ความรู้ และความสนใจของผู้เรียน (ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 73 – 79)

แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกให้สอดคล้องกับทฤษฎีที่นักทฤษฎีนี้เชื่อว่าคนเราสร้างความรู้ด้วยการมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัว (active) ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิต และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวทั้งที่บ้าน โรงเรียน ชุมชน และโลก

การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในชั้นเรียน ชนาธิป พรกุล (2554 , หน้า 89 – 91) กล่าวว่า ครูจะต้องคำนึงถึงสิ่งสำคัญต่อไปนี้

1. การเห็นคุณค่าของความคิดเห็นของผู้เรียน เมื่อครูส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด ครูต้องยอมรับในสิ่งที่ผู้เรียนคิด ถ้าความคิดเห็นนั้นไม่เหมาะสม หรือมีเหตุผลเป็นหน้าที่ของครูที่ต้องสอนวิธีคิด การยอมรับและเห็นคุณค่าของครูเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด
2. การใช้คำถามการคิดระดับสูงเพื่อดึงความคิดของผู้เรียนออกมา โดยปกติผู้เรียนมีความคิดของตนเองอยู่แล้ว การใช้คำถามในระดับต่าง ๆ ของครูเป็นการล้วงความคิดในสมองของผู้เรียนออกมา ผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดระดับต่าง ๆ ในการเรียบเรียงคำตอบ

3. การเห็นคุณค่าของกระบวนการคิดมากกว่าคำตอบ หลังจากที่ผู้เรียนตอบคำถามและได้รับการยอมรับจากครู ผู้เรียนจะกล้าแสดงกระบวนการคิดของตน ซึ่งเป็นการขยายประสบการณ์และการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ คำถามที่ครูใช้ให้ผู้เรียนแสดงกระบวนการคิด ได้แก่

- อะไรทำให้นักเรียนคิดว่า.....
- ทำไมนักเรียนจึงคิดว่า.....

คำอธิบายของผู้เรียนเปิดโอกาสให้ครูได้มองเห็นบางสิ่งบางอย่างที่อยู่ภายในความคิดของผู้เรียน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียน โดยสามารถแสดงแนวทางการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองไปใช้ในชั้นเรียนได้ดังนี้

ตารางที่ 4 การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองไปใช้ในชั้นเรียน

หลักการสำคัญ	การเรียนการสอน
ผู้เรียนเป็นผู้คิด (active thinker) ที่สามารถทำความเข้าใจสิ่งรอบ ๆ ตัวได้	ครูควรจัดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active participant)
ความรู้ที่สร้างขึ้นด้วยระบบการคิดที่เป็นไปตามขั้นตอนของพัฒนาการทางปัญญา	ความซับซ้อนของเนื้อหาต้องเหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน ครูจึงควร ▪ ประเมินระดับสติปัญญาของผู้เรียน ▪ พิจารณาความสามารถใดที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีในการทำความเข้าใจเนื้อหานั้น
องค์ประกอบของการสร้างความรู้ ▪ โครงสร้างทางปัญญา/ความรู้เดิม ▪ กระบวนการทางปัญญา ▪ ข้อมูลใหม่หรือประสบการณ์ใหม่	ครูจัดบทเรียนให้ผู้เรียนทำกิจกรรมให้ครบทุกองค์ประกอบ

ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ (making) มากกว่าการพบความรู้ (finding) และกระบวนการที่สร้างสรรค์ (creative) มากกว่ากระบวนการค้นพบ (discovery) ดังนั้น การสร้างความรู้ด้วยกระบวนการที่สร้างสรรค์จึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับครู เพื่อน พ่อแม่ และคนอื่น ๆ
 2. ผู้เรียนได้อยู่ในบริบทที่เกิดการเรียนรู้
 3. ใช้กิจกรรมกลุ่มสร้างทักษะทางสังคม และความร่วมมือในการสร้างความรู้
 4. ให้สถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องทดลองด้วยตนเอง ได้เห็นสิ่งที่เกิดขึ้น ได้ศึกษาจัดการกับข้อมูลชนิดต่าง ๆ สงสัยตั้งคำถาม ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ตรวจสอบสิ่งที่พบในครั้งแรกกับครั้งต่อไป และนำสิ่งที่พบไปเปรียบเทียบกับของเพื่อน
 5. มีความท้าทายให้สำรวจค้นหา และใช้ความคิดระดับสูง รวมทั้งบังคับให้ผู้เรียนจัดระบบความรู้ความเชื่อของตนเอง
 6. ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
- จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เชื่อว่าคนเราสร้างความรู้จากสิ่งที่เรียนได้ การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างความรู้ โดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของ Piaget ซึ่งอธิบายกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ว่า เป็นประสบการณ์เฉพาะตนและเป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำ กับข้อมูลทั้งหลายที่เขาเข้ามา มิใช่เป็นเพียงผู้รับข้อมูลเท่านั้น

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก

ความหมายของการเรียนรู้เชิงรุก

บุหงา วัฒนะ (2546, หน้า 30 – 34) ให้ความหมายของการเรียนรู้เชิงรุก ไว้ว่าเป็นกระบวนการ เรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายโดยการร่วมมือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน โดยครูต้องลดบทบาทในการสอนและการให้ข้อความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรงลง แต่ไปเพิ่มกระบวนการและกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการจะทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น และอย่างหลากหลาย ด้วยการแลกเปลี่ยนประสบการณ์โดยการพูด การเขียน และการอภิปราย

มนัส บุญประกอบ (2547, หน้า 39) ให้ความหมายของการเรียนรู้เชิงรุก ไว้ว่าการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกทั้ง 5 ประการ ได้แก่ การพูด การฟัง การอ่าน การเขียน และการสะท้อนแนวคิดและความรู้ที่ได้รับไปแล้ว ซึ่งการเรียนรู้เชิงรุกจัดว่าเป็นการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของแนวคิดเรื่องการเรียนรู้ด้วยการกระทำ (Learning by doing)

สุระ บรรจงจิตร (2551, หน้า 37 – 38) ให้ความหมายของการเรียนรู้เชิงรุก ไว้ว่าเป็นการเรียนที่เน้นความมีส่วนร่วมและบทบาทในการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเป็นผู้มีบทบาท

หลักในการเรียนรู้ของตนเอง โดยอาศัยหลักการของวิทยาศาสตร์การรู้คิด ในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับธรรมชาติของการทำงานของสมอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความตื่นตัวและกระตือรือร้นด้านการรู้คิด (Cognitively Active) มากกว่าการฟังผู้สอนในห้องเรียนและการท่องจำ ทำให้ได้การเรียนรู้ที่มีประสิทธิผลสูง และยังเป็นการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง และทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องนอกห้องเรียน (Life – Long Learning)

ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์ และยุพาวรรณ ศรีสวัสดิ์ (2554, หน้า 104) ให้ความหมายของการเรียนรู้เชิงรุก ไว้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ และได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างตื่นตัว หรือการลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ อันจะนำผู้เรียนไปสู่การเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง ซึ่งวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ เชื่อว่าจะสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ มีความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนมีทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

วัชร เกษพิชัยณรงค์ และน้ำค้าง ศรีวัฒนาโรทัย (ม.ป.ป., หน้า 1 – 7) ให้ความหมายของการเรียนรู้เชิงรุก ไว้ว่า เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนการสอน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง (Higher – order thinking) ไม่เพียงแต่ฟังผู้เรียนจะต้องอ่าน เขียน ถามคำถาม อภิปรายร่วมกัน และลงมือปฏิบัติจริง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความรู้เดิมและความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ

ปราวีณา สุวรรณโชติ (ม.ป.ป.) ให้ความหมายของการเรียนรู้เชิงรุก ไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ในระดับลึก ผู้เรียนจะสร้างความเข้าใจและค้นหาความหมายของเนื้อหาสาระโดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่มี แยกแยะความรู้ใหม่ที่ได้รับกับความรู้เก่าที่มี เพื่อให้สามารถประเมิน ต่อเติมและสร้างแนวคิดของตนเองซึ่งเรียกว่ามีการเรียนรู้เกิดขึ้น ผู้เรียนลักษณะนี้จะเป็นผู้เรียนที่รู้วิธีการเรียน (Learning how to learn) เป็นผู้เรียนที่กระตือรือร้นและมีทักษะที่สามารถเลือกรับข้อมูล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีระบบ

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นความมีส่วนร่วมและบทบาทในการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเป็นผู้มีบทบาทหลักในการเรียนรู้ของตนเองโดยเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติมากกว่าการฟังผู้สอนในห้องเรียนและการท่องจำ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความตื่นตัวและกระตือรือร้นด้านการรู้คิด ให้ผู้เรียนมีโอกาสคิด ตัดสินใจ และลงมือกระทำเพื่อค้นหาคำตอบ โดยใช้กิจกรรมการพูด การฟัง การอ่าน การเขียน การสะท้อนแนวความคิดและการมีปฏิสัมพันธ์

กับเพื่อนและผู้สอน ช่วยให้วางแผนการทำงาน โดยการแปลความรู้ ความเข้าใจมาสู่การกระทำ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีคุณค่า และสนุกสนาน ตามความถนัดและความสนใจของผู้เรียน

หลักการจัดการเรียนการเรียนรู้เชิงรุก

การจัดการเรียนการเรียนรู้เชิงรุก เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้มีโอกาสลงมือกระทำมากกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว (ธนสิทธิ์ คณา, 2551 , หน้า 24) การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับการพูด การฟัง การอ่าน การเขียน และการสะท้อนความคิด ซึ่งหลักการของการเรียนรู้เชิงรุกนั้น ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ ดังนี้ (Mayers & Jones, 1993, p. 11 ; Shenker, Goss, & Bernstein, 1996, p. 1 ; citing Bonwell, 1995 อ้างถึงใน คงรัฐ นวลเปง, 2554 , หน้า 50)

1. เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนสู่ผู้เรียนให้น้อยลง และพัฒนาทักษะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน
2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน โดยลงมือกระทำมากกว่านั่งฟังเพียงอย่างเดียว
3. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อ่าน อภิปราย เขียน เป็นต้น
4. เน้นการสำรวจเจตคติและคุณค่าที่มีอยู่ในตัวผู้เรียน
5. ผู้เรียนพัฒนาการคิดระดับสูงในการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินผลการนำไปใช้
6. ผู้เรียนและผู้สอนรับข้อมูลป้อนกลับจากการสะท้อนความคิดได้อย่างรวดเร็ว

ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 4 – 5) ที่กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน
2. ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้
3. ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้
4. ผู้เรียนรู้หน้าที่ วิธีการศึกษาและการทำงานในวิชาเรียนได้สำเร็จ
5. ผู้เรียนต้องอ่าน พูด คิด และเขียน อย่างกระตือรือร้น
6. ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง คือ วิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า
7. ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ กระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม
8. ผู้เรียนมีโอกาสประยุกต์ข้อมูล สารสนเทศ มโนทัศน์ หรือทักษะใหม่ๆ ในการเรียนรู้
9. ความรู้เกิดจากประสบการณ์และการสร้างความรู้โดยผู้เรียน
10. ผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการสอนของมหาวิทยาลัยแคนซัส (Center for Teaching Excellence, University of Kansas, 2000 , pp. 1 - 3; Drake, 2000 , pp. 1 – 3 อ้างถึงใน พรพรนิภา กิจเอก, 2550, หน้า 22 – 23) ได้กำหนดแนวการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนเป็นผู้ชี้นำผู้เรียนการเรียนรู้เริ่มต้นจากความรู้เดิมของผู้เรียน ไม่ใช่ความรู้ของผู้สอน ผู้สอนมีหน้าที่รับผิดชอบในการส่งเสริมและกระตุ้นแรงงูใจของผู้เรียน สนับสนุนและวินิจฉัยการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยต้องปฏิบัติต่อผู้เรียนอย่างให้เกียรติและเท่าเทียมกัน ให้การยอมรับและสนับสนุนความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดจุดมุ่งหมาย ผู้สอนเป็นผู้จัดหาจุดมุ่งหมายที่สำคัญให้แก่ผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างหรือเลือกจุดมุ่งหมายเพิ่มเติม

3. บรรยากาศในชั้นเรียนมีลักษณะเป็นการเรียนรู้ร่วมกัน และสนับสนุนช่วยเหลือกันอย่างต่อเนื่องผู้เรียนทุกคนรู้จักกันเป็นอย่างดีและเคารพในภูมิหลัง สถานภาพความสนใจ และจุดมุ่งหมายของกันและกัน ผู้สอนจะใช้การสอนที่ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนอภิปราย ทำงานกลุ่มและร่วมมือกันปฏิบัติงานอย่างกระตือรือร้น

4. กิจกรรมการสอนยึดปัญหาเป็นสำคัญ และแรงขับเคลื่อนในการเรียนรู้เกิดจากผู้เรียน การเรียนเริ่มจากปัญหาที่แท้จริงซึ่งเกี่ยวข้องกับจุดหมายและความสนใจของผู้เรียนผู้เรียนมีความยืดหยุ่นในการเลือกปัญหา จัดระบบการปฏิบัติงานและตารางเวลาเพื่อความก้าวหน้าด้วยตนเอง ผู้สอนจะเริ่มสอนตั้งแต่ปัญหาง่ายๆเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ รูปแบบของกิจกรรมต้องลดความซ้ำซ้อนของภาระงานที่ไม่จำเป็นให้อยู่ในระดับต่ำสุด ส่งเสริมและกำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

5. สนับสนุนให้มีการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านการประเมินผลนั้นควรทำการประเมินผลอย่างต่อเนื่องระหว่างการเรียนการสอนโดยเน้นที่การป้อนข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) การประเมินผลทั้งหมดควรอิงเกณฑ์ (Criterion - referenced) มากกว่าอิงกลุ่ม (Norm) และให้ครอบคลุมข้อเท็จจริง มโนทัศน์และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินตามสภาพจริง (Authentic) อย่างสม่ำเสมอ ผู้เรียนได้รับอนุญาตให้แก้ไขงาน ปรับปรุงงานใหม่หากการปฏิบัติงานนั้นไม่ได้มาตรฐาน โดยระดับผลการเรียนพิจารณาจากงานที่มีการปรับปรุงแก้ไขแล้วผู้สอนเป็นผู้มีบทบาทในการช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จ เกิดความภาคภูมิใจในความสำเร็จและความสามารถของตนเอง ให้คำแนะนำ โดยเน้นให้ผู้เรียนปรับปรุงงานให้ดีขึ้นมากกว่าระบุข้อผิดพลาดเพื่อกล่าวโทษ

6. การสอนพัฒนามากกว่าชี้นำ หรือ การนำเสนอการสอนเน้นที่ความเข้าใจและการประยุกต์ใช้ความรู้มากกว่าการจดจำและการทำซ้ำโดยให้ความสำคัญกับวิธีวิทยาศาสตร์ยอมรับ

คำตอบที่หลากหลายมากกว่าคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว เน้นการใช้เทคโนโลยี สื่อและวิธีการใหม่ๆ ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนชี้นำตนเอง และมีความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงานผู้เรียนเป็นผู้มีความกระตือรือร้น ในการเสริมสร้างความรู้ รวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลจากการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจรูปแบบและวิธีเรียนและช่วยผู้เรียนแก้ปัญหาด้านการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ผู้สอนจึงเป็นผู้แนะแนวทางไม่ใช่ผู้กำหนดขั้นตอนกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติตามทุกขั้นตอนแต่ต้องเน้นและสอนให้ผู้เรียนเกิดความคิดเชิงวิเคราะห์ (metacognition) ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่จะทำให้ เกิดการเรียนรู้เชิงรุกได้

นอกจากนี้ Brandes and Ginnis (1986, pp. 11 – 12) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และสรุปความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้เชิงรุกกับการเรียนรู้ที่ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ฝ่ายเดียว (Passive learning) ดังนี้

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบลักษณะสำคัญของการเรียนรู้เชิงรุกกับการเรียนรู้เชิงรับ

การเรียนรู้เชิงรุก (Active learning)	การเรียนรู้เชิงรับ (Passive learning)
– เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม – เน้นการร่วมมือระหว่างผู้เรียน – เรียนรู้จากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย – ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง – ผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะประสบการณ์และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ – ผู้เรียนเป็นเจ้าของความคิดและการทำงาน – เน้นทักษะการวิเคราะห์ และแก้ปัญหา – ผู้เรียนมีวินัยในตนเอง – ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนหลักสูตร – ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น – ใช้วิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย	– เน้นการบรรยายจากผู้สอน – เน้นการแข่งขัน – เป็นการสอนรวมทั้งชั้น – ผู้สอนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้ของผู้เรียน – ผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะและจัดเนื้อหาเองทั้งหมด – ผู้สอนเป็นผู้ใส่ความรู้ลงในสมองของผู้เรียน – เน้นความรู้ในเนื้อหาวิชา – ผู้สอนเป็นผู้วางกฎ ระเบียบ วินัย – ผู้สอนเป็นผู้วางแผนหลักสูตรแต่ผู้เดียว – ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ที่ผู้สอนถ่ายทอดเพียงฝ่ายเดียว – จำกัดวิธีการเรียนรู้และกิจกรรม

จากหลักการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ข้างต้น จะเห็นว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองผ่านการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ โดยไม่เน้นการแข่งขันแต่เป็นการเรียนรู้ที่เน้นความร่วมมือระหว่างผู้เรียน ทำให้ความรู้เกิดจากประสบการณ์และการสร้างความรู้โดยผู้เรียน ซึ่งผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และได้รับข้อมูลป้อนกลับจากการสะท้อนความคิด

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 1 – 7) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งมี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนดึงประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยง หรืออธิบายประสบการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ แล้วนำไปสู่การคิดเพื่อ เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วแบ่งปันประสบการณ์ของตนกับผู้อื่นเป็นการรวบรวมประสบการณ์ที่หลากหลายจากแต่ละคน เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ร่วมกัน
2. การสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน เน้นการตั้งประเด็นให้นักเรียนได้คิด สะท้อนความคิดหรือบอกความคิดเห็นของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ และได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกันจนเกิดที่ความเข้าใจชัดเจน และได้ข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่
3. การนำเสนอความรู้ นักเรียนจะได้รับความรู้ และเนื้อหาโดยครูเป็นผู้จัดการให้เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ หรือช่วยให้การเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งทำได้โดยการบรรยาย คุวิทัศน์ ฟังแถบเสียง อ่านเอกสาร ใบความรู้ หรือคำบรรยาย
4. การประยุกต์ใช้หรือลงมือกระทำ เป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนได้นำความคิดรวบยอด ข้อสรุป หรือองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้หรือทดลองใช้ ซึ่งครูสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รู้จักการนำไปใช้ในชีวิตจริง

มนัส บุญประกอบ (2543, หน้า 12 – 13) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยนำทฤษฎีต่าง ๆ มาผสมผสานกัน ดังนี้

1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นกระตุ้นและเร้าความสนใจด้วยการทบทวนความรู้เดิม แง่จุดประสงค์การเรียนรู้สร้างแรงจูงใจ และแนะแนวทางการทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่ขั้นการสร้างประสบการณ์การประเมินผล ผู้สอนจะประเมินนักเรียนจากการตอบคำถาม และการแสดงความคิดเห็น
2. ขั้นการสร้างประสบการณ์ เป็นขั้นตอนที่จะได้ลงมือทำกิจกรรมซึ่งทำให้เกิดกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา และรู้ว่าเมื่อไหร่ทำอะไร ระหว่างการทำกิจกรรม มีการแลกเปลี่ยน

ความคิดเห็นและร่วมกันรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย โดยผู้สอนจัดกิจกรรมและอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนการประเมินผล ผู้สอนจะประเมินนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ในขณะที่ทำกิจกรรมภายในกลุ่ม

3. ขั้นการแบ่งปันความรู้เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้แลกเปลี่ยนความรู้ ปรับปรุงโครงสร้างความรู้ และสรุปความคิดรวบยอดโดยการนำเสนอหน้าชั้นเรียนการประเมินผล ผู้สอนจะประเมินนักเรียน โดยพิจารณาจากการแสดงความคิดเห็นในการร่วมอภิปราย การตอบคำถามและการตรวจใบงานของผู้เรียน

4. ขั้นการทบทวนความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้สะท้อนเกี่ยวกับความคิด ความรู้สึกรของตนเองเป็นหลัก ภายใต้การจัด กิจกรรมและบรรยากาศของผู้สอน การประเมินผล ผู้สอนจะประเมินนักเรียนโดยพิจารณาจาก การแสดงออก การแสดงความคิดเห็น การเขียนบันทึกประจำวันของนักเรียน

5. ขั้นการนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าควรนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรการประเมินผล ผู้สอนจะประเมินนักเรียนจากการตอบคำถามและการแสดงความคิดเห็น

เกษม ศรีเดิมา (2549, หน้า 2 อ้างถึงใน ธนสิทธิ์ คณฐา, 2551, หน้า 9 – 12)

ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ผู้สอนพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนดึงประสบการณ์เดิมของตนออกมาเชื่อมโยงหรืออธิบายประสบการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ แล้วนำไปสู่การขบคิดเพื่อให้เกิดข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่ และแบ่งปันประสบการณ์ของตนกับผู้อื่น ที่อาจมีประสบการณ์เหมือนหรือต่างไปจากตนเอง เป็นการรวบรวมมวลประสบการณ์ที่หลากหลายจากแต่ละคนเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ร่วมกัน

2. ขั้นสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างมวลประสบการณ์ ข้อมูลความคิดเห็น ฯลฯ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ชัดเจน หรือเกิดข้อสรุป/องค์ความรู้ใหม่ หรือตรวจสอบ/ปรับ/เปลี่ยนความคิดความเชื่อของตนเอง

3. ขั้นการนำเสนอความรู้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลความรู้ แนวคิด ทฤษฎี หลักการ ขั้นตอน หรือข้อสรุปต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้จัดให้เพื่อใช้เป็นต้นทุนในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ หรือช่วยให้การเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์

4. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้หรือลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้นำความคิดรวบยอดหรือข้อสรุป หรือองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์หรือทดลองใช้ หรือเป็นการแสดงผลสำเร็จของการเรียนรู้ในองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งผู้สอนสามารถใช้กิจกรรมในขั้นนี้ประเมินผลการเรียนรู้ได้

และเมื่อพิจารณาจะพบว่าขั้นนี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักการนำไปใช้ในชีวิตจริง ไม่ใช่แค่การเรียนรู้เท่านั้น

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ผู้วิจัยพบว่า การแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกไม่ว่าจะแบ่งเป็นกี่ขั้นตอนก็ตาม ก็จะต้องสอดคล้องในแนวทางการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้น ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดในการแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกของ บัญญัติ ชำนาญกิจ, มนัส บุญประกอบ และเกษม ศรีเคิมมา มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสนใจและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ เป็นการเตรียมความพร้อมนักเรียนโดยการสร้างแรงจูงใจในการเรียนด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจ ทำทายความรู้ความสามารถและกระตุ้นความคิดเพื่อให้นักเรียนสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียน หลังจากนั้นครูผู้สอนเป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้รับข้อมูลความรู้ แนวคิด ทฤษฎี หลักการหรือข้อสรุปต่าง ๆ เพื่อเป็นต้นทุนในการสร้างองค์ความรู้ใหม่

2. ขั้นสร้างประสบการณ์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างมวลประสบการณ์ ข้อมูล หรือความคิดเห็น และลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองอย่างอิสระในการค้นหาคำตอบ เพื่อเป็นการฝึกทักษะกระบวนการคิดและเป็นการเปิดโอกาสให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครูผู้สอน เป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียนที่ผ่อนคลาย และทำให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็นอย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งครูผู้สอนจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือสำหรับนักเรียนที่ต้องการตรวจสอบความคิด

3. ขั้นสรุปและสะท้อนความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดที่ได้จากการศึกษา โดยนำเสนอผลที่ได้จากการลงมือทำในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีเพื่อนและครูผู้สอนร่วมตรวจสอบทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิด และซักถามข้อสงสัย จากนั้นครูจะเป็นผู้สรุปความคิดรวบยอดในเรื่องดังกล่าวอีกหนึ่งรอบเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงตามหลักการทางคณิตศาสตร์

4. ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรมส่งเสริมการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อขยายความรู้ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

แนวทางการจัดกิจกรรมเรียนรู้เชิงรุก

การจัดกิจกรรมเรียนรู้เชิงรุก อาจเกิดขึ้นได้ทั้งการเรียนรายบุคคล เป็นคู่ เป็นกลุ่มหรืออาจทั้งห้องเรียนก็ได้ ครูผู้สอนจึงไม่จำเป็นต้องไปจัดกิจกรรมตามกระแสนิยมที่ให้เรียนเป็นกลุ่มเพียงอย่างเดียว (ชัยณรงค์ ชันผณี , 2549 , หน้า 7)

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับผู้เรียนเป็นรายบุคคล

แบบที่ 1 การฝึกหัดเป็นรายบุคคลทั้งการเรียน การตอบโต้ และการคิด การให้ทำกิจกรรมเหล่านี้ เป้าหมายเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ โดยให้ข้อมูลป้อนกลับในทันทีแก่นักเรียน ทำให้นักเรียนมีโอกาสดำรงตรวจสอบตนเองทั้งความรู้ เจตคติและคุณค่าของการเรียนรู้

รูปแบบกิจกรรม ได้แก่

1. การหยุดเพื่อทำความเข้าใจ วิธีนี้จะใช้เมื่อบรรยายไปแล้วประมาณ 10 – 15 นาที ให้ผู้สอนหยุดพักแล้วให้นักเรียนทำความเข้าใจกับเรื่องที่เรียนมา ในขณะเดียวกันครูเดินไปรอบ ๆ ห้องเพื่อให้นักเรียนซักถามเป็นรายบุคคล รวมทั้งตรวจสอบการบันทึกของนักเรียนด้วย วิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนที่ไม่มีโอกาสถามขณะบรรยาย ได้ซักถามปัญหาและทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่เป็นช่วงสั้น ๆ ความเข้าใจที่เกิดขึ้นจะช่วยส่งผลให้การเรียนรู้เรื่องต่อไปทำได้ง่ายขึ้น
2. การเขียนสรุปเมื่อเรียนจบ เมื่อเรียนจบแล้วให้ใช้วิธีการสรุปโดยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้ พร้อมกับส่งให้ครูตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจมากน้อยเพียงใด ครูจะต้องตรวจสอบก่อนเข้าสอนในชั่วโมงต่อไป เพื่อจะได้เข้าใจถึงพื้นฐานความรู้ที่ผ่านมาและนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่ผ่านมา และนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่จะให้ใหม่ในชั่วโมงต่อไป ด้วยวิธีการนี้จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง
3. ให้นักเรียนเขียนเรื่องที่เข้าใจดีที่สุดและน้อยที่สุด ก่อนจบแต่ละชั่วโมง ให้เวลานักเรียนประมาณ 5 นาที เพื่อเขียนข้อความสั้น ๆ สรุปเรื่องที่เข้าใจได้มากที่สุดหรือดีที่สุด และ เรื่องที่เข้าใจน้อยที่สุด ผลจากการเขียนจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสดำรงทำความเข้าใจและทบทวนในเรื่องที่เรียนในทันทีทันใด
4. การตอบสนองต่อการสาธิตของครู เมื่อครูนำเสนอกิจกรรมหรือการสาธิตใดๆ จบแล้วในทันที ให้นักเรียนเขียนข้อความสั้น ๆ เพื่อแสดงความคิดเห็นต่อการสาธิตของครู เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ครูว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากกว่าเป็นกิจกรรมเพื่อความสนุกสนาน
5. การบันทึกประจำวัน (สัปดาห์) ครูตั้งประเด็นคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ กำลังเรียนอยู่หรือน่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนไปอ่านค้นคว้าและเขียนในรูปของการบันทึกประจำวัน

ทั้งนี้ครูจะต้องเก็บบันทึกและตรวจเป็นระยะ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัว และในเวลาเดียวกัน ก็เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่นักเรียนด้วย

6. การตั้งคำถามสั้น ๆ เมื่อเริ่มต้นเรียนให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันตั้งคำถามและเขียนบนกระดาน แล้วให้เวลานักเรียน 1 – 2 นาที เพื่อตอบหรืออภิปรายเช่นนี้ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าเรื่องที่จะเรียนหรือเรื่องที่สนใจคืออะไร

แบบที่ 2 กิจกรรมที่เกี่ยวกับคำถามและคำตอบ เป็นกิจกรรมที่มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจให้แก่ผู้เรียนในเรื่องที่จะเรียนรู้ ส่งเสริมให้เกิดการคิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สร้างและสรุปความรู้ด้วยตนเอง และให้ข้อมูลป้อนกลับในทันทีทันใดต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

รูปแบบกิจกรรม ได้แก่

1. ให้อาจารย์ถาม เมื่อถามคำถามต้องใช้เวลาคิดอย่างเพียงพอก่อนให้แสดงคำตอบ โดยคำนึงถึงตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้คิดและตอบคำถาม ไม่ใช่เฉพาะผู้เรียนเก่งหรือที่กล้าแสดงออก เมื่อถามแล้วรอจนผู้เรียนคิดได้จึงให้ยกมือ
2. ให้นักเรียนในห้องเรียนตอบคำถามเอง เมื่อถามและผู้เรียนตอบคำถามโดยครูไม่ต้องทวนคำถามอีก แต่ให้นักเรียนทำความเข้าใจเอง หรือซักถามผู้ตอบจนเข้าใจชัดเจน เพราะถ้าครูทวนคำตอบอยู่เสมอจะทำให้ผู้เรียนไม่สนใจคำตอบจากเพื่อน แต่รอการสรุปจากครู หรือถ้าผู้เรียนตอบไม่ชัดเจนและไม่มีผู้ใดซักถาม ครูอาจตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกันเพื่อเพิ่มความชัดเจนอีกก็ได้
3. ส่งเสริมให้ฟังอย่างตั้งใจ เมื่อผู้เรียนคนหนึ่งตอบคำถามแล้ว ให้เลือกผู้เรียนอีกคนหนึ่งสรุปความรู้ที่ได้จากการตอบคำถามของเพื่อนโดยใช้คำตอบของตนเอง
4. การเลือกกลุ่มปัญหาหรือเรื่องที่ต้องการทำความเข้าใจ ให้ผู้เรียนเขียนปัญหาหรือเรื่องที่ต้องการทำความเข้าใจมากที่สุดลงในกระดาษ แล้วรวบรวมไว้ในที่เดียวกัน จากนั้นจึงสุ่มจับขึ้นมา เพื่อทำความเข้าใจหรืออภิปราย

5. การทดสอบแบบสั้น ๆ ให้ผู้เรียนแต่ละคนเขียนข้อสอบของตนเอง เพื่อรวบรวมไว้ทำเป็นแบบทดสอบต่อไป

แบบที่ 3 การให้ข้อมูลป้อนกลับในทันทีทันใด วิธีนี้จะช่วยทำให้เกิดข้อมูลป้อนกลับในทันทีแก่ครูเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อเพิ่มพูนความรู้ในเรื่องที่กำลังเรียนและส่งเสริมให้เกิดการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

รูปแบบกิจกรรม ได้แก่

1. การให้สัญญาณมือ เมื่อมีคำถามหรือปัญหาแล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้สัญญาณมือที่ได้ตกลงกันไว้ โดยไม่ต้องส่งเสียง เช่น ข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก อาจกำหนดให้แต่ละนิ้วแทน

ข้อของตัวเลือก และวางมือไว้บนอกของตัวเอง วิธีนี้จะมีเฉพาะครูที่เห็นคำตอบอย่างชัดเจน โดยแต่ละคนจะไม่เห็นคำตอบของคนอื่น ซึ่งจะช่วยให้ครูได้ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ในทันที

2. **ป้ายกระดาษ** ให้คำถามหรือปัญหาแก่ผู้เรียน โดยการเขียนป้ายแล้วให้ผู้เรียนตอบ โดยใช้สัญลักษณ์มือ

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ที่ก่อให้เกิดการกระตุ้นการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ที่ก่อให้เกิดการกระตุ้นการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ เมื่อปฏิบัติแล้ว นอกจากจะส่งผลให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์วิจารณ์แล้ว ยังเป็นการกระตุ้นให้เด็กสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นการเพิ่มความสามารถในการแสดงออกด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากบทเรียน

รูปแบบกิจกรรม ได้แก่

1. **การคาดการณ์ล่วงหน้าถึงเรื่องที่จะเรียน** เพื่อให้ผู้เรียนสนใจเรื่องที่จะเรียน ก่อนเริ่มต้นกิจกรรม ครูสอบถามและให้ผู้เรียนเขียนเรื่องที่จะเรียนตามความรู้ ประสบการณ์เดิม ที่มี และประเมินตนเองว่าเมื่อเรียนจบแล้วจะได้รับความรู้มากน้อยเพียงใด

2. **ให้ปัญหาหรือข้อโต้แย้ง** ให้ผู้เรียนรับปัญหาหรือข้อโต้แย้งเกี่ยวกับแนวคิดของ ประเด็นที่กำลังศึกษา เพื่อให้เด็กประสบกับข้อขัดข้องก่อนได้คำตอบ การบังคับให้ผู้เรียน แสดงออกโดยยังไม่มีคำตอบที่ครูเป็นผู้บอกจะเป็นการเพิ่มความเป็นไปได้ของผู้เรียนในการ ประเมินทฤษฎีอย่างมีวิจารณญาณเมื่อพบปัญหาเหล่านั้นในภายหลัง

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับผู้เรียนที่ทำเป็นคู่

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับผู้เรียนที่ทำเป็นคู่ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะ การคิดระดับสูง กระตุ้นให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สำรวจ ตรวจสอบเจตคติและคุณค่าที่เกิดขึ้นกับตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนรับฟังและพิจารณาแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกัน

รูปแบบกิจกรรม ได้แก่

1. **การอภิปราย** ให้ผู้เรียนอภิปรายหรือแลกเปลี่ยนการบันทึกกับเพื่อนที่นั่งติดกัน และอาจกำหนดบทบาทหน้าที่ของเพื่อนแต่ละคนในการทำกิจกรรมคู่ เช่น เป็นผู้ถามหรือผู้ตอบ หรือทั้งสองคนอภิปรายร่วมกัน

2. **การเปรียบเทียบสมุดบันทึกหรือการใช้สมุดบันทึกร่วมกัน** ผู้เรียนบางคนมีทักษะด้าน การจดบันทึกอยู่ในระดับต่ำ วิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มพูนทักษะการจดบันทึก คือ ให้ใช้วิธี เลียนแบบการจดบันทึกของผู้ที่มีทักษะหรือเปรียบเทียบกัน ผู้สอนใช้วิธีหยุดการสอนชั่วคราว

เพื่อการตรวจสอบหัวข้อหรือสาระสำคัญ โดยให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนกันอ่านบันทึก พร้อมกับเพิ่มเติมส่วนที่ตนเองบันทึกไม่ครบ

3. ประเมินผลงานของผู้อื่น ให้ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายของตนจนเสร็จ เมื่อถึงกำหนดส่งงานให้ผู้เรียนส่งงานเป็น 2 ชุด โดยชุดหนึ่งส่งครูผู้สอน ส่วนอีกชุดหนึ่งมอบให้เพื่อน จากนั้นครูกำหนดแนวทางในการประเมินและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินงานของเพื่อนที่ได้รับมา

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับผู้เรียนที่ทำเป็นกลุ่ม

การทำกิจกรรมทดลองหรือทำปฏิบัติการร่วมกันเป็นกลุ่ม กิจกรรมนี้เกี่ยวข้องกับนักเรียน 3 – 5 คน ที่ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม โดยการทำกิจกรรมกลุ่มจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ และทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นการเพิ่มพูนทักษะการคิดระดับสูงให้แก่ผู้เรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

รูปแบบกิจกรรม ได้แก่

1. การทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม 3 – 5 คน ตั้งคำถามหรือปัญหาหลายๆ ประเด็น เพื่อให้ร่วมกันทำในแต่ละกลุ่มและให้หมุนเวียนคำถามกันไปทั่วทั้งห้องเพื่อหาคำตอบหรือคำถามใหม่ๆ ต่อจากนั้นให้ผู้เรียนแสดงผลที่ได้กับทั้งห้องเรียน และให้ผู้เรียนทั้งห้องได้อภิปรายถึงแนวทางที่เป็นไปได้ของคำตอบที่เสนอ
2. งานกลุ่มบนกระดานดำ ให้ผู้เรียนทั้งกลุ่มแสดงวิธีแก้ปัญหาที่คล้ายๆ กันบนกระดานดำ
3. ให้นักเรียนในห้องทำเป็นกลุ่มๆ แก้ปัญหาร่วมกัน เพื่อทบทวนความรู้ที่เรียนมา (แทนการตอบคำถามทั่วไป) เมื่อแก้ปัญหาภายในกลุ่มแล้ว จึงให้ทั้งกลุ่มมาแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน และให้เพื่อนในกลุ่มร่วมกันอภิปราย
4. การทำแผนผังแนวคิด เป็นวิธีการหนึ่งที่แสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดที่จะเรียนรู้ในห้องเรียน ผู้เรียนจะได้เรียนรู้วิธีการเชื่อมโยงแนวคิดที่สำคัญเข้าด้วยกัน โดยทั่วไปการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดจะมีความซับซ้อนและเป็นได้หลายแนวทาง
5. Jigsaw Group ให้แต่ละกลุ่มศึกษาเรื่องหนึ่งเรื่องใดจนเข้าใจ แล้วแยกไปตั้งกลุ่มใหม่ที่มีสมาชิกมาจากกลุ่มที่ไม่ซ้ำกัน ต่อจากนั้นจึงให้สมาชิกแต่ละคนเผยแพร่ความรู้ที่มีแก่สมาชิกของกลุ่มที่รวมกันใหม่จนครบทุกคน
6. การแสดงสถานการณ์สมมติ ให้ผู้เรียนแต่ละคนแสดงสถานการณ์สมมติที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน ผลจากการแสดงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

7. การระดมความคิดด้วยการเขียน ให้สมาชิกของกลุ่มระดมความคิดและเขียนแนวคิดเรื่อง ประเด็น หรือหัวข้อที่ได้เรียนมาลงบนกระดาษ โดยเขียนทีละคนและไม่ให้ซ้ำกัน ผู้ที่ได้จะแสดงถึงความรู้และความเข้าใจเรื่องนั้น ๆ

8. การเล่นเกม เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนเรื่องที่เข้าใจยากและมีหลายแนวคิดอยู่ด้วยกัน

9. การอภิปรายแบบมีผู้นำเสนอ เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ในเรื่องที่ได้รับมอบหมายต่อเพื่อนร่วมห้อง

10. การได้วาที เป็นวิธีการที่ดีอีกวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงออก ได้คิด และนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้ว การได้วาทีจะมีทั้งฝ่ายเสนอที่ทำหน้าที่สนับสนุนและฝ่ายโต้แย้ง (ชัยณรงค์ ชันผณี, 2549, หน้า 7 – 13)

จากการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมเรียนรู้เชิงรุก สามารถจัดกิจกรรมได้หลายแบบทั้งรายบุคคล ทำกิจกรรมเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่ม ซึ่งแต่ละแบบก็จะมีแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกันไป แต่สิ่งที่คล้ายคลึงกันคือทุกกิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และทักษะการคิดระดับสูง ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ วิจัย สังเคราะห์และเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งผู้วิจัยใช้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับกลุ่มทดลอง

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิลสัน (Wilson , 1971 , p. 648) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ว่าหมายถึง พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ซึ่งเป็นความสามารถด้านสติปัญญา ความรู้และความคิด รวมไปถึงพฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective Domain) อันได้แก่ ทักษะ ทักษะ การรู้สึกรับรู้ และความสนใจ

กู๊ด (Good , 1973 , p. 7) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษา โดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้ หรือจากการทำแบบทดสอบ หรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้ และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ

พิมพ์พันธุ์ เตชะคุปต์ (2548) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

จากความหมายข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถด้านสติปัญญา ความรู้ ความคิด และทักษะที่พัฒนาขึ้นจากประสบการณ์การเรียนรู้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1982, p. 45) ถือว่าสิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณอยู่จริงสิ่งนั้นสามารถวัดผลได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ซึ่งผลการวัดจะเป็นประโยชน์ในลักษณะทราบและประเมินระดับความรู้ ทักษะและเจตคติของนักเรียน ซึ่งวิลสัน (Wilson, 1971, pp. 648 – 685) ได้แบ่งพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ที่พัฒนามาจากแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่ระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว ถ้าถามที่วัดความสามารถระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานาน

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ที่ง่ายคล้ายคลึงกับตัวอย่าง ซึ่งนักเรียนต้องไม่พบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนมากขึ้น แบ่งได้เป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concept) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น สามารถทำได้โดยใช้คำพูดของตนเองหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้โดยเขียนในรูปใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นเพียงการวัดความจำเท่านั้น

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules, and Generalizations) เป็นความสามารถในการเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Element From One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจจัดแปลมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหาได้โดยไม่มียาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสมอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสมอยู่ หรือต้องการแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphism, and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคย จากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็น หรือไม่เคยทำในแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสมมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา แทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้ว มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยนิยามทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในการใช้นี้เป็นการใช้เหตุผลควบคู่กับความสามารถในการพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในการใช้นี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดที่ผิดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยามหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to Formulate and Validate Generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือ การถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงกระบวนการใช้นั้น

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยใช้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวิลสัน ได้พัฒนามาจากแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยได้จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) คือ ความสามารถในการระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ หรือจำศัพท์ นิยาม และกระบวนการต่าง ๆ ได้ แล้วคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มา

2. ความเข้าใจ (Comprehension) คือ ความสามารถในการนำเอา หลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหา และความสามารถในการอ่าน แปล และตีความโจทย์ปัญหาหรือข้อความทางคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (Application) คือ ความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสองชุด และแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเพื่อสรุปการตัดสินใจ หรือเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยง่าย

4. การวิเคราะห์ (Analysis) คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 147) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ที่นักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบ กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 72) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้และทักษะของนักเรียนในเรื่องที่ได้เรียนไปแล้ว โดยมีการสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ

แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ที่นิยมใช้มี 6 แบบ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, หน้า 73 – 83) ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subject or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี

ข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง

- 1) สามารถวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้านโดยเฉพาะพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์
- 2) ผู้ตอบมีโอกาสแสดงความคิดเห็นหรือเจตคติของตน
- 3) โอกาสในการเดาคำตอบโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นแล้วได้คะแนนมีน้อยมาก
- 4) วัดความสามารถในการเขียนและส่งเสริมการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง

- 1) ออกคำถามวัดได้น้อยข้อ เนื่องจากแต่ละข้อจะต้องใช้เวลาในการตอบนาน จึงวัดได้ไม่ครอบคลุมหลักสูตรหรือเนื้อหาสาระที่สำคัญ
- 2) การตรวจให้คะแนนมักมีความคลาดเคลื่อนมาก ควบคุมให้เกิดความยุติธรรมได้ยาก

- 3) ไม่เหมาะที่จะใช้สอบนักเรียนจำนวนมาก เพราะใช้เวลาในการตรวจมาก
- 4) ลายมือของผู้ตอบและประสิทธิภาพการเขียนบรรยายอาจจะมีผลต่อคะแนน

2. ข้อสอบแบบถูก – ผิด (True – false Test) คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม

ข้อดีของข้อสอบแบบถูก – ผิด

- 1) สร้างได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว
- 2) ถามได้จำนวนมากข้อและครอบคลุมเนื้อหา
- 3) ใช้เวลาในการสอบน้อย
- 4) ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและยุติธรรม ไม่ว่าใครตรวจก็ตาม

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบถูก – ผิด

- 1) ในบางวิชาเป็นการยากที่จะสร้างข้อความเป็นจริงหรือเป็นเท็จโดยสมบูรณ์ ซึ่งถ้าไม่ถามก็จะขาดเนื้อหาตอนนั้น
- 2) มักวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำมากกว่าด้านอื่น
- 3) ไม่สามารถชี้จุดอ่อนของการเรียนได้อย่างแท้จริง จึงใช้ในการวินิจฉัยไม่ได้
- 4) โอกาสที่ตอบโดยการเดาแล้วถูกได้คะแนนมากกว่าข้อสอบชนิดอื่น ๆ จึงไม่เหมาะที่จะไปใช้วัดโดยทั่วไป

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำ ประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นให้มีความสมบูรณ์และถูกต้อง

ข้อดีของข้อสอบแบบเติมคำ

- 1) สร้างได้ง่ายสะดวกรวดเร็ว
- 2) สามารถสร้างคำถามเรื่องหนึ่งวัดได้หลายข้อ
- 3) โอกาสเดาโดยไม่มีความรู้แล้วได้คะแนนน้อยมาก

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเติมคำ

- 1) มักจะวัดความรู้ความจำเพียงอย่างเดียว ไม่ได้วัดสมรรถภาพของสมองที่ลึกกว่านี้
- 2) ถ้าส่วนที่ต้องเติมมีหลายเรื่อง หรือหลายประโยคจะไม่เหมาะในการสร้างข้อสอบแบบเติมคำ เพราะการเว้นที่อาจแนะนำคำตอบให้นักเรียนได้
- 3) ถ้าเขียนข้อความหรือประโยคนำไม่ดี ผู้ตอบจะตอบไปคนละทิศคนละทาง เพราะเข้าใจไม่ตรงกัน

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือ ความเรียง

ข้อดีของข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ

- 1) ได้คำตอบได้ยากเพราะต้องเขียนตอบ
- 2) เหมาะที่จะวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ หรือให้จำข้อความทุกประโยคทุกคำพูด หรือความรู้เกี่ยวกับกฎ นิยาม ทฤษฎี หลักการ
- 3) สามารถวัดข้อเท็จจริงในเนื้อหาวิชาที่เสนอในรูปแบบแผนที่ รูปภาพ รูปจำลองต่าง ๆ

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ

- 1) มีปัญหาในการตรวจให้คะแนน เพราะคำตอบที่ผู้เรียนเขียนตอบนั้น อาจผิดพลาดเล็กน้อยด้านภาษา ทำให้ไม่ได้คะแนนเป็นบางส่วนทั้ง ๆ ที่นักเรียนมีความรู้ในเรื่องนั้น
- 2) การเขียนคำตอบให้จำเพาะเจาะจงและมีคำตอบเพียงคำตอบเดียวจริง ๆ ทำได้ยาก และต้องใช้เวลาในการสร้างมาก
- 3) มักจะถามได้เฉพาะพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ ผู้ตอบไม่สามารถแสดงความคิดได้เต็มที่

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำตอบหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่ง ตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

ข้อดีของข้อสอบแบบจับคู่

- 1) สร้างได้ง่ายสะดวกรวดเร็ว
- 2) เหมาะที่จะนำไปวัดความจำหรือความจริงตามท้องเรื่อง
- 3) ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและยุติธรรม ใครตรวจก็ได้คะแนนตรงกัน

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบจับคู่

- 1) ข้อสอบมักไม่เป็นเอกพันธ์
- 2) ไม่สามารถวัดพฤติกรรมประเภทความคิดสร้างสรรค์
- 3) เปิดโอกาสให้ได้คะแนนโดยการเดาค่อนข้างสูง
- 4) ไม่เหมาะที่จะนำข้อสอบชนิดนี้ไปสร้างข้อสอบจำนวนมาก ๆ ข้อหรือนำไปวัดให้ครอบคลุมทุกเนื้อหา

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) เป็นข้อสอบที่จะมีคำถามให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ

และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมาน้อยแตกต่างกัน

ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1) มีความเที่ยงตรงสูง เพราะสามารถเขียนคำถามวัดได้ครอบคลุมทุกเนื้อหาและทุกพฤติกรรมของด้านพุทธิพิสัย

2) ตรวจให้คะแนนได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว และยุติธรรม

3) สามารถนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นจนเป็นมาตรฐานได้

4) ตัดปัญหาเรื่องการอ่านเนื่องจากลายมือผู้ตอบอ่านยาก

5) สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องหรือความไม่เข้าใจในเนื้อหาได้อย่างเป็นระบบ

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1) สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง

2) ใช้เวลาในการสร้างมาก โดยเฉพาะการเขียนตัวลงให้มีคุณภาพ

3) ไม่เหมาะที่จะวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแบบทดสอบที่ใช้ขึ้นต้องคำนึงถึงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียน ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดด้านพุทธิพิสัยของวิลสันมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ โดยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ เพื่อให้สามารถวัดได้ครอบคลุมทุกเนื้อหา และสามารถตรวจให้คะแนนได้ง่าย และสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อใช้วัดทักษะการแก้ปัญหานักเรียน โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดและแสดงแนวคิดจากความรู้ที่ได้เรียนมาตามแนวความคิดของตนและสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ของวิลสัน

5. ความสามารถและกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคือความสามารถและเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนทางสมอง ซึ่งนำไปสู่จินตนาการ การคิดเป็นนามธรรม และการเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ ที่สำคัญ ซึ่งเป็นรูปแบบของการเรียนรู้ที่หนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกัน ตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นมาผสมผสานกัน การแก้ปัญหาก็เหมาะที่จะใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการคิด

วิเคราะห์ และเป็นเครื่องมือช่วยให้ประยุกตส์ศักยภาพเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้ (Polya, 1957, pp. 4 – 5 ; Adams, 1977, p. 173 ; Gagne, 1970, p. 63 ; Bell, 1978, p. 311) ซึ่งกาเย่ (Gagne, 1985, pp. 186 – 187) ได้กล่าวถึงสาระสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ 4 ประเด็น ได้แก่

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอดและ/หรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งทักษะทางปัญญาเป็นความรู้ที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาก่อน

2. ลักษณะของปัญหา (Problem Schemata) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการ กับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ คำศัพท์และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ

3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning Strategies) หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาและลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบ เป็นกลวิธีการคิด (Cognitive Strategies) อย่างหนึ่ง

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating Answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ เพื่อดูตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุผลของการแก้ปัญหาตลอดกระบวนการ โพลยา (Polya, 1957, p. 225) ได้กล่าวถึง สิ่งที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 1) ความสามารถในการอ่านเพื่อทำความเข้าใจปัญหา เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาข้อนั้นแล้วจะต้องสามารถจับใจความได้ว่า โจทย์ปัญหาข้อนั้นต้องการให้หาคำตอบเกี่ยวกับอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง ข้อมูลที่กำหนดให้มีเงื่อนไขหรือข้อกำหนดอย่างไรบ้าง
- 2) ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดไว้ และประยุกตส์ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของตน เพื่อทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
- 3) ความสามารถในการแปลงสิ่งที่กำหนดไว้ในโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์
- 4) ความสามารถในการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา
- 5) ความสามารถในการคิดคำนวณ เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องของโจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวนและตัวเลข ตลอดจนมีทักษะในการคิดคำนวณต่าง ๆ อย่างคล่องแคล่ว
- 6) ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบเพื่อให้มั่นใจว่า คำตอบที่คำนวณได้นั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ของโจทย์ปัญหาข้อนั้น

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงหมายถึง การดำเนินการอย่างเป็นระบบ มีแบบแผน มีลำดับขั้นตอนในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (สสวท. , 2551 , หน้า 7) ซึ่งนักการศึกษาได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงเส้นตรง ได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโยดิสและโฮสติคกา กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของทอลตัน กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกีก และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกรูนิคและรูคินิก โดยกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาเป็นกระบวนการที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา (Polya, 1957 , pp. 5 – 19) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ทำความเข้าใจปัญหา ต้องระบุได้ว่า อะไรคือสิ่งที่ต้องการหา อะไรคือข้อมูลและอะไรคือเงื่อนไขที่กำหนดให้ เงื่อนไขเหล่านั้นเพียงพอหรือไม่ที่จะนำมาพิจารณาหาคำตอบที่ต้องการ ในขั้นตอนนี้อาจใช้การวาดรูป ตั้งข้อสังเกต แยกแยะส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไขเหล่านั้นออกมา

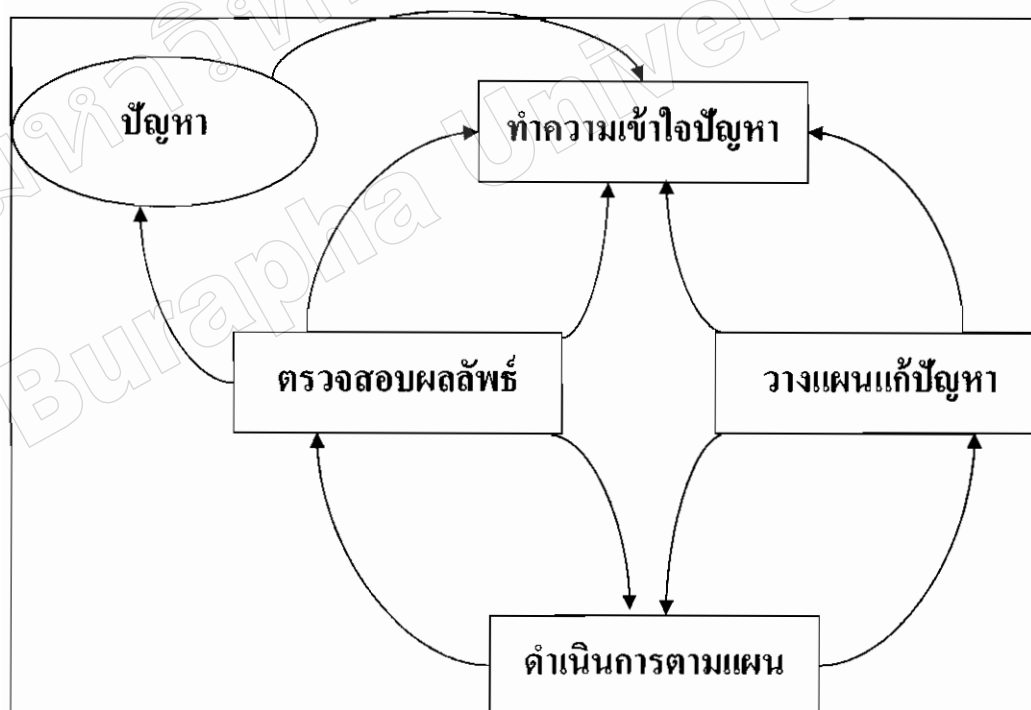
2) วางแผนแก้ปัญหา เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการหา ซึ่งอาจพิจารณาจากปัญหาที่มีลักษณะคล้าย ๆ กัน ถ้ายังหาความสัมพันธ์ไม่พบก็จะใช้วิธีวางแผนเพื่อแก้ปัญหาโดยการเชื่อมโยงกับปัญหาที่เคยพบมาก่อน หรือเคยเห็นปัญหาที่เหมือนกับปัญหานี้ แต่มีข้อแตกต่างกันเล็กน้อย มีทฤษฎีอะไรที่อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้บ้าง มองดูสิ่งที่ต้องการหาและพยายามนึกถึงปัญหาที่เคยแก้มาก่อนว่าสามารถนำมาใช้ได้หรือไม่ สามารถแก้ปัญหาได้บางส่วนหรือไม่ อะไรที่เป็นประโยชน์จากสิ่งที่กำหนดให้บ้าง ข้อมูลและเงื่อนไขที่นำมาได้ใช้หมดหรือไม่ สามารถเปลี่ยนเป็นสิ่งที่ต้องการหาหรือข้อมูลได้หรือไม่ เพื่อว่าสิ่งที่ต้องการหาใหม่หรือข้อมูลใหม่จะได้สัมพันธ์กันมากขึ้น

3) ดำเนินการตามแผน ทำตามแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ เพื่อที่จะหาคำตอบของปัญหา ในขั้นตอนนี้ต้องทำการตรวจสอบในแต่ละขั้น และดูว่าในแต่ละขั้นนั้นถูกต้องอย่างเห็นได้ชัดหรือไม่ สามารถทดสอบได้หรือไม่ว่าถูกต้อง

4) ตรวจสอบผล เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจใช้วิธีการอื่นในการตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ และสามารถใช้ผลที่ได้หรือวิธีการนั้นกับปัญหาอื่น ๆ ได้หรือไม่

สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโยติสและโฮสติกกา (Yotis and Hosticka), กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของทอลตัน (Tolton), กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกีก (Gick) และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครุณิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick) เมื่อพิจารณารายละเอียดแล้วก็จะสรุปได้ 4 ขั้นตอนเหมือนโพลยา ถึงแม้ว่าจะใช้ชื่อขั้นตอนในการแก้ปัญหาต่างกัน ยกเว้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครุณิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick) ในขั้นตอนการอ่านปัญหา นักเรียนต้องเชื่อมโยงสถานการณ์ของปัญหาใหม่กับปัญหาเดิมที่คล้ายคลึงกัน (Yotis & Hosticka, 1980, p. 561; Tolton, 1988, p. 40; Gick, 1988, p. 101; Krulik & Rudnick, 1995, pp. 5 – 7)

2. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพลวัต (Dynamic) ได้แก่กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson, Fernandez, & Hadaway, 1993, pp. 61 – 62) ซึ่งเป็นแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพลวัตที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของทางคณิตศาสตร์ของโพลยา แต่มีความเป็นพลวัตในแต่ละขั้นตอน ดังภาพ



ภาพที่ 2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson, Fernandez, & Hadaway, 1993, p.62)

จากภาพกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เริ่มต้นจากทำความเข้าใจปัญหาก่อนแล้ว จึงวางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้ เมื่อได้คำตอบแล้วจึงตรวจสอบผลลัพธ์ว่าสอดคล้องกับปัญหานั้นหรือไม่ โดยในแต่ละขั้นตอนสามารถพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าเมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัยได้

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยจึงเลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน เฟอ์นันเดซ และฮาดาเวย์ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอน การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยส่วนใหญ่นิยมใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาเชิงเส้นตรง เมื่อเกิดข้อผิดพลาดผู้เรียนต้องเริ่มต้นกระบวนการแก้ปัญหาใหม่ แต่กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของวิลสัน เฟอ์นันเดซ และฮาดาเวย์ ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปตรวจสอบข้อผิดพลาดในขั้นก่อนหน้าได้ เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย โดยไม่จำเป็นต้องไปเริ่มต้นการแก้ปัญหาใหม่ เช่นเดียวกับขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยา

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัยดังนี้ สุนันท์ นิมวัย (2543) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 48 คน รวม 96 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากรนักเรียนทั้งหมด 6 ห้องเรียน แล้วจับสลากอีกครั้งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 23 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control – group Pretest – posttest Design สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ t – test Independent ในรูปแบบของ Difference – Score ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547) ได้ทำการศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่องร่างกายมนุษย์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางพลีราษฎร์บำรุง จังหวัดสมุทรปราการ และโรงเรียนวชิรธรรมสาริต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 51 คนและ 50 คนตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)

ชัยณรงค์ ชันผณี (2549) ได้ทำการศึกษากระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning จากการใช้ชุดการเรียนรู้และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ วิชาการคิดและการตัดสินใจของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งสามหน่วยการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหญิงเปรียบเทียบกับนักศึกษาชายพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสามหน่วยการเรียนรู้ของนักศึกษาชายและหญิงไม่แตกต่างกันมากนัก โดยพบว่าทั้งค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าใกล้เคียงกัน

พรณิภา กิจเอก (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดปทุมธานี พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นมีเจตคติต่อวิชาเคมีดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ธนสิทธิ์ คณา (2551) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ลงเรียนในรายวิชาบัณฑิตอุดมคติไทย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 – 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาบัณฑิตอุดมคติไทยของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วาทัญญู วุฒิวรรณ (2553) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน

44 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการใช้ค่าสถิติทดสอบ T-test ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศราวุฒิ ชันคำหมื่น (2553) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกวิชาฟิสิกส์ เรื่องสภาพสมดุล สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ จำนวน 74 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกมีค่า normalized gain เฉลี่ยทั้งชั้นเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (0.39) ส่วนกลุ่มที่เรียนแบบเดิมมีค่า normalized gain เฉลี่ยทั้งชั้นอยู่ในระดับต่ำ (0.25) นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้เชิงรุกมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้เชิงรุกช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบเดิม

ยุวดี ใจเคี้ยว (2553) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความเข้าใจและความคงทนของความรู้เรื่องความดันและพลศาสตร์ของไหลโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้และพัฒนาเจตคติในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 43 คน โรงเรียนพังโคนพิทยาคม อำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นที่ระดับนัยสำคัญ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.69 อยู่ในระดับปานกลาง

อรุณี เมืองมา (2554) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการเรียนการสอนแบบลงมือปฏิบัติจริงในวิชางานธุรกิจสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนปากกวัน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนและมีความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับงานธุรกิจหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนตรี ศิริจันทร์ชื่น (2554) ได้ทำการศึกษาการสอนนักศึกษากลุ่มใหญ่ในรายวิชา Gsoc 2101 ชุมชนกับการพัฒนาโดยใช้การสอนแบบ Active Learning และการใช้บทเรียนแบบ e - Learning เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา การพัฒนาการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่ลงทะเบียนรายวิชา Gsoc 2101 ชุมชนกับการพัฒนา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ประมาณ 112 คน ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนในระบบการสอนแบบ Active Learning และการจัดการสอนแบบกลุ่มใหญ่โดยใช้บทเรียนแบบ e - Learning นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยสูงขึ้น ร้อยละ 23.50

Robinson (2006) ได้ศึกษาการใช้การเรียนการสอนแบบลงมือปฏิบัติจริงในห้องเรียนชีววิทยา เรื่องการแก้ปัญหาการสะท้อนกลับและใช้วิธีการสอนเหมือนกับการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนการสอน การอภิปรายกลุ่ม การเขียนแผนผัง และมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น ผลจากการทำกิจกรรมในห้องเรียนทำให้ประเมินได้อย่างเป็นระบบ นักเรียนได้รับการประเมินในทุกอาทิตย์จากการทำงาน และนับเป็นคะแนนสอบปลายภาค ผู้เรียนมีความเข้าใจ นำความรู้ไปประยุกต์ใช้และรู้จักวิเคราะห์ ผลจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน จากเดิมคะแนนเฉลี่ย 44% เพิ่มขึ้นเป็น 77%

Orhan and Ruhan (2007, pp. 71 – 81) ได้วิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้เชิงรุกโดยเน้นปัญหาเป็นหลักๆ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 ของโรงเรียนรัฐบาลในเมืองอิสตันบูล ประเทศตุรกี จำนวน 50 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัย แบบทดสอบแบบอัตนัยที่เป็นคำถามปลายเปิด และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ มีความกล้าแสดงความคิดเห็นเพิ่มมากขึ้น และมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนมาประยุกต์ใช้ได้ยิ่งขึ้น

Joos and Lynn (2007, pp. 1 – 126 อ้างถึงใน วทัญญู วุฒิวรรณ, 2553, หน้า 55) ได้ทำการศึกษาโดยใช้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกแทนการสอนแบบบรรยายในวิชาชีววิทยาระดับสูง ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยทั้งก่อนและหลังการทดลองจะต้องมีคำถาม และมีการออกแบบการทดลองที่ครอบคลุมหัวข้อที่จะเรียน ประเมินผลการศึกษาจากการเปรียบเทียบคะแนน

ก่อนเรียนและหลังเรียน รวมทั้งหาจุดเด่น ข้อจำกัดของการเรียนด้วยวิธีการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เชิงรุก ผลการศึกษาพบว่าหลังจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิชาวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งทำให้การเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

Sokolove and Blunck (2008, pp. 109 – 114 อ้างถึงใน วทัญญู วุฒิวรรณ, 2553, หน้า 55) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกโดยเปรียบเทียบกับวิธีสอนแบบ ดั้งเดิมในวิชาชีววิทยา วัตถุประสงค์ในการวิจัย เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใน ห้องเรียนที่ใหญ่มีความตื่นเต้น สนุกสนาน และสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้เกิดความ กระตือรือร้น และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการ สอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกกับวิธีสอนแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการ จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีคะแนนเฉลี่ยสะสมสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบ ดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทั้งนี้ นักเรียนเกิดแรงกระตุ้นให้เกิดความสนใจอยากรู้ และมีความ ตั้งใจเรียนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เชิงรุกช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และส่วนใหญ่นำไปใช้กับการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์และยังไม่พบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาคณิตศาสตร์ มีเพียงการ สอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ ซึ่งมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้คล้ายคลึงกันโดยมีผู้วิจัยหลายท่าน ในอดีตได้ทำการศึกษาและพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนลักษณะนี้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเพื่อต้องการ ทราบว่าการเรียนรู้เชิงรุกสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาได้ เพื่อเป็นการยกระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของผู้เรียนและประสิทธิภาพของครูผู้สอน