บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคTAI และแบบปกติ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
   - 1.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
   - 1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวความคิดของแมคคาร์ธี (McCarthy)
   - 1.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
   - 1.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
   - 1.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
2. การจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI แบบฝึกทักษะและการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม
   - 2.1 การจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI
     - 2.1.1 ความเป็นมาของเทคนิค TAI
     - 2.1.2 ความหมายของเทคนิค TAI
     - 2.1.3 หลักการของวิธีการเรียนรู้เทคนิค TAI
     - 2.1.4 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI
     - 2.1.5 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI
   - 2.2 แบบฝึกทักษะ
     - 2.2.1 หลักการสร้างแบบฝึกทักษะ
     - 2.2.2 ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดี
     - 2.2.3 หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องแบบฝึกทักษะ
     - 2.2.4 ประโยชน์ของแบบฝึกทักษะ
     - 2.2.5 หลักการนำแบบฝึกทักษะไปใช้ในการจัดการเรียนรู้
   - 2.3 การจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม
     - 2.3.1 ความหมายของกลุ่ม
     - 2.3.2 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบจัดกลุ่ม
     - 2.3.3 ทฤษฎีการทำงานเป็นกลุ่ม

3. การจัดการเรียนการรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI
   3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
   4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
   4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
   4.3 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
   5.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
   5.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
   5.3 กระบวนการของคิดสร้างสรรค์
   5.4 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์
   5.5 แนวความคิดในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
   5.6 บทบาทของครูในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
   5.7 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
   5.8 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
6. ตัวแปรร่วม
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   7.1 งานวิจัยในประเทศ
   7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

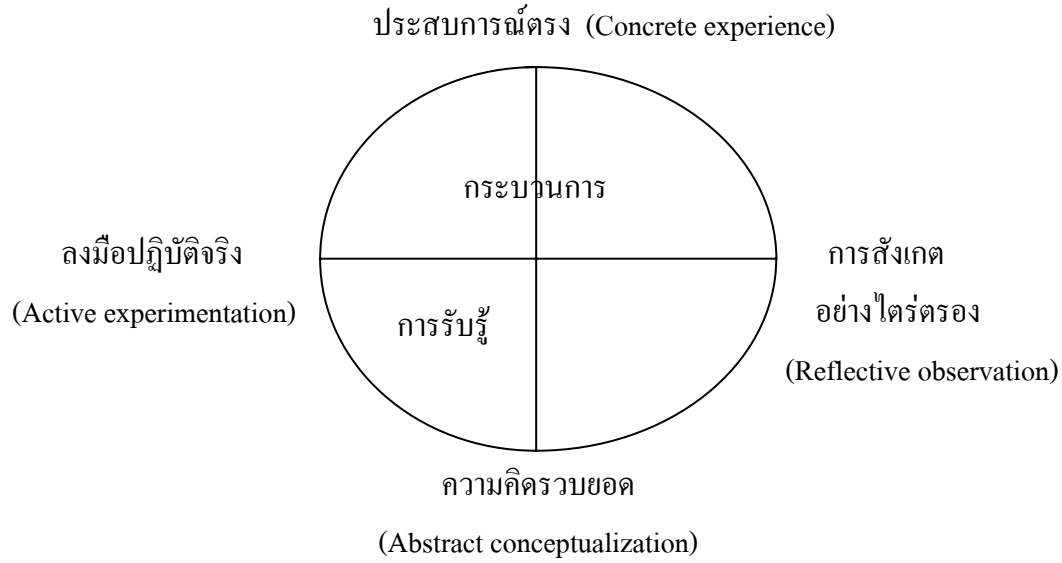
1.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญโดยมุ่งเน้นความถนัด ความแตกต่างระหว่างบุคคล การใช้สมองสองซีกอย่างสมดุลรวมทั้งการพัฒนานักเรียนให้เต็มศักยภาพเพื่อเป็นคนดี คนเก่งและมีความสุข (ศุภวรรณ์ เล็กวิไล. 2548 : 8)

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจากการค้นคว้าวิจัยของ เบอร์นีส แมคคาร์ธี (Bernice McCarthy) เป็นนักการศึกษาชาวอเมริกันที่มีประสบการณ์ในการสอนนักเรียน นักศึกษาหลายระดับชั้น รวมทั้งยังเป็นนักแนะแนวและนักการ

ฝึกหัดครูที่ได้ตระหนักตระหนักถึงความแตกต่างหลากหลายของสไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียน (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั่น. 2543 : 7-8) ซึ่งมีประวัติความเป็นมาดังนี้

ในปี ค.ศ. 1979 แมคคาร์ธี ทำการวิจัยเรื่องสไตล์การเรียนรู้และบทบาทของสมอง ซึ่งทำให้ได้มีโอกาสศึกษาข้อมูลแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดกับผู้เชี่ยวชาญเรื่องการเรียนรู้อย่างหลากหลาย ซึ่งแนวคิดที่มีอิทธิพลต่อแมคคาร์ธี อย่างมากคือ ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดของ เดวิด โคล์ป (David Kolb) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัย Ease Western Research University ซึ่งเสนอความคิดเรื่องรูปแบบการเรียนรู้ไว้เมื่อปี ค.ศ. 1970 โดยอธิบายว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ 2 มิติ คือ การรับรู้ (Perception) และการจัดกระบวนการ (Processing) โดยกระบวนการเรียนรู้เป็นผลมาจากวิธีการหรือช่องทางที่บุคคลรับรู้ แล้วจัดกระบวนการสิ่งที่ได้รับรู้นั้น วิธีการที่บุคคลรับรู้มี 2 ประเภท คือ หนึ่งผ่านประสบการณ์รูปธรรมหรือประสบการณ์ตรง (Concrete experience) และสองผ่านความคิดรวบยอด หรือมโนคติที่เป็นรูปธรรม (Abstract conceptualization) โคล์ป พบว่ากระบวนการเรียนรู้ของบุคคลบางคนเป็นกระบวนการที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ (Active experimentation) ในขณะที่บางคนเรียนรู้ผ่านกระบวนการสังเกตหรือการรับรู้ข้อมูลพร้อมๆ กับนำมาคิดไตร่ตรอง (Reflective observation) และจากจุดตัดหนทางการรับรู้สองแบบกับช่องทางของกระบวนการทำให้ โคล์ป มองเห็นความแตกต่างของการเรียนรู้ถึง 4 แบบตามพื้นที่ที่ถูกแบ่งด้วยเส้นตรงแห่งการเรียนรู้และเส้นตรงแทนกระบวนการของการรับรู้ (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั่น. 2543 : 8) ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 รูปแบบการเรียนรู้ของ David Kolb

ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั่น. 2543 : 8

โคล์ป แบ่งลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนเป็น 4 แบบ (อุษณีย์ โพธิ์สุข. 2542 : 62-65) ดังนี้

นักเรียนแบบที่ 1 (Active experimentation) จะเรียนรู้ได้ดีและเข้าใจได้อย่างแจ่มแจ้งก็ต่อเมื่อเขาได้ลงมือกระทำ มือไม้แขนขาได้สัมผัสและเรียนรู้ควบคู่ไปกับสมองทั้งสองด้านสั่งการเรียกว่า เป็นการเรียนรู้ทั้งเนื้อทั้งตัวที่ต้องผ่านประสาทสัมผัสอื่นๆ ประกอบกัน

นักเรียนแบบที่ 2 (Reflective observation) จะเรียนรู้โดยการผ่านจิตสำนึกจากการเฝ้ามองแล้วค่อยๆ ตอบสนอง

นักเรียนแบบที่ 3 (Abstract conceptualization) จะเรียนรู้โดยใช้สัญญาณหยั่งรู้มองเห็นสิ่งต่างๆเป็นรูปธรรมแล้ววิเคราะห์ สังเคราะห์จากการรับรู้ที่ได้มาเป็นองค์ความรู้

นักเรียนแบบที่ 4 (Concrete experience) จะเรียนรู้ได้ดีก็ต่อเมื่อผ่านการวิเคราะห์การประเมินสิ่งต่างๆ โดยการเอาตัวเองเข้าไปพิสูจน์หรือโดยการใช้หลักเกณฑ์แห่งเหตุผล

สภาวะสมดุล การสรรค์สร้างโอกาสให้โอกาสนักเรียนที่มีความแตกต่างกันทั้งโครงสร้างทางสติปัญญา กลไกทางการเรียนรู้หรือการทำงานของสมองแตกต่างกันให้มีโอกาสแสดงออกซึ่งความสามารถของตนออกมา พร้อมทั้งรู้จักและสามารถนำวิธีการของเพื่อนคนอื่นๆ มาปรับปรุงลักษณะของการเรียนรู้ของตนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตนให้ดีขึ้น แมคคาร์ธีได้นำความคิด

ดังกล่าวของโคล์ป มาประยุกต์และพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียนการสอนใหม่ที่ตอบสนองการเรียนรู้ของนักเรียน 4 แบบ ที่เรียกว่า 4 MAT ซึ่งลักษณะการเรียนรู้ของเด็กๆมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา โดยให้พื้นที่ 4 ส่วนของวงกลมแทนลักษณะของการเรียนรู้ของนักเรียน 4 แบบ ซึ่งมีสไตล์การรับรู้และกระบวนการจัดการสิ่งที่ได้รู้แตกต่างกันของแมคคาร์ธี (McCarthy. 1997 : 46 - 51) คือ

ส่วนที่ 1 ด้านบนขวา แทนนักเรียนแบบที่ 1 (Type one learners) เป็นนักเรียนที่ถนัดการรับรู้จากประสบการณ์จากรูปธรรมหรือผ่านประสบการณ์ตรง ผ่านการจัดการข้อมูลด้วยการสังเกตอย่างไตร่ตรอง เรียกนักเรียนแบบที่ 1 ว่า นักเรียนที่ถนัดจินตนาการ (Imaginative learners)

ส่วนที่ 2 ด้านล่างขวา แทนนักเรียนแบบที่ 2 (Type two learners) เป็นนักเรียนที่ถนัดการรับรู้จากประสบการณ์ที่เป็นนามธรรม ผ่านกระบวนการจัดทำข้อมูลด้วยการคิดวิเคราะห์จนเกิดความคิดรวบยอด เรียกนักเรียนแบบที่ 2 ว่า นักเรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ (Analytic learners)

ส่วนที่ 3 ด้านล่างซ้าย แทนนักเรียนแบบที่ 3 (Type three learners) เป็นนักเรียนที่ชอบเรียนจากการรับรู้ความคิดรวบยอดแล้วผ่านการลงมือทำ เรียกนักเรียนแบบที่ 3 ว่า นักเรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก (Common sense learners)

ส่วนที่ 4 ด้านบนซ้าย แทนนักเรียนแบบที่ 4 (Type four learners) เป็นนักเรียนที่ถนัดการรับรู้จากการลงมือปฏิบัติจนเป็นประสบการณ์ตรงหรือรูปธรรม เรียกนักเรียนแบบที่ 4 ว่า นักเรียนที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง (Dynamic learners)

เมื่อนำสมองซีกซ้ายและซีกขวามาผนวกกันกับรูปแบบการเรียนรู้ แมคคาร์ธีได้ขยายความคิดของนักเรียนไว้ 4 แบบ ดังนี้

การเรียนรู้ของนักเรียนแบบที่ 1 เกิดจากการรับรู้ประสบการณ์ด้วยความรู้สึก และผ่านกระบวนการเห็นอย่างไตร่ตรอง (Reflective watching) สมองซีกขวาของเขาจะค้นหาความหมายเฉพาะตัวเองหรือทำความเข้าใจในแง่มุมของเขา (Personal meaning) จากเรื่องที่ต้องการเรียนและสมองซีกซ้ายจะสร้างความเข้าใจเรื่องนั้นด้วยการวิเคราะห์ในรายละเอียด คำถามนำทางในเรื่องนี้คือ “ทำไม” นักเรียนจะต้องหาคำตอบในแง่มุมของตนเอง ต้องเข้าใจว่าการเรียนรู้นั้นมีเหตุผลกระทบอย่างไตร่ตรองต่อตนเอง เรื่องที่เรียนเกี่ยวข้องกับความเชื่อ ความรู้สึกและความคิดเห็นของตนเองในการวิเคราะห์

การเรียนของนักเรียนแบบที่ 2 เกิดจากการรับรู้ความคิดรวบยอด (Concept) และผ่านกระบวนการของการมองดู การเห็นหรือการรับรู้ข้อมูลอย่างไตร่ตรอง คำถามนำทางคือ “อะไร” สมองซีกขวาของเขาจะทำหน้าที่ค้นหาประสบการณ์ใหม่ที่บูรณาการเข้ากับสิ่งที่จะมุ่งหาข้อมูลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือจากผู้รับรู้หรือผู้เชี่ยวชาญ เพื่อช่วยในการสร้างความคิดรวบยอด หรือข้อสรุปที่

เป็นหลักการ เป็นทฤษฎี ความถูกต้องแน่นอน ความละเอียดถี่ถ้วนของความรู้และข้อมูลที่ได้รับการยืนยันแล้วจากผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ

การเรียนของนักเรียนแบบที่ 3 เกิดจากการรับรู้โดยนำความคิดรวบยอดซึ่งเป็นนามธรรมแล้วผ่านกระบวนการของการลงมือกระทำ คำถามนำทางของการเรียนแบบนี้คือ “ทำอย่างไรจึงนำความคิดไปประยุกต์ใช้งานได้” (How does it work?) สมองซีกขวาของเขาจะพยายามค้นหาหนทางการประยุกต์ที่เป็นแนวเฉพาะของตน ส่วนสมองซีกซ้ายจะค้นหาหนทางทำงานที่เป็นลักษณะของคนอื่นๆ คือดูว่าคนอื่นเขาจะทำงานชิ้นนั้นอย่างไร ซึ่งอาจจะต้องศึกษารายละเอียดหรือขั้นตอนการทำงานตามแนวของผู้อื่นเพื่อพัฒนาให้เกิดเป็นแนวทางเฉพาะตนเองต่อไป

การเรียนรู้ของนักเรียนแบบที่ 4 เกิดจากการรับรู้ด้วยการมีความรู้สึกต่อประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมคำถามนำทางคือ “ถ้า” สมองซีกซ้ายจะวิเคราะห์ถึงความสำคัญและความเกี่ยวโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง สมองซีกขวาจะค้นหาแนวทางการขยายผลจากการเรียนรู้ นักเรียนแบบที่ 4 นี้ ประสงค์จะค้นหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสรรพสิ่งและนำผลการเรียนรู้มาสู่ชีวิตจริงมีความกระตือรือร้นที่จะสังเคราะห์ความรู้ และทักษะจากการเรียนรู้ในแง่มุมที่ตนเองได้ค้นพบเข้าจากสถานการณ์อื่นๆ ของตนเองและผู้อื่น ถึงแม้ว่ากระทำอย่างนั้นจะมีความซับซ้อนเพียงใดก็ตาม

1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวความคิดของแมคคาร์ธี (McCarthy)

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1997 : 46-51) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ สร้างขึ้นโดยใช้วงกลมเป็นสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนไหวของกิจกรรมการเรียนรู้ พื้นที่ของวงกลมถูกแบ่งโดยเส้นแห่งการเรียนรู้และเส้นแห่งกระบวนการจัดข้อมูลรับรู้เป็น 4 ส่วน ดังแผนภูมิวัฏจักรการเรียนรู้ โดยนิยามว่า

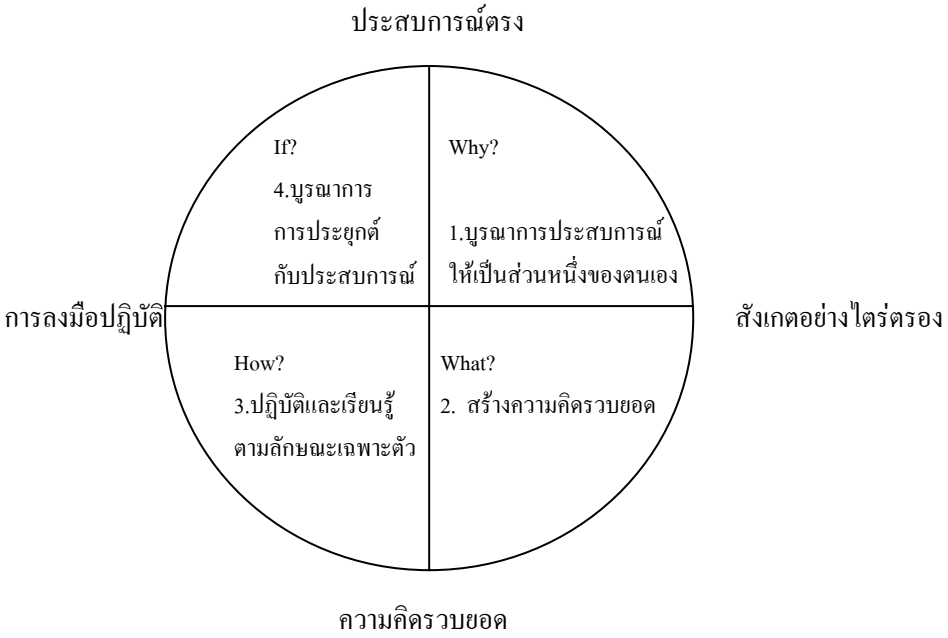
ส่วนที่ 1 คือ บูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตน (Integrating experience with the self) ใช้คำถามนำกิจกรรมคือ “ทำไม” (Why?)

ส่วนที่ 2 คือ สร้างความคิดรวบยอด (Concept formulation) คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรมประจำส่วนนี้คือ “อะไร” (What ?)

ส่วนที่ 3 คือ ปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (Practice and personalization) คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรมส่วนนี้คือ “ทำอย่างไร” (How does it work ?)

ส่วนที่ 4 คือ บูรณาการการประยุกต์กับประสบการณ์ของตน (Integrating application and experience) คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรมประจำส่วนนี้คือ “ถ้า” (If?)

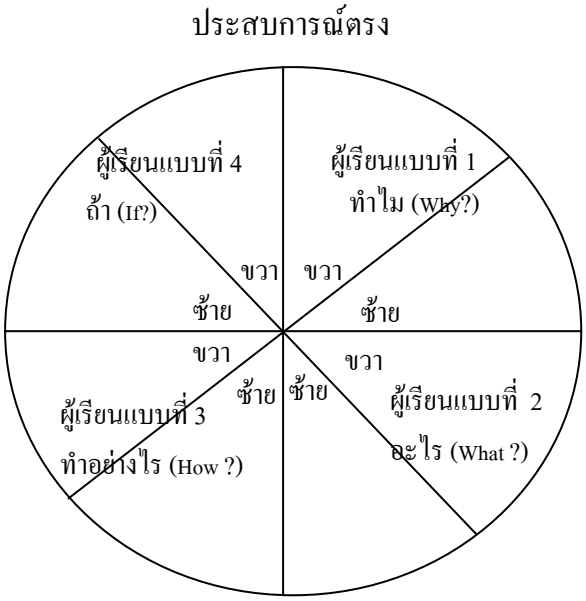
จากกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ลักษณะข้างต้น เขียนเป็นภาพประกอบ ได้ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 วัฏจักรการเรียนรู้

ที่มา : McCarthy. 1997 : 46-51

เมื่อนำแนวความคิดการจัดการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองการใช้สมองซีกซ้ายและขวามาเป็นหลักการพิจารณาประกอบ ทำให้การวางแผนกิจกรรมซอยออกเป็น 8 ขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้สามารถจัดกิจกรรมได้อย่างหลากหลายและยืดหยุ่น ตอบสนองการพัฒนาศักยภาพทุกด้านของนักเรียน ซึ่งมีลักษณะการเรียนแตกต่างกันอย่างเต็มที่ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การแบ่งวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 8 ส่วน

ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั่น. 2543 : 15

1.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

แมคคาร์ธี ได้เสนอรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่คำนึงถึงลักษณะการเรียนของนักเรียน 4 แบบ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุลกัน (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั่น. 2543 : 6) มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

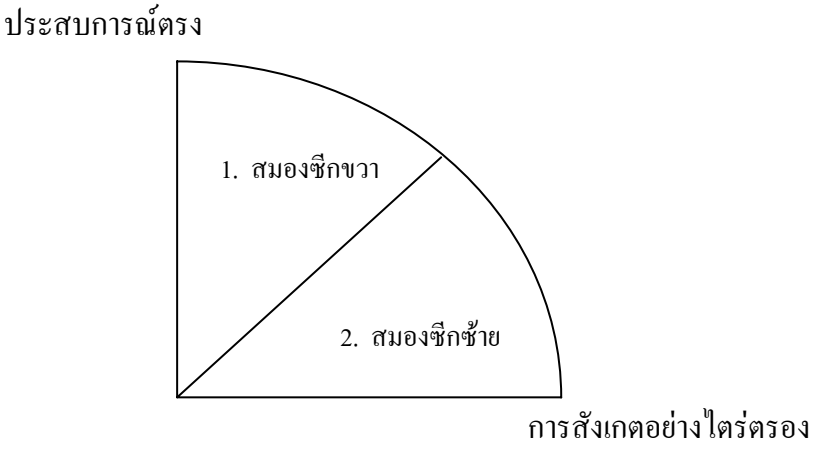
ส่วนที่ 1 การบูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตนเอง เป็นช่วงที่นักเรียนใช้ประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรม ไปสู่การสังเกตอย่างไตร่ตรอง บทบาทครู เป็นผู้กระตุ้นสร้างแรงจูงใจ วิธีการ คือ การใช้คำถามสร้างความเร้าใจ การอภิปราย การให้นักเรียนทำกิจกรรม การออกไปพบของจริง ในส่วนนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ เป็นขั้นที่นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์ด้วยตนเองทำให้นักเรียนรู้สึกว่าสิ่งที่จะเรียนนั้นมีความหมายโดยตรงกับตัวเขาเอง โดยการให้นักเรียนได้สัมผัส ได้เกิดความรู้สึก ได้ซักถาม ได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังจะเรียน ครูอาจใช้กิจกรรมหรือเกม การตั้งคำถามให้คิด หรือให้จินตนาการ เป็นขั้นที่เน้นการใช้สมองซีกขวา

ทักษะที่สำคัญในช่วงนี้ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการสร้างมโนภาพตลอดจนทักษะในการร่วมกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ เป็นขั้นการกระตุ้นให้เด็กสนใจ และอยากรู้อยากเห็น ในขั้นที่ 2 จะให้เด็กวิเคราะห์ต่อจากขั้นที่ 1 เป็นที่เด็กต้องหาเหตุผลเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับในขั้นแรกด้วยการวิเคราะห์ เด็กจะช่วยอภิปรายและอธิบายให้เหตุผลตามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคน

ทักษะในช่วงนี้คือ ทักษะในการวินิจฉัย วิเคราะห์ อภิปราย ดังแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ส่วนที่ 1

ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั่น. 2543 : 17

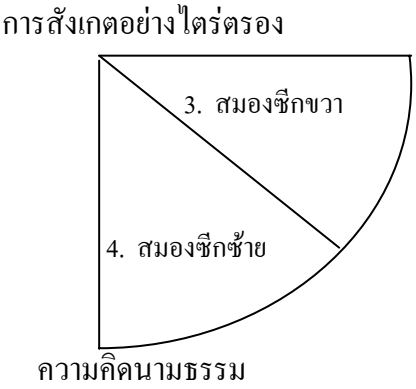
ส่วนที่ 2 สร้างความคิดรวบยอด

การเรียนรู้ในขั้นตอนการเชื่อมโยงจากการเรียนรู้ข้อมูลอย่างไตร่ตรอง มาสู่การสร้างความคิดรวบยอด บทบาทครู เป็นผู้เตรียมข้อมูล ให้ข้อมูล สาธิต วิธีการ ให้นักเรียนค้นคว้า ครูให้ข้อมูล ในส่วนนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ขั้นนี้มุ่งให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และไตร่ตรองความรู้ ที่ได้จากขั้นแรกเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ครูให้ค้นคว้า เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น จนสามารถที่จะเรียนรู้ขั้นต่อไปได้ กล่าวคือเป็นขั้นที่ต้องจัดกิจกรรมให้เด็กทำ แล้วสร้างความคิดรวบยอดเป็นของตนเองได้ เป็นขั้นที่เน้นการใช้สมองซีกขวา ทักษะที่สำคัญในช่วงนี้

คือ ทักษะการสร้างรูปแบบ การจัดระบบการวิเคราะห์ การจัดลำดับความสัมพันธ์ การจัดประสบการณ์เปรียบเทียบ

ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดด้วยข้อมูลขั้นนี้เป็นขั้นของการให้ข้อมูลรายละเอียดทฤษฎีหลัก การให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เพื่อทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจ จนสร้างความคิดรวบยอดเรื่องที่เรียนได้ เน้นการใช้สมองซีกซ้าย ครูควรหลีกเลี่ยงการให้ข้อมูลความรู้ด้วยการบรรยาย ควรใช้วิธีอื่น เช่น การให้นักเรียนค้นคว้า ทดลอง สาธิต ดังแสดงในภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ส่วนที่ 2

ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั่น. 2543 : 19

ส่วนที่ 3 การปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะและสร้างชิ้นงาน

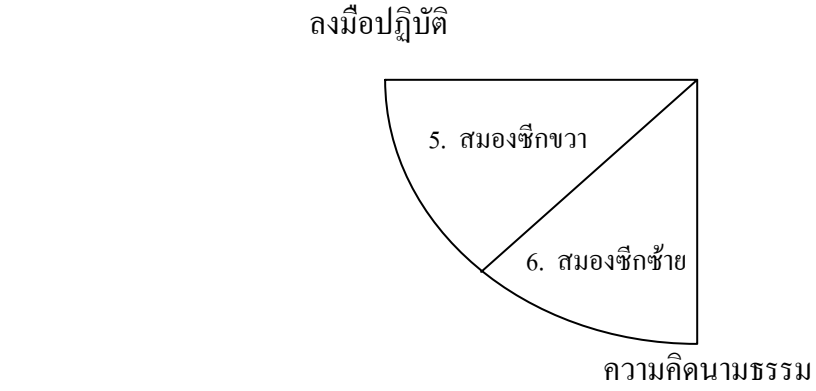
กระบวนการที่เกิดขึ้นในขั้นนี้เป็นการเคลื่อนไหว จากขั้นสร้างความคิดรวบยอดมาสู่การลงมือกระทำ หรือลงมือทดลองตามความคิดของนักเรียนอย่างกระตือรือร้น บทบาทครู คือ โค้ช (Coach) หรือผู้ให้คำแนะนำผู้อำนวยความสะดวกผู้ให้ความช่วยเหลืออยู่เบื้องหลัง วิธีการ คือ ให้นักเรียนปฏิบัติ ในส่วนนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 5 ทำตามแนวคิดที่กำหนด ในขั้นนี้นักเรียนจะทำตามใบงานหรือคู่มือหรือแบบฝึกหรือทำตามขั้นตอนที่กำหนดหรือสรุปไว้ในขั้นที่ 4 ก็ได้ เน้นการใช้สมองซีกซ้าย

ทักษะที่ใช้ คือ ทักษะการถาม การสำรวจ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ทดลอง การลองผิดลองถูก การทำนาย การบันทึก

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานตามความถนัด ความสนใจ ในขั้นนี้เป็นขั้นของการบูรณการและสร้างสรรค์อย่างแท้จริง เพราะเป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสแสดงความสนใจ ความถนัด ความเข้าใจ

เนื้อหาวิชา ความซาบซึ้งและจินตนาการของตนเอง ออกมาเป็นรูปธรรมในรูปแบบต่างๆ ตามที่ตนเองเลือก เช่นเป็นสิ่งประดิษฐ์ สมุดรวมภาพ ภาพวาด นิทาน บทกวี หรือบทละคร เป็นต้น ซึ่งเน้นการใช้สมองซีกขวา ดังแสดงในภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ส่วนที่ 3

ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั่น. 2543 : 21

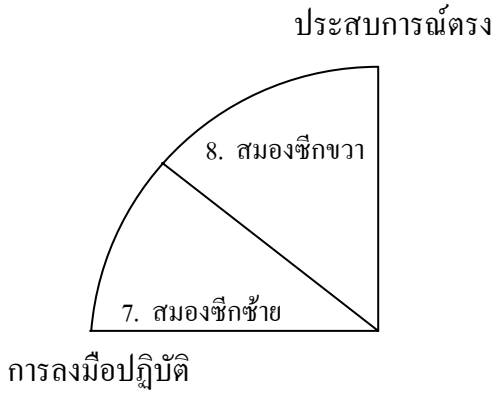
ส่วนที่ 4 การบูรณาการประยุกต์ใช้กับประสบการณ์ของตน

กระบวนการเรียนรู้ในแบบที่ 4 เกิดจากกิจกรรมของการลงมือกระทำด้วยตนเองจนสำเร็จและไปสู่การรับรู้และมีความรู้สึกที่ดี เป็นประโยชน์ต่อตนเองต่อไป บทบาทครู เป็นผู้ประเมิน/ผู้ซ่อม/ผู้เสริมรวมทั้งนักเรียนเรียนรู้ร่วมกัน วิธีการ การค้นหาตัวเอง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแนะนำผู้อื่น ส่วนที่ 4 แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์ผลงานและการประยุกต์ใช้ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้ชื่นชมกับผลงานของตนเอง หรือนักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปสู่กิจกรรมอื่นๆ หรือนักเรียนนำผลงานของตนเองเสนอในกลุ่มย่อยๆให้เพื่อนๆติชม เป็นขั้นที่เน้นการใช้สมองซีกซ้าย

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นกับผู้อื่น ในขั้นสุดท้ายเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสแบ่งปันความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการค้นคว้า หรือการลงมือกระทำกับคนอื่นๆ ในรูปแบบต่างๆ ตลอดจนจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นการเชื่อมโยงของสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเรื่องอื่นๆ ที่อาจพบในสถานการณ์ใหม่ ได้แก่ จัดนิทรรศการหน้าชั้นเรียนหรือจัดในห้องสมุด วันวิชาการของโรงเรียน เป็นต้น ขั้นที่เน้นการใช้สมองซีกขวา

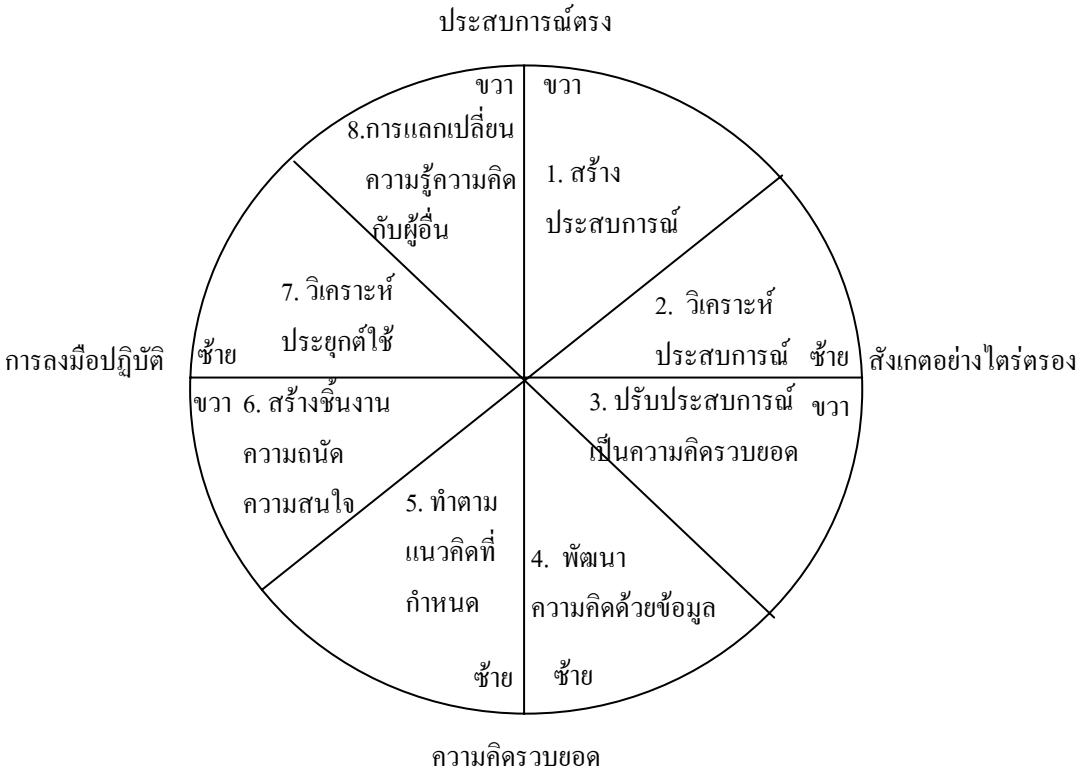
ทักษะที่ใช้ในช่วงนี้คือ การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน การมองอนาคต ตลอดจนการชื่นชมตนเอง ดังแสดงในภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ส่วนที่ 4

ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั่น. 2543 : 23

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมทั้ง 8 ขั้น เขียนสรุปได้ดังภาพประกอบ 10 ดังนี้



ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน

ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั่น. 2543 : 16

1.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

บทบาทของครู

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1985 : 61-85) กล่าวถึง ในการจัดการเรียนการสอน ครูมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการสอน ดังนี้

1. สร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่นักเรียนทุกคนมีโอกาสเท่าเทียมกัน
2. สร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ถือว่าภารกิจสำคัญของครู คือ การสร้างแรงจูงใจ
3. สร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่นำแนวคิดเล็กๆน้อยๆมาใช้เป็นพื้นฐานในการสอน

4. สภาพแวดล้อมในการเรียนที่สามารถฝึกทักษะเกี่ยวกับการสอนแนวคิดและมีประโยชน์ในปัจจุบันได้

5. สร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่นำไปสู่ความสุขจากการค้นพบด้วยตนเอง

6. สร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่กระตุ้นส่งเสริมการสอนให้เข้ากับรูปแบบการเรียนของนักเรียนทั้ง 4 แบบ โดยใช้เทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา

7. สร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ไม่เพียงแต่ให้เกียรติ แต่ยังคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียนอีกด้วย

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1990 : 31-37) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา ครูต้องคำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้แต่ละรูปแบบที่นักเรียนจะสะดวกสบายและประสบความสำเร็จมากที่สุดดังนี้

1 . นักเรียนเป็นคนช่างสังเกตจะอยู่เสี้ยวที่ 1 ชอบที่จะเรียนรู้ด้วยวิธีการผสมผสานความรู้สึกสัมผัสกับการสังเกตและการเฝ้าดู

2. นักเรียนที่เป็นคนช่างวิเคราะห์จะอยู่ในเสี้ยวที่ 2 ชอบที่จะเรียนรู้ด้วยวิธีการผสมผสานการคิดอย่างไตร่ตรองกับการเฝ้าดู

3. นักเรียนที่เป็นคนชอบใช้สามัญสำนึกจะอยู่ในเสี้ยวที่ 3 ชอบที่จะคิดไตร่ตรองแล้วทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง ใช้ประสาทสัมผัส

4. นักเรียนที่ชอบคิดชอบทำสิ่งใหม่ๆ จะอยู่ในเสี้ยวที่ 4 ชอบที่จะเรียนรู้ด้วยการสัมผัสและคิดหาแนวทางใหม่ๆ ชอบการค้นพบด้วยตนเอง

มอริสและแมคคาร์ธี (Morris & McCarthy. 1990 : 14-17) ได้เสนอข้อคิดสำคัญที่ครูควรตระหนักในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ดังนี้

1. ไม่มีรูปแบบการเรียนใดดีที่สุด เพราะแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกัน

2. ไม่มีวิธีการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นหรือตอบสนองความแตกต่างของนักเรียนได้อย่างเพียงพอ

3. ต้องศึกษาและเข้าใจรูปแบบการเรียนการทำงานของสมอง และหาสิ่งที่ดีที่สุดในการสอน

4. การสอนกระบวนการคิด ต้องให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ระหว่าง การพัฒนาที่เป็นการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง และกระบวนการคิด

5. ต้องการให้มีโครงการพัฒนาครูระยะยาว ให้มีความสามารถและมีคุณภาพ

6. ผลสรุปท้ายของการจัดการเรียนการสอน ช่วยให้นักเรียนค้นพบความรู้ระดับสูงง่ายขึ้น สะดวกขึ้นและมีความสุขในการเรียน

บทบาทของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนเมื่อผ่านประสบการณ์ครบวงจรที่เป็นการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าตามธรรมชาติ นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ ความรู้สึก และสามัญสำนึก การสังเกตเฝ้าดูและการตอบสนอง นักเรียนจะนำไปพัฒนาความคิด พิสูจน์ทฤษฎี ทดลองทฤษฎีของตนเอง และนำมาเป็นความคิดรวบยอด และประสบการณ์ที่ได้รับมาประยุกต์กับประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ทำให้เกิดการผสมผสานระหว่างประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่ ซึ่งจะทำให้นักเรียนฉลาดขึ้น

สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ครูมีบทบาทในการจัดสภาพแวดล้อมโดยคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน โดยสร้างแรงจูงใจและเปิดโอกาสให้เรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเองตามแบบการเรียนรู้ของนักเรียนให้มากที่สุด เพื่อจะได้เรียนรู้ตามแนวคิดและนำไป ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างสูงสุด

1.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งต่อนักเรียนและผู้สอน ดังที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ไว้ดังนี้

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1990 : 31-37) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ 4 MAT ว่าช่วยทำให้ เกิดการปลูกฝังความรักซึ่งกันและกันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนเพราะการได้ทำกิจกรรมกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน และเกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2542 : 62) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ว่าเป็นวิธีสอนที่ไม่ยาก นักเรียนสนุกสนานและช่วยในการสังเกตพฤติกรรมเพื่อสำรวจว่าเด็กคนไหนตอบสนองการเรียนแบบใดมากที่สุด ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ว่าเด็กน่าจะมีศักยภาพทางการเรียนรู้ลักษณะใด

ทิศนา แขมมณี (2548 ก : 264) กล่าวว่า ผลที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4 MAT นักเรียนจะสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองในเรื่องที่เรียน จะเกิดความรู้ความเข้าใจและนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้ได้ และสามารถสร้างผลงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง รวมทั้งได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ อีกจำนวนมาก

สรุปได้ว่า ผลจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสนุกสนานและได้ตอบสนองความถนัดและความต้องการของนักเรียนทุกรูปแบบจากการศึกษาหลักการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ สร้างประสบการณ์ ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ ขั้นบูรณาการการสังเกตไปสู่ความคิดรวบยอด

ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด ขั้นปฏิบัติตามความคิดรวบยอด ขั้นการปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง ขั้นวิเคราะห์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ และขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ของตนกับผู้อื่น ซึ่งทั้งหมดดำเนินไปตามวัฏจักรการเรียนรู้ที่คำนึงถึงพัฒนาการของสมองทั้งสองซีก เพื่อให้นักเรียนแต่ละแบบเรียนรู้อย่างสมดุลและสมบูรณ์มากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI แบบฝึกทักษะ และการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

2.1 การจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI

2.1.1 ความเป็นมาของเทคนิค TAI

TAI เป็นวิธีการสอนวิธีหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัยจอห์น ฮอบกินส์ (John Hopkins University) ประเทศสหรัฐอเมริกา สลาวิน(Slavin. 1990 : 22-24) โดยมีการวิจัยในช่วงปี ค.ศ. 1960-1969 ที่คาดว่าวิธีการสอนรายบุคคลที่ได้ผลไม่แตกต่างไปจากการสอนปกติที่เคยใช้อยู่ เนื่องมาจากสาเหตุที่ครูใช้เวลาในการจัดการมากกว่าการสอน การจูงใจในการเรียนยังมีน้อยและการจูงใจส่วนใหญ่ได้จากวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน

ต่อมาได้มีการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนต่างๆ เนื้อหาวิธีสอนที่ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจากการวิจัยพบว่าเกิดปัญหาสำหรับครูในการที่จะเลือกวิธีสอน เพราะในชั้นเรียนจะประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทำให้เกิดปัญหาสำหรับครูที่จะเลือกวิธีสอน และปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่พบ คือ นักเรียนอ่อนจะถูกมองข้ามความสำคัญจากเพื่อนในห้อง ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาจึงเริ่มศึกษาถึงการให้นักเรียนเป็นกลุ่ม โดยยึดหลักว่า ถ้าหากการเรียนการสอนมีการจัดการอย่างถูกต้องและการเสริมแรง รวมทั้งให้มีการรับผิดชอบและช่วยเหลือกันภายในกลุ่มจะทำให้การเรียนดีขึ้น และจากการศึกษาพบว่า การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนแบบปกติ และเป็นวิธีการเรียนที่ให้ผลด้านสังคมโดยเฉพาะมนุษยสัมพันธ์ระหว่างเด็กที่อ่อนกับเด็กอื่นๆ ในห้องเรียน ดังนั้นทำให้เกิดการคิดค้นว่า รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดน่าจะเป็นไปได้ คือ การเรียนการสอนที่ประยุกต์กฎการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) เข้าด้วยกันกับการสอนรายบุคคล (Individualized instruction) และวิธีนี้จะเป็นการก่อให้เกิดความช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการแก้ปัญหาต่างๆ มีการสนับสนุนซึ่งกันและกันเพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ดีขึ้นซึ่งวิธีการใหม่ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า TAI (Team assisted individualization)

2.1.2 ความหมายของเทคนิค TAI

TAI ได้รับการพัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัยจอห์น ฮอบกินส์ (John Hopkins University) ประเทศสหรัฐอเมริกา สลาวิน (Slavin. 1990 : 22-24) หมายถึง วิธีการสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) และการสอนรายบุคคล (Individualized instruction) เข้าด้วยกันเป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล โดยประยุกต์เอาหลักการเรียนแบบร่วมมือเข้าร่วมกับการเรียนเป็นรายบุคคล โดยเป็นรูปแบบการเรียนแบบเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนทำการศึกษาและเรียนร่วมกันช่วยกันดำเนินการเรียนและมีการตรวจสอบร่วมกันมีการร่วมมือช่วยเหลือกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของการเรียน ครูผู้สอนจะให้ความเป็นอิสระแก่นักเรียนในอันที่จะหาความรู้จากเพื่อนในกลุ่ม สลาวิน (Slavin. 1990 : 83)

ศิริพร คล่องจิตต์ (2548 : 9) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบTAI หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ต้องการพัฒนาการเรียนรู้เป็นรายบุคคลโดยให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบเทคนิค TAI หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ต้องการพัฒนาการเรียนรู้เป็นรายบุคคลโดยให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

2.1.3 หลักการของวิธีการเรียนรู้เทคนิค TAI

สลาวิน (Slavin. 1990 : 83) ได้กล่าวถึง หลักการของวิธีการเรียนรู้เทคนิค TAI ไว้ดังนี้

1. ครูเป็นผู้มีบทบาทน้อยที่สุดในการจัดการและตรวจสอบผลงาน
2. ในการสอนแบบกลุ่มย่อย ครูไม่ควรใช้เวลาเกินกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทั้งหมด
3. ควรเป็นวิธีการเรียนที่ง่าย
4. ควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนและไม่ปฏิบัติลัดขั้นตอน
5. ควรมีการตรวจสอบเป็นระยะ เมื่อนักเรียนมีปัญหาจะได้ให้คำแนะนำที่เหมาะสมได้
6. นักเรียนควรมีสิทธิที่จะตรวจสอบหรือเปรียบเทียบงานของนักเรียนอื่นได้ด้วย
7. ควรเป็นวิธีการที่ง่ายทั้งต่อครูและนักเรียน นักเรียนไม่จำเป็นต้องปรึกษาครู

8. ควรจัดกลุ่มนักเรียนให้มีสถานที่ใกล้เคียงกัน เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนแบบนี้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าวิธีการเรียนรู้เทคนิค TAI ครูจะใช้เวลาสอนน้อย แต่มีการตรวจสอบงานเป็นระยะและมีการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น

2.1.4 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI

ลักษณะของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI สลาวิน(Slavin. 1995 : 102-104) ได้อธิบายไว้ดังต่อไปนี้

1. การจัดหมู่ (Team) นักเรียนจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน คละเพศและความสามารถ

2. การทดสอบเพื่อการเรียนเนื้อหาที่เหมาะสม (Placement test) ในการเริ่มต้นของการเรียน นักเรียนทุกคนจะถูกทดสอบก่อนเรียนเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในการเรียนเนื้อหา

3. วัสดุหลักสูตร (Curriculum materials) หลังจากสอนบทเรียนจะทำงานในกลุ่มของตนเอง โดยมีสื่อหรือวัสดุหลักสูตรการเรียนรู้ด้วยตนเองที่ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งอยู่ในรูปของแบบฝึกทักษะโดยมีส่วนประกอบ ดังนี้

3.1 เอกสารแนะนำบทเรียน เป็นการอธิบายวิธีการทำแบบฝึกทักษะเป็นขั้นตอน

3.2 แบบฝึกทักษะ ประกอบด้วยปัญหาซึ่งจะแบ่งเป็น 4 ตอน โดยจะเริ่มด้วยการแนะนำทักษะย่อย ๆ ที่จะนำไปสู่ความสามารถในการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะทั้งหมด

3.3 แบบทดสอบย่อย (Formative test) เป็นแบบทดสอบซึ่งประกอบด้วยคำถาม 10 ข้อ

3.4 แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน (Unit test) มีจำนวน 10 ข้อ

3.5 แผ่นคำตอบแบบฝึกทักษะ แบบทดสอบย่อย ส่วนแผ่นคำตอบของแบบทดสอบประจำหน่วยจะแยกออกไปต่างหาก

4. การเรียนเป็นกลุ่ม (Team study) นักเรียนจะเริ่มฝึกทักษะตามลำดับขั้นที่กำหนดไว้ของหน่วยการเรียนโดยจะทำแบบฝึกทักษะภายในกลุ่มตามลำดับดังนี้

4.1 สมาชิกของแต่ละกลุ่มทำการจับคู่กันเพื่อทำการเช็คหรือตรวจสอบซึ่งกันและกัน

4.2 นักเรียนศึกษาเอกสารแนะนำบทเรียนและถามครูได้หากเกิดความไม่เข้าใจ

4.3 นักเรียนแต่ละคนเริ่มทำแบบฝึกทักษะจากโจทย์ปัญหาทีละขั้นตอน แล้วให้เพื่อนร่วมทีมตรวจสอบให้ตามบัตรเฉลยด้านหลังของแบบฝึกทักษะ ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่ผ่านในข้อ

ใดกลุ่มจะต้องช่วยเหลือกันอธิบายหรือสอนให้เข้าใจก่อนที่จะถามครูจนกว่าจะผ่านแล้วจึงทำแบบฝึกทักษะลำดับต่อไป

4.4 เมื่อนักเรียนทั้งกลุ่มทำแบบฝึกทักษะได้ถูกต้องครบแล้ว ต่อไปครูจะให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย จำนวน 10 ข้อ ผู้เรียนจะต้องทำให้ผ่าน 8 ข้อใน 10 ข้อ ถ้าไม่ผ่านผู้สอนจะต้องเข้าไปช่วยเหลือตรวจสอบปัญหาแล้วแก้ปัญหาจนกระทั่งผู้เรียนสอบผ่าน

4.5 นักเรียนไปรับแบบทดสอบประจำหน่วยจากหัวหน้ากลุ่ม หัวหน้ากลุ่มจะเป็นผู้บันทึกลงในแผ่นสรุปประจำกลุ่มและนำคะแนนผลการสอบส่งครูไปเปรียบเทียบกับคะแนนมาตรฐานของแต่ละบุคคลและของแต่ละกลุ่มต่อไป

5. คะแนนกลุ่มและความสำเร็จของกลุ่ม (Team scores and team recognition) ในวันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์ครูจะรวบรวมคะแนนซึ่งได้จากการนำเอาคะแนนที่สมาชิกแต่ละคนได้รับจากการทำแบบทดสอบประจำเรื่อง มาหาคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม เกณฑ์การให้รางวัลแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นกลุ่มชนะเลิศ (Super team) กลุ่มที่ได้คะแนนปานกลางเป็นกลุ่มรองชนะเลิศ (Great team) และกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำเป็นกลุ่มดี (Good team) กลุ่มชนะเลิศและรองชนะเลิศได้ใบรับรองเป็นรางวัล

6. การสอนกลุ่มย่อย (Teaching groups) ทุก ๆ วันครูจะใช้เวลาประมาณ 10-15 นาทีใน การสอนกลุ่มย่อยโดยเลือกนักเรียนจากกลุ่มต่างๆ ที่เรียนเนื้อหาเดียวกันมารวมกันเพื่อให้คำแนะนำหรือทำการสาธิต เพื่อให้การเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่องและตรงตามวัตถุประสงค์ และเพื่อให้นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดที่สำคัญของการเรียนนั้น ๆ ส่วนนักเรียนคนอื่น ๆ ก็ปฏิบัติงานของตนเองไปเรื่อย ๆ

7. การทดสอบข้อเท็จจริง (Facts tests) ทำสัปดาห์ละ 2 ครั้งใช้เวลาครั้งละ 3 นาที นักเรียนจะรับเอกสารเพื่อเตรียมตัวศึกษาที่บ้านก่อนทำการทดสอบ

8. การสอนร่วมกันทั้งชั้น (Whole-class units) ครูจะทำการสอนสรุปบทเรียนให้กับนักเรียนทั้งห้อง โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและทักษะต่าง ๆ ของบทเรียน

จากการศึกษาลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบ TAI สรุปได้ว่านักเรียนที่จัดกลุ่มโดยคละความสามารถ ภายในกลุ่มจะช่วยเหลือกัน คนเก่งจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่าในการทำแบบฝึกทักษะและตรวจสอบคำตอบจะทำให้ถูก 80% ทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองด้วยความมั่นใจ

2.1.5 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI

จากการที่ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI ที่สลาวิน(Slavin. 1984 : 813-819) ได้สรุปดังนี้

1. ช่วยให้เกิดแรงจูงใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตน

2. ช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดความช่วยเหลือในกลุ่มของผู้เรียน

3. สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาเด็กอ่อนในห้องเรียน

4. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้อย่างดี เด็กที่เรียนช้ามีเวลาศึกษาและฝึกฝนเรื่องที่ไม่เข้าใจมากขึ้น และเด็กที่เรียนเร็วใช้เวลาศึกษาน้อยและมีเวลาไปทำอย่างอื่น เช่นช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม

5. ช่วยให้เกิดการยอมรับในกลุ่ม โดยเด็กเก่งยอมรับเด็กอ่อนและเด็กอ่อนเห็นคุณค่าของเด็กเก่ง

6. ช่วยแบ่งเบาภาระของครูในการสอนข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ให้ครูมีเวลาสร้างสรรค์งาน ปรับปรุงการสอนมากขึ้น และมีเวลาที่จะสนับสนุน ส่งเสริม เร้าความสนใจ หรืออภิปรายปัญหากับนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย

7. ช่วยปลูกฝังนิสัยที่ดีในการอยู่ร่วมกันในสังคม

8. มีเสริมแรงให้เกิดขึ้นทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม ซึ่งจะช่วยสร้างแรงจูงใจและความสนใจให้แก่ผู้เรียน

9. ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น และทราบความก้าวหน้าของตนเองตลอดเวลา

สลาวิน (Slavin. 1990 : 34-53) สามารถสรุปข้อดีของการเรียนรู้แบบ TAI ได้ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมให้เกิดความช่วยเหลือกันในกลุ่มของผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง

2. ช่วยส่งเสริมความสามารถและตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ คือ เด็กที่เรียนช้ามีเวลาฝึกฝนมากขึ้น เด็กที่เรียนเร็วมีโอกาสช่วยเหลือเพื่อนที่อ่อนในกลุ่ม

3. ช่วยให้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม เด็กอ่อนได้รับการยอมรับและเห็นคุณค่าของเด็กเก่ง

4. ช่วยแบ่งเบาภาระครูได้บางส่วน ครูจะได้มีเวลาดูแลนักเรียนได้มากขึ้นและทั่วถึง

5. ช่วยปลูกฝังนิสัยที่ดีในการอยู่ร่วมกันในสังคม และมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น

6. ช่วยสร้างแรงจูงใจและความสนใจให้ เกิดแก่ผู้เรียนอันเนื่องมาจากการเสริมแรง

จากที่ศึกษาข้อดีของ TAI สรุปได้ว่า TAI เป็นการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่มมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนและครู โดยครูมีหน้าที่เป็นการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนและสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลพร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ในการอยู่ร่วมกันในสังคม

2.2 แบบฝึกทักษะ

2.2.1 หลักการสร้างแบบฝึกทักษะ

ในการสอนทักษะให้ได้ผลดีนั้น ครูควรคำนึงถึงวิธีการสอนอย่างยิ่ง

จอห์นสันและไรซิ่ง (Johnson & Rising. 1969 : 91) ได้เสนอหลักเบื้องต้นในการฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. ฝึกทักษะตามความต้องการของผู้เรียนให้เห็นคุณค่าและประโยชน์ในการฝึก
2. ฝึกโดยให้คิดตาม และจัดแบบฝึกทักษะในการให้คิดมากกว่าทำซ้ำ
3. ให้ฝึกหลังจากเข้าใจในมโนคติในสิ่งที่เรียนแล้ว
4. ฝึกทำแบบฝึกทักษะที่มีคำตอบที่ถูกต้อง และให้คำตอบกับผู้เรียนได้ตรวจสอบ
5. เน้นการฝึกเป็นรายบุคคล
6. ใช้เวลาในการฝึกทักษะพอสมควร ไม่มากหรือน้อยเกินไป ฝึกทักษะเฉพาะเรื่องที่เป็นประโยชน์จริงๆ
7. ให้ผู้เรียนได้รู้โครงสร้างทั้งหมดของการฝึกและเป็นทักษะที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้
8. ฝึกหลักการ วิธีการทั่วไป มากกว่าวิธีลัด
9. ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการฝึกและเรียนรู้ด้วยตนเอง
10. จัดกิจกรรมหลาย ๆ รูปแบบการฝึก เช่น เกมการแข่งขันทำแบบฝึกทักษะในการฝึกทักษะเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น

บัททส์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 40 ; อ้างอิงจาก Butts. 1974 : 85) เสนอการสร้างแบบฝึกทักษะ ไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกทักษะต้องกำหนดโครงสร้างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกทักษะเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจ้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้แต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึกทักษะ

6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกทักษะแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. ประเมินผลจะประเมินก่อนเรียนหรือหลังเรียน

8. การฝึกพึงตระหนักอยู่เสมอว่า ฝึกอย่างไรจึงคิดเป็น

พรชนก ช่วยสุข (2545 : 41-42) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบฝึกทักษะ ดังนี้

1. ให้บทเรียนมีหลัก คือ

1.1 ดูจุดประสงค์การเรียนรู้ จัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.2 เนื้อหาต้องเหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก

2. ให้แบบฝึกทักษะมีหลัก คือ

2.1 แบบฝึกทักษะนี้ต้องเกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2.2 มีคำชี้แจงง่าย ๆ และสั้น ๆ เพื่อให้เด็กอ่านเข้าใจ

2.3 เรียนจากง่ายไปหายาก เพื่อให้เด็กเกิดกำลังใจ

2.4 แบบฝึกทักษะน่าสนใจ และท้าทายให้แสดงความสามารถ

2.5 ต้องมีความถูกต้อง ครูต้องพิจารณาให้ดีด้วยอย่าให้มีข้อผิดพลาดได้

จากเอกสารที่เกี่ยวกับหลักในการสร้างแบบฝึกทักษะดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสรุปหลักในการสร้างแบบฝึกทักษะ จะต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยพยายามให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าและประโยชน์ของแบบฝึก ในการกำหนดจุดประสงค์ของเรื่องที่จะฝึกให้ชัดเจน ศึกษาและจัดเนื้อหาให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ เลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับรูปแบบ เลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก เนื้อหาเรียงตามลำดับขั้นตอนของความยากง่ายและท้าทายความสามารถ

2.2.2 ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดี

ในการสร้างแบบฝึกทักษะสำหรับเด็กมีองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอเกี่ยวกับหลักการของแบบฝึกทักษะที่ดี ไว้ดังนี้

ริเวอร์ (River. 1970 : 97-105) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดีไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอสมควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ ต่อไปทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำเพื่อการทดสอบ

2. แบบฝึกทักษะแต่ละบทควรใช้แบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น

3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนรู้แล้ว

4. ประโยคฝึกควรเป็นประโยคสั้น ๆ

5. ประโยคและคำศัพท์ ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดี

6. แบบฝึกทักษะที่นักเรียนต้องใช้ความคิดด้วย

7. แบบฝึกทักษะควรมีหลาย ๆ แบบเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

8. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ศิริพร คล่องจิตต์ (2548 : 15) กล่าวถึง ลักษณะของการฝึกทักษะที่ดีไว้ดังนี้

1. ดึงดูดความสนใจของเด็ก

2. มีหลายรูปแบบหรือหลากหลายเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

3. น่าสนใจท้าทายความสามารถ

4. เนื้อหาเหมาะสมกับวัย

5. นักเรียนนำสิ่งที่เรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากเอกสารที่เกี่ยวกับลักษณะของแบบฝึกทักษะดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดีนั้น ต้องเกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมา เหมาะสมกับวัยหรือความสามารถของเด็ก มีหลายรูปแบบเพื่อดึงดูดความสนใจของเด็ก ใช้เวลาเหมาะสม ไม่นานเกินไปหรือเร็วเกินไป

2.2.3 หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะ

ในการสร้างแบบฝึกทักษะและความสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องอาศัยหลักทฤษฎีและจิตวิทยา ซึ่งมีผู้ให้คำแนะนำไว้หลายท่าน ได้แก่

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทรัมพรรย์ (2526 : 52-62) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ทางจิตวิทยาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (Thorndike) เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of exercise) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการกระทำเพื่อการฝึกหัดอยู่บ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกคล่องแคล่วและสามารถทำได้ดี ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกหรือทอดทิ้งไปนานแล้วย่อมทำได้ไม่ดี

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ครูควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัดความสามารถ และความสนใจที่แตกต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกทักษะจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป และควรมีหลาย ๆ รูปแบบ

3. การจูงใจของผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนติดตามตอนต่อไป

4. ใช้แบบทักษะสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26-27) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ว่า ในการสร้างแบบฝึกทักษะนั้นต้องอาศัยหลักสำคัญตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาประกอบด้วย คือ

1. ความใกล้ชิด (Continuation) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจกับนักเรียน

2. แบบฝึกทักษะ (Practice) คือ การให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความชำนาญ ความแม่นยำ

3. กฎแห่งผล (Law of effect) คือ การให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนเป็นอย่างไรแล้วยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. การจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การเรียนแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกหัดที่สั้นไปสู่ที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบ ตลอดจนมีภาพประกอบเรื่องเพื่อความสนใจของนักเรียนมากขึ้น การฝึกหัด และการฝึกทักษะที่ดีจะต้องฝึกตามลำดับขั้นตอนจากทักษะย่อย ๆ ไปสู่ทักษะรวม ในการฝึกต้องให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการและได้รับทราบความต้องการความก้าวหน้าในการฝึกด้วย ซึ่งจะต้องเตรียมจุดประสงค์และแผนการฝึกไว้เป็นอย่างดี รวมทั้งต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญด้านจิตวิทยาและเทคนิคในการฝึกด้วย

ยุพิน พิพิธกุล (2545 : 7) กล่าวถึงวิธีการให้แบบฝึกทักษะนั้นเป็นเรื่องที่จำเป็นสำหรับนักเรียน แต่ถ้าให้ฝึกซ้ำ ๆ นักเรียนจะเกิดความเบื่อหน่าย ครูบางท่านคิดว่าให้นักเรียนทำโจทย์มากๆ จะทำให้นักเรียนคล่องและจำสูตรได้แต่ในบางครั้งโจทย์ที่เป็นแบบเดียวกัน ถ้าทำหลาย ๆ ครั้งนักเรียนก็เบื่อหน่าย ครูต้องช่วยดูแลให้เหมาะสม การฝึกที่มีผลพิจารณาดังนี้

1. การฝึกจะให้ได้ผลดีต้องเป็นรายบุคคล เพราะคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ควรจะฝึกทีละเรื่อง เมื่อจบบทเรียนหนึ่ง และเมื่อเรียนได้หลายบทก็ควรฝึกรวบยอดอีกครั้ง

3. ควรมีการตรวจสอบแบบฝึกหัดแต่ละเรื่องที่ให้นักเรียนทำเพื่อประเมินผลนักเรียนตลอดจนประเมินผลการสอนของครูด้วย เมื่อนักเรียนทำโจทย์ปัญหาไม่ได้ ครูควรจะได้ถามตนเองอยู่เสมอว่าเป็นเพราะอะไร อาจจะเป็นเพราะครูใช้วิธีสอนไม่ดีก็ได้

4. เลือกแบบทดสอบที่สอดคล้องกับบทเรียนและให้แบบฝึกทักษะพอเหมาะไม่มากเกินไป ตลอดจนหาวิธีการในการที่จะให้ทำแบบฝึกหัด ซึ่งอาจจะใช้เอกสารแนะแนวทางบทเรียน การ์ตูน โปรแกรมชุดการเรียนการสอน

5. แบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

6. แบบฝึกหัดนั้นควรฝึกหลาย ๆ ด้าน ควรคำนึงถึงความยากง่ายเรื่องใดควรเน้นก็ให้ทำหลายข้อ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและจำได้

7. พึงตระหนักอยู่เสมอว่า ก่อนที่นักเรียนทำโจทย์นั้น นักเรียนเข้าใจวิธีการทำโจทย์โดยถ่องแท้ อย่าปล่อยให้นักเรียนทำโจทย์ตามตัวอย่างที่ครูสอน โดยไม่ให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แต่ประการใด

8. พึงตระหนักอยู่เสมอว่าฝึกอย่างไรนักเรียนจึงจะ“คิดเป็น” ไม่ใช่ “คิดตาม” ครูจะต้องฝึกให้นักเรียน “คิดเป็น” และ “แก้ปัญหาเป็น”

จากหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสร้างแบบฝึกทักษะและการนำแบบฝึกทักษะไปใช้ ต้องสอดคล้องเหมาะสมกับผู้เรียน คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล แบบฝึกทักษะน่าสนใจไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย

2.2.4 ประโยชน์ของแบบฝึกทักษะ

แบบฝึกทักษะมีประโยชน์ต่อการเรียนมาก เพ็ตตี้ (Petty. 1963 : 469-472) กล่าวไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มเติมหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะเป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ

2. ช่วยเสริมทักษะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นแต่จะต้องอาศัยการส่งเสริมและการเอาใจใส่จากครูผู้สอนด้วย

3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถทางภาษาที่แตกต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกทักษะที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จในด้านจิตใจมากขึ้น

4. แบบฝึกทักษะช่วยเสริมให้ทักษะทางการแก้ปัญหาคงทนโดยการกระทำดังนี้

4.1 ฝึกทันทีหลังจากที่เด็กได้เรียนรู้

4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก

5. แบบฝึกทักษะใช้เป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง

6. แบบฝึกทักษะที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่ม เด็กสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองต่อไปได้

7. การให้เด็กทำแบบฝึกทักษะช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของเด็กให้ชัดเจนซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุง แก้ไขปัญหานั้น ๆ ได้ทันท่วงที

8. แบบฝึกทักษะที่จัดทำขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือจะช่วยให้เด็กได้ฝึกฝนอย่างเต็มที่

9. แบบฝึกทักษะที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อย จะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะเตรียมสร้างแบบฝึกทักษะอยู่เสมอในด้านผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนทักษะต่าง ๆ มากขึ้น

10. แบบฝึกทักษะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอน ย่อมลงทุนต่ำกว่าที่จะพิมพ์ในกระดาษไขทุกครั้ง และผู้เรียนสามารถจดบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

จากเอกสารที่เกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ สรุปได้ว่า ประโยชน์ของแบบฝึกทักษะเป็นสื่อการสอนที่ช่วยลดภาระในการจัดการเรียนการสอนของครู เป็นเครื่องช่วยฝึกทักษะของนักเรียน แบบฝึกนอกจากจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะและทบทวนได้ด้วยตนเองแล้ว ยังช่วยให้ครูมอง เห็นปัญหาและข้อบกพร่องในการสอน ทราบปัญหาและข้อบกพร่อง จุดอ่อนนักเรียน เพื่อครูจะได้แก้ไขทันท่วงที นอกจากนี้ควรมีรูปแบบและหลักในการสร้าง เพื่อให้แบบฝึกทักษะที่เหมาะสมในการนำไปใช้ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มีความรู้ความเข้าใจและสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชำนาญ

2.2.5 หลักการนำแบบฝึกทักษะไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ประสาท อิศรปรีดา (2522 : 111) ได้เสนอแนะในการนำกฎแห่งการฝึกทักษะไปใช้ในห้องเรียน ดังนี้

1. ครูต้องพยายามหาโอกาสหรือเปิดโอกาสที่จะให้นักเรียนได้ใช้ความรู้อยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนก็ตาม

2. การทดสอบที่ดี การทำแบบฝึกทักษะก็ดี นับเป็นกิจกรรมที่จะทำให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทั้งสิ้น ครูจึงหมั่นทดลองหรือถามคำถามให้มาก

3. ให้นักเรียนได้พบกับปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ๆ หรือกิจกรรมใหม่ๆ อยู่เสมอ เพื่อเปิดโอกาสให้เขาได้ใช้ความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่

4. การให้เด็กได้กระทำซ้ำๆ จำเป็นต้องให้เขาเข้าใจหรือรู้ความมุ่งหมายตามไปด้วย และพยายามเน้นให้เด็กได้เรียนรู้การประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในปัญหาต่างๆ

บัททส์ (Butts. 1974 : 2) ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกทักษะไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจก่อน

2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกทักษะดูว่าทำได้หรือไม่

3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกทักษะและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องหรือไม่

4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกทักษะและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่

5. แบบฝึกทักษะนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่

6. เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้แบบฝึกทักษะให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม

7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่

8. อภิปรายร่วมกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกทักษะแล้วศึกษาถึงปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนเข้าใจหรือไม่

ในแบบฝึกทักษะแต่ละชุด จะประกอบด้วยสิ่งที่ให้ความรู้ ส่วนที่เป็นกิจกรรมที่ฝึกและส่วนที่เป็นข้อมูลย้อนกลับ

วิธีดำเนินการฝึก

กำหนดให้นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาส่วนที่เป็นความรู้หรือเนื้อหา

2. ทำกิจกรรมในแบบฝึกทักษะ

3. ตรวจสอบเพื่อหาข้อมูลย้อนกลับจากเฉลยด้านหลังแบบฝึกทักษะ

จากเอกสารที่ศึกษาค้นคว้า สรุปได้ว่า หลักการนำแบบฝึกทักษะไปใช้ในการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถของตนเองตามความเหมาะสมโดยครูจะต้องมีการวางแผนก่อนที่จะสอน การจัดการเรียนการสอนของครูจะต้องมีความต่อเนื่องและสอดคล้องกับกิจกรรมเพื่อที่จะทำให้เกิดประโยชน์แก่นักเรียนมากที่สุด

2.3 การจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

2.3.1 ความหมายของกลุ่ม

คำว่า กลุ่ม (Group) ได้มีผู้ให้ความหมายตามทัศนะหรือทรรศนะของแต่ละคนในทางจิตวิทยาสังคม ดังนี้

กัลลี (Gulley. 1960 : 62-63) ได้กล่าวสรุปได้ว่า การที่บุคคลหลายคนมารวมกันนั้นจะถือว่าเป็นการรวมได้ต้องประกอบด้วยลักษณะ 3 ประการ

1. มีวัตถุประสงค์ร่วมกัน โดยวัตถุประสงค์นั้นต้องสนองความต้องการของสมาชิกในกลุ่มทุกคน

2. สมาชิกทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำงาน

3. สมาชิกทุกคนมีการสื่อสารวาจาและสัมพันธ์ต่อกัน

กู๊ด (Good. 1973 : 267) ได้ให้คำกำจัดความของคำว่า “กลุ่ม” หมายถึง บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปที่อยู่ร่วมกันโดยมีปฏิสัมพันธ์กัน

เพจและโทมัส (Page & Thomas. 1977 : 152) ได้ให้ความหมายของคำว่า “กลุ่ม” หมายถึง บุคคลจำนวนหนึ่งในสังคมที่อาจอยู่ร่วมกันหรือแยกกันอยู่ เป็นผู้ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันในลักษณะที่มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน

สร้อยตระกูล อรรถมานะ (2541 : 170) ได้กล่าวว่า กลุ่ม ประกอบด้วยบุคคลตั้งแต่สองคนหรือมากกว่าโดยบุคคลเหล่านี้จะมีการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน มีการกระทำตอบโต้กันทางสังคมและต้องพึ่งพาอาศัยกัน นอกจากนี้สิ่งสำคัญซึ่งจะเชื่อมสมาชิกเข้าด้วยกัน พร้อมทั้งรักษาความเป็นสมาชิกในกลุ่ม คือ ความเชื่อ ความสนใจ แรงจูงใจ และเป้าหมายของสมาชิกในกลุ่มที่มีร่วมกัน และมีการรับรู้ถึงการรวมเป็นกลุ่มหรือความรู้สึกว่าเป็นสมาชิกของกลุ่ม เมื่อจะทำอะไรก็ทำในนามของกลุ่ม

เรียม ศรีทอง (2542 : 300) ได้กล่าวไว้ว่า กลุ่ม หมายถึง การรวมตัวกันของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน และมีบทบาทที่แตกต่างกัน

สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ (2546 : 29) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่ม หมายถึง ประสบการณ์ทางการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับจากการลงมือร่วมปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของแต่ละคน แต่ละคนในกลุ่มมีอิทธิพลและปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 124) กล่าวถึง ความหมายของกระบวนการกลุ่มว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับความรู้จากการลงมือร่วมกันปฏิบัติเป็นกลุ่ม กลุ่มจะมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของสมาชิกในกลุ่มและสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมีอิทธิพลและปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน

ประทีป แสงเปลี่ยนสุข (2546 : 1) ได้พูดความหมายของกระบวนการกลุ่มว่าเป็นกระบวนการทำงานตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยมีจุดมุ่งหมายร่วมกันมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกมีบทบาทของผู้นำกลุ่ม สมาชิกกลุ่มและวิธีการทำงานกลุ่ม

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า กลุ่ม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปอยู่รวมกันมีการสื่อสาร ปฏิสัมพันธ์ และมีจุดมุ่งหมายเดียวกันมีการทำงานร่วมกัน รับผิดชอบร่วมกันและให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อทำให้เกิดผลสำเร็จและบรรลุมุ่งหมายตามที่กลุ่มตั้งไว้

2.3.2 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบจัดกลุ่ม

ปัจจุบันระบบการศึกษาของไทยได้เน้นกระบวนการเรียนการสอนการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้ เรียนรู้การตัดสินแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการ ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนการสอน ได้มีผู้ให้การสนับสนุนไว้หลายท่าน ดังต่อไปนี้

ยัง (Young. 1972 : 634) กล่าวถึง ประโยชน์ของการทำงานกลุ่มไว้ดังนี้

1. การเรียนโดยให้ทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้การทำงานของครูมีความคล่องตัวมากขึ้นในการให้ความช่วยเหลือเด็กแต่ละคน

2. ทำให้บรรยากาศในการเรียนไม่เคร่งเครียด

3. การทำงานกลุ่มช่วยเสริมสร้างความสามัคคีและลดปัญหาระเบียบวินัย

4. การทำงานกลุ่มช่วยแก้นิสัยไม่กล้าแสดงออกของนักเรียนบางคนเพราะการทำงานร่วมกันจะทำให้ทุกคนรู้สึกว่ามีความสำคัญต่อกลุ่มเท่ากัน

5. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการเสนอแนะ การซักถาม ตลอดจนส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียน

6. ฝึกให้เป็นผู้กว้างขวางในการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ

สลาวิน (Slavin. 1990 : 40-41) ได้กล่าวถึงวิธีการเรียนแบบจัดกลุ่มว่ามีประโยชน์เพราะสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะช่วยกันทำกิจกรรม เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน นักเรียนทุกคนช่วยกระตุ้นให้เพื่อนสมาชิกร่วมกลุ่มทำงานให้ดีที่สุดเพื่อกลุ่มของตนเองจะได้มีผลงานและประสบความสำเร็จมากกว่ากลุ่มอื่น นักเรียนจึงเพิ่มความสนใจเพื่อนสมาชิกร่วมกลุ่มมากยิ่งขึ้น เพราะทุกคนต้องให้ความร่วมมือและพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน

ยุพิน พิพิธกุล (2539 : 265) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนเป็นกลุ่มว่า ทำให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันแบบประชาธิปไตย รู้จักแสดงความคิดเห็น มีการอภิปราย ซักถาม เกิดความสามัคคีในกลุ่ม สร้างบรรยากาศในห้องเรียนและช่วยให้ครูมีเวลามากขึ้นในการอธิบายเฉพาะกลุ่มที่มีปัญหาเท่านั้น

จากการศึกษาเอกสารสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มนั้นเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนทั้งในด้านการปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความมีระเบียบวินัย และความรับผิดชอบต่องานของกลุ่มตลอดจนความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เป็นการส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตยให้กับผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านวิชาการและเรียนรู้แนวความคิดจากสมาชิกในกลุ่มคนอื่นๆ

2.3.3 ทฤษฎีการทำงานเป็นกลุ่ม

ทฤษฎีเกี่ยวกับกลุ่มและการทำงานร่วมกัน เป็นเรื่องเกี่ยวกับการที่จะพยายามสร้างแรงจูงใจในระดับสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้เขาเหล่านั้นสามารถทำงานร่วมกันได้ดี ในเรื่องของทฤษฎีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มนี้ มีผู้เสนอทฤษฎีที่น่าสนใจไว้แตกต่างกันหลายทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีตาข่ายปฏิบัติงาน

ผู้พัฒนาความคิดของทฤษฎีนี้ คือ เบลคและมูทอน (Blake & Mouton) แห่งมหาวิทยาลัย เท็กซัส หลักการสำคัญของทฤษฎีนี้เชื่อว่าบุคคลต้องการจะทำงานให้ได้ผลและต้องการมีส่วนร่วมในงานที่กลุ่มรับผิดชอบ และการทำงานแบบกลุ่มเข้ามาส่วนร่วมในผลสำเร็จย่อมกระทำได้ด้วยการสร้างบรรยากาศขององค์การที่จะช่วยให้สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์และเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นในการทำงานอย่างจริงจัง ทฤษฎีตาข่ายนี้มีความเชื่อฝังใจว่าผลงานย่อมเกิดจากการบูรณาการ (โสภณ ปภาพจน์. 2521 : 118-119)

2. ทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการกลุ่ม

กระบวนการกลุ่มเป็นเรื่องของการทำงานของกลุ่มคน ทฤษฎีนี้มุ่งศึกษาเพื่อหาความรู้ที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงการทำงานของกลุ่มชนให้มีประสิทธิภาพ เนื้อหาของทฤษฎีนี้จึงมุ่งศึกษาถึงเรื่องของธรรมชาติของคน พฤติกรรมของคนธรรมชาติของกลุ่ม ลักษณะการรวมตัวของกลุ่มองค์ประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญของกลุ่ม กระบวนการทำงานของกลุ่ม เป็นต้น (ทิศนา แขมมณี และ เยาวภา เดชะคุปต์. 2522 : 1)

3. ทฤษฎีการทำงานร่วมกัน

ทฤษฎีนี้ได้รับพัฒนาขึ้นมาโดย จอร์จ (George) ทฤษฎีนี้ อธิบายหลักการสำคัญไว้ว่าการกระทำร่วมกันเป็นกลุ่ม ประกอบด้วยพื้นฐานสำคัญ 3 ประการ คือ กิจกรรม การกระทำร่วมกันและความรู้สึก องค์ประกอบทั้ง 3 จะเกี่ยวข้องกันและความรู้สึกของพวกเขาจะมีมากขึ้นด้วย บุคคลต่าง ๆ ภายในกลุ่มต้องไปเกี่ยวพันกับบุคคลอื่นไม่เพียงแต่อยู่ใกล้ชิดเท่านั้น พวกเขาจะต้องทำการตัดสินใจ ติดต่อสื่อสาร สนับสนุน ประสานงาน และประสบความสำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่มอีกด้วย สมาชิกภายในกลุ่มหรือองค์กรที่เกี่ยวพันกันในลักษณะดังกล่าว มีแนวโน้มจะรวมกันเข้าเป็นกลุ่มที่มีพลังสูงมาก (สมยศ นาวีการ. 2523 : 234)

จากการศึกษาทฤษฎีการทำงานเป็นกลุ่ม ที่กล่าวมา สรุปได้ว่า เป็นการสร้างแรงจูงใจในการทำงาน เพื่อให้สมาชิกภายในกลุ่มสามารถทำงานร่วมกันได้ดี เมื่อสมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากเท่าใด การทำงานร่วมกันและความรู้สึกร่วมก็จะมีมากขึ้นด้วย พร้อมทั้งเป็นการสร้างบรรยากาศของกลุ่มเพื่อเป็นการสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์พร้อมกันนี้การนำทฤษฎีการทำงานแบบกลุ่มไปใช้ เป็นสิ่งที่ช่วยปรับปรุงการทำงานของกลุ่มให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI

3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้บูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ร่วมกับเทคนิค TAI โดยมีขั้นการจัดกิจกรรมการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสร้างประสบการณ์ให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 3 จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้วิเคราะห์ประสบการณ์จากกิจกรรม

ขั้นที่ 4 จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 5 จัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดและสรุปเป็นหลักการและกฎเกณฑ์แน่นอนเพื่อนักเรียนมีความเข้าใจ

ขั้นที่ 6 นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติงานตามใบงาน

ขั้นที่ 7 นักเรียนนำเสนอผลการปฏิบัติงาน

ขั้นที่ 8 นักเรียนร่วมกลุ่มกันอภิปราย

ขั้นที่ 9 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มเสนอผลการทำงานกลุ่มและจัดกิจกรรมแลก เปลี่ยนความคิดเห็น

ขั้นที่ 10 สรุปบทเรียน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เวลมิเออร์ (Wehmerier. 2000 : 9) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่างๆ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรประกอบด้วยส่วนสำคัญอย่างน้อย 3 ส่วนคือ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพของด้านอื่นๆ

วิลสัน (Wilson. 1988 : 643-696) ได้นำเอาการจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาทางด้านพุทธนิสัย ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้-ความจำ ด้านการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึงความสามารถในการคิดคำนวณ ได้แก่ ความรู้ ความจำแบบง่ายๆเกี่ยวกับสิ่งที่ผ่านมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นคือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) หมายถึง การถามที่จะวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปหรือแบบเดียวกันกับที่นักเรียนได้รับจากบทเรียนการสอนมาแล้ว นอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้พื้นฐานที่นักเรียนต้องนำมาใช้เสมอ

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) หมายถึง ความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้โดยคำถามจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) หมายถึง ความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนมาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ที่ง่ายคล้ายคลึงกับตัวอย่างนักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ การวัดพฤติกรรมนี้แบ่งออกเป็น 6 ขั้น คือ

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concepts) หมายถึง ความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความ หรือยกตัวอย่างโดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างที่แตดต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principles rules and generalization) หมายถึง ความสามารถในการนำเอาหลักการกฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์ และนิยามในคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปของปัญหา จากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem element from one mode to another) หมายถึง ความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งความหมายเหมือนเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) หมายถึง ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) หมายถึงความสามารถในการอ่าน และตีความจากโจทย์ความสามารถระดับนี้รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟ หรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน คือ แบบฝึกหัดที่นักเรียนจะต้องเลือกใช้ กระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาโดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน (Ability to solve routine problem) หมายถึง ปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้ว นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุดเพื่อสรุปการตัดสินใจซึ่งในการแก้ปัญหานี้อาจต้องใช้การคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้าง ในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกมาพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นและลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize patterns isomorphism and symmetries) หมายถึงความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อนส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาเรียนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve nonrontine problem) หมายถึงความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อนนักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจมโนคติ นิยามตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) หมายถึง ความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้การแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมา แล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to construct proofs) หมายถึงความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.4 ความสามารถในการวิเคราะห์การพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) หมายถึงความสามารถในการใช้เหตุผลควบคู่กับการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการพิจารณาเป็นพฤติกรรมที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้ได้เป็นกรณี (Ability to formulate and validate generalization) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2545 : 29) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) หมายถึงคุณลักษณะ รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพสมอง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 18) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหา (Content) ของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้ว การวัดผลสัมฤทธิ์ยึดเนื้อหาวิชาเป็นหลัก เช่น คณิตศาสตร์อาจมีเนื้อหาการบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วน ความเป็นไปได้ บัญญัติไตรยางศ์ การสอบวัดความรู้หลังจากเรียนเนื้อหาที่กำหนดให้ภาคเรียนหรือในชั้นหนึ่งๆ เป็นการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุนันท์ ฉิมวัย (2543 : 11) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆของสมองหรือประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆของแต่ละบุคคล สามารถวัดได้โดยการทดสอบด้วยวิธีต่างๆ

ณยศ สงวนสิน (2547 : 9) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสามารถหรือความสำเร็จในด้านต่างๆ เช่น ความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหา ความสามารถในการนำไปใช้ และการวิเคราะห์รวมถึงประสิทธิภาพที่ได้จากการเรียนรู้ที่ได้รับจากการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆ ซึ่งสามารถวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปราณี กองจินดา (2549 : 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธนิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของจุดประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

จากความหมายที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงความสามารถหรือผลสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆของสมองหรือประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆ ของแต่ละบุคคล ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบเลือกตอบ

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2545 : 19) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งตรวจสอบความรู้ทักษะ และสมรรถภาพของสมองด้านต่างๆ ของนักเรียนว่าหลังจากเรียนรู้เรื่องนั้นแล้ว นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใดมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้นๆมากน้อยเพียงใด

ล้วน สายยศ และอังคณา สายศ (2543 : 20) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด ดังเช่น การสอบวัดผลการเรียนการสอนในชั้นเรียนปัจจุบัน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545 : 96) สรุปว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้มากเพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 193) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถ ทักษะ/กระบวนการทักษะการแก้ปัญหาทักษะการคิดคำนวณ การนำความรู้ไปประยุกต์ ใช้รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

4.3 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี (สิริพร ทิพย์คง. 2545 : 195 ; พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2545 : 135-161) ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นคือ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรจะได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจงความถูกต้องตามหลักวิชาและเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

4. การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าความรู้ความจำ ได้แก่ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

5. ความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินไปเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มีความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามข้อสอบที่ง่าย

เกินไปนักเรียนตอบได้หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป

6. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน โดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียด ตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

7. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าวๆ ตอบได้และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี ต้องเป็นแบบทดสอบที่ต้องมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ถามลึก มีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนกและมีความยุติธรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและนำไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพ

5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาซึ่งนักจิตวิทยา นักการศึกษา และนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศได้อธิบายความหมายและสรุปแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มีทั้งที่สอดคล้องและขัดแย้งกัน ไอแซคเซนและคณะ (Isakesen & others. 1987 : 68) ดังนี้

โลแกนและโลแกน (Logan & Logan. 1971 : 3-11) ได้รวบรวมความคิดสร้างสรรค์และสรุปได้ 5 แนวทาง คือ

1. ความหมายในแง่ของความคิดริเริ่มใหม่ๆ ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงความคิดริเริ่มที่แปลกใหม่ แม้จะคล้ายคลึงกับสิ่งที่มีผู้คิดไว้แล้ว แต่ถ้ามีองค์ประกอบใหม่บางอย่างที่ต่างไปจากเดิม และผู้คิดสามารถคิดได้อย่างฉับพลัน โดยที่สิ่งนั้นเป็นสิ่งใหม่สำหรับตัวผู้คิดเอง ก็จัดว่าเป็นความคิดสร้างสรรค์ สิ่งที่คิดขึ้นมาได้นั้นจะต้องเป็นประโยชน์และเป็นที่พอใจของคนอื่นๆในเวลานั้นด้วย

2. ความหมายในแง่ของการเปรียบเทียบความคิดธรรมดา ความคิดสร้างสรรค์หมายถึงการคิดสิ่งใหม่ๆโดยคิดในแง่มุมที่แปลกใหม่และใช้จินตนาการหรือวิธีการใหม่ๆ ในการแก้ปัญหา ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดแก้ปัญหาจากประสบการณ์และความสามารถของตนเองใน

ขณะที่คนอื่นๆ จะเห็นคล้องตามความคิดที่ผู้รู้ผู้ชำนาญคิดเอาไว้แล้ว โดยไม่ได้ใช้ประสบการณ์และความสามารถของตนเองให้เป็นประโยชน์เลย

3. ความหมายในแง่ของกระบวนการคิด ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการที่บุคคลสามารถคิดค้นสิ่งใหม่ๆ ขึ้นมาได้หรือค้นพบสิ่งที่ผู้อื่นค้นพบมาก่อนแล้ว หรือจัดเรียงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้อยู่ในรูปแบบใหม่นี้ ซึ่งจะทำให้ได้ความรู้ใหม่ๆ อีกด้วย กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ไม่ใช่เพราะสิ่งที่คิดได้มีความสำคัญแต่เป็นเพราะตัวกระบวนการที่บุคคลเรียนรู้ถึงสิ่งใหม่ด้วยแรงกระตุ้นจากความต้องการของตนเองและได้เรียนรู้แล้ว ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการมองเห็นหรือสร้างสรรค์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่ในจิตสำนึกและจิตใต้สำนึกซึ่งเป็นกระบวนการคิดที่หลุดพ้นจากภาวะปกติ ขั้นตอนของกระบวนการคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

3.1 ขั้นรู้สึกถึงปัญหา

3.2 ขั้นพยายามคิดแก้ปัญหา

3.3 ขั้นเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้งและคิดหาคำตอบได้

3.4 ขั้นแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ตามจุดมุ่งหมาย

3.5 ขั้นเผยแพร่สิ่งที่คิดได้ให้ผู้อื่นทราบ

4. ความหมายในแง่ของสติปัญญาความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสติปัญญาอย่างหนึ่งที่อยู่ในรูปแบบของความคิดแบบอเนกนัย ความคิดสร้างสรรค์หมายถึงความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้อย่างคล่องแคล่ว คิดได้หลายแนวทาง คิดหาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหากับสิ่งเร้าต่างๆ ได้คำตอบแบบใหม่ๆ หลายๆ คำตอบจากคำถามเพียงข้อเดียว

5. ความหมายในแง่ของผลงาน ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดที่จะสร้างสิ่งที่ไม่เคยมีมาก่อน สิ่งนั้นจะแปลกใหม่ไม่เหมือนใคร และจะต้องใช้ความพยายามมากในการประดิษฐ์ ปรับปรุงหรือรวบรวมสิ่งต่างๆ เข้าด้วยกันด้วยวิธีใหม่ที่ยังไม่เคยมีผู้ทำมาก่อน เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับสิ่งนั้น การปรับปรุงผลงานเดิม ตลอดจนการค้นพบสิ่งสัมพันธ์ในรูปแบบใหม่ระหว่างสิ่งที่มีอยู่ในโลก

เทรฟฟิงเกอร์และคณะ (Treffinger & others. 1987 : 10-11) ได้จัดกลุ่มนิยามของความคิดสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกันออกเป็นกลุ่มๆ ได้ 4 กลุ่ม ดังนี้ คือ

1. นิยามความคิดสร้างสรรค์ที่อธิบายในลักษณะของการแก้ปัญหา (Problem solving)

ออสบอร์น (Osborn. 1963 : 1-114) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied imagination) คือ จินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหายุ่งยากที่ตนประสบแต่ไม่ใช่เป็นจินตนาการที่ฟุ้งซ่าน เลื่อนลอย ความคิดเชิงจินตนาการอย่างเดียวไม่ทำให้เกิดผลผลิต

สร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการควบคู่ไปกับความอุตสาหพยายาม จึงจะทำให้งานสร้างสรรค์สำเร็จลงได้

2. นิยามความคิดสร้างสรรค์ที่อธิบายในลักษณะของความสามารถด้านการคิด (Cognitive abilities)

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 138) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ลักษณะของความคิดเช่นนี้ จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมทั้งการคิดวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จด้วยความคิดแบบอเนกนัยนี้ ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความละเอียดลออ (Elaboration)

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1962 : 16) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผล หรือสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้ อาจจะเกิดจากการรวบรวมเอาความรู้ต่างๆ ที่ได้จากประสบการณ์แล้วรวบรวมความคิดเป็นสมมติฐานและทำการทดสอบสมมติฐานแล้วรายงานผลที่ได้จากการค้นพบ

3. นิยามความคิดสร้างสรรค์ที่อธิบายในลักษณะของความคิดแบบโยงสัมพันธ์ (Association of ideas)

วอลลาชและโคแกน (Wallach & Kogan. 1965 : 13-20) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความคิดโยงสัมพันธ์ (Association) คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ คนที่สามารถคิดอะไรได้อย่างสัมพันธ์ เป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อเห็นปากกา จะนึกถึง กระดาษ ดินสอ ขวดหมึก โต๊ะ ตำรา สมุด บันทึก ฯลฯ ยิ่งคิดได้มากเท่าใด ก็ยิ่งแสดงถึงศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นเท่านั้น

4. นิยามความคิดสร้างสรรค์อธิบายในลักษณะของบุคลิกภาพ (Personality)

แอนเดอร์สัน และคนอื่นๆ (Anderson & others. 1970 : 90) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมของบุคคลซึ่งแสดงความคิดใหม่ๆ อันเป็นการกระทำของบุคคลที่เลือกมาจากประสบการณ์ทั้งหมดที่ผ่านมา เพื่อสร้างรูปแบบอย่างใหม่ๆ ความคิดใหม่ หรือผลผลิตใหม่ และถือว่าทุกคนเกิดมาพร้อมมีศักยภาพทางการสร้างสรรค์ซึ่งสามารถพัฒนาได้ในทุกระดับ อายุ และทุกสาขาวิชา ถ้าจัดประสบการณ์ให้เหมาะสม

วนิช สุธารัตน์ (2544 : 99) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่นโดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์เดิม คือ ความรู้ ข้อมูลข่าวสาร การศึกษาเหตุผล และการใช้ปัญหาในการจัดสร้างรูปแบบของความคิด อาจแสดงออกมาในรูปธรรมอย่างประจักษ์ชัด หรือมีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งจะเป็นพื้นฐานให้มีความคิดเชื่อมโยงจนเกิดความ

ประจักษ์ชัดและก่อให้เกิดเป็นผลงานทางศิลปะและวิทยาการสาขาต่าง ๆ รวมทั้งผลงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นประโยชน์ต่อสังคม ประเทศชาติ และมนุษยชาติ

มาลี จุฑา (2544 : 207) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดให้ได้มาซึ่งสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ไม่ซ้ำเดิมและมีการพัฒนาอยู่เสมอ

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวัจนัง (2544 : 74) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง จินตนาการประยุกต์ที่สามารถนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ทางเทคโนโลยีเป็นความคิดในลักษณะที่คนอื่นคาดไม่ถึง เป็นความคิดที่หลากหลาย คิดได้กว้างไกล เป็นได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2544 : 29) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลาย ๆ อย่าง มารวมกันเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์มีอิสรภาพทางความคิด

อารี พันธ์มณี (2545ก : 84) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันไปสู่ความคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ปรุงแต่งหลักความคิดเดิม ผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ

อารี หลวงนา (2545 : 50) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะการคิดลักษณะหนึ่งซึ่งเป็นความสามารถที่สำคัญของมนุษย์ อันเป็นพื้นฐานของการพัฒนาความสามารถด้านอื่น ๆ ตลอดจนทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาประเทศ

อุษณีย์ อนุรุทธิวงศ์ (2545 : 94) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง

1. การสร้างใหม่ที่ไม่ธรรมดา แปลก ที่เป็นหนทางและทางออกของปัญหาที่ลงตัวล้ำหน้าที่ละเอียดอ่อนซับซ้อน

2. การมองสิ่งต่าง ๆ ในมุมกว้าง เจาะลึกลงไปเห็นประเด็นปัญหาอย่างมีจุดหมาย

3. การวิเคราะห์โดยการที่เอาหนทางการแก้ปัญหาเป็นตัวตั้งซึ่งมีกระบวนการความคิดที่ยืดหยุ่น ความคิดที่ไม่ธรรมดา ถักทอโยงใยกับสิ่งต่างๆ มิติที่อาศัยข้อมูลประสบการณ์ที่อยู่บนพื้นฐานของจินตนาการ

4. เป็นการสังเคราะห์ การสร้างโครงสร้างใหม่ การนำเอาข้อมูลต่างๆมาประมวลวางรากฐาน ทิศทางใหม่ที่มีกระบวนการที่เป็นเอกลักษณ์

จากแนวคิดต่างๆที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะของบุคคลทางด้านสมองที่สามารถคิดแปลกๆ ใหม่ๆ แล้วแปลงความคิดนั้นเป็นผลิตผลหรือเป็นการกระทำที่

เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้ประสบการณ์เดิมมาคิดโยงสัมพันธ์กันก่อให้เกิดความคิดอเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นี้มิใช่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้หรือสิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ หรือที่เรียกว่าจินตนาการประยุกต์นั่นเอง

5.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ มักมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่ม ซึ่งแท้แล้วความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดอื่นด้วย นอกจากความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่ความสามารถที่มาจากกรรมพันธุ์เพียงอย่างเดียว ความคิดสร้างสรรค์มิใช่สิ่งเลื่อนลอยหรือเพ้อฝัน การที่จะเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ต้องมีการเร้าจากสิ่งแวดล้อมมาประกอบด้วย

วิลสัน (Wilson. 1958 : 114-115) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด (Fluency) และความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) โดยแบ่งเป็นชนิดย่อยๆ ได้อีกประเภทละ 2 ชนิด

1. ความคล่องในการคิด แบ่งเป็นความคล่องในด้านการเชื่อมโยง (Associative fluency) คือความสามารถในการคิดคำนึงถึงคำหรือข้อความที่เขียนแล้วให้ความหมายชัดเจน ถูกต้อง รวดเร็วดังที่ต้องการ ความสามารถนี้ความสำคัญต่อการอธิบายความคิดของตนได้เป็นอย่างดี ความคล่องในด้านแนวความคิด (Ideational fluency) เน้นถึงอัตราเร็วที่แต่ละคนสามารถเกิดความคิดในด้านต่างๆ ขึ้นมา

2. ความยืดหยุ่นในการคิดแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.1 ความยืดหยุ่นในการปรับความคิด (Adaptive flexibility) คือความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางของความคิด เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นใหม่ เพื่อจะได้ค้นพบสิ่งใหม่ๆ

2.2 ความยืดหยุ่นในการคิดหลายแนวทาง (Spontaneous flexibility) คือ ความสามารถในการคิดที่จะตอบสนองปัญหาอย่างเดียวกันนั้นหลายๆแบบ โดยคิดถึงปัญหานั้นในหลายๆ ด้าน

จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (สิริลักษณ์ วงศ์เพชร. 2542 : 55 ; อ้างอิงจาก Guilford. 1967 : 267-293) ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองในลักษณะ 3 มิติคือ มิติด้านเนื้อหา มิติด้านวิธีการคิด และมิติด้านผลของการคิด แต่ละมิติยังประกอบด้วยลักษณะต่างๆ หลายด้าน และลักษณะการคิดแบบอเนกนัยก็เป็นลักษณะหนึ่งที่ประกอบอยู่ในมิติด้านวิธีการคิด ซึ่งความคิดอเนกนัยนี้ก็คือความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นลักษณะที่สำคัญด้านหนึ่งซึ่งประกอบด้วยความคิดที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดง่ายๆ ธรรมดา หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น เป็นลักษณะการคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกไม่เคยมีใครนึกหรือคิดมาก่อน และเป็นความคิดที่มีคุณค่าเป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดได้อย่างรวดเร็ว มีปริมาณมากและไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ความคล่องตัวนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านี้ต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีการแก้ไขได้หลายวิธี

3. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการคิดถึงรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้น การคิดถึงรายละเอียดของเรื่องนั้นมากเท่าใดยิ่งทำให้การแก้ปัญหาเฉพาะหน้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น

อารี พันธ์มณี (2540 : 33-40) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ว่า โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์มักเข้าใจและมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่ม ซึ่งแท้จริงแล้วความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ลักษณะความคิดอื่นๆ ด้วย มิใช่แต่ความคิดริเริ่มเพียงอย่างเดียว ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะสำคัญที่ก่อให้เกิดการเริ่มต้น โดยองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์คือ

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่ายๆ ความคิดริเริ่มหรือที่เรียกว่า Wild idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะของความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงาน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจึงต้องเป็นคนกล้าคิดกล้าแสดงออกพร้อมกับทดลอง ทดสอบความคิดนั้นอยู่เสมอ

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันเมื่อตอบปัญหาเรื่องเดียวกัน ความคล่องในการคิดนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา เพราะในการแก้ปัญหาจะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธีการแก้ไขหลายวิธีและต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องตามต้องการ

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

3.1 ความยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถในการคิดอย่างอิสระให้ได้คำตอบหลายแนวทาง ในขณะที่คนทั่วไปจะคิดได้เพียงแนวทางเดียว

3.2 ความยืดหยุ่นทางการดัดแปลง เป็นความสามารถในการคิดดัดแปลงของสิ่งเดียวให้เกิดประโยชน์หลายๆด้าน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นลักษณะของความพยายามในการใช้ความคิดและประสานความคิดต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสำเร็จ

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวัจนัง (2544 : 74) กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ประกอบไปด้วย

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ซึ่งหมายถึง ปริมาณความคิดของบุคคลในการคิดหาคำตอบอย่างรวดเร็ว คล่องแคล่ว และมีปริมาณในเวลาจำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ซึ่งหมายถึง ประเภทหรือแบบแผนความคิดที่สามารถคิดได้หลายทาง การใช้วิธีการหลาย ๆ อย่างที่แตกต่างกันมาจัดเป็นความคิดให้มีทิศทางที่แตกต่างกันออกไป

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) ซึ่งหมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากบุคคลอื่นเป็นความคิดที่บุคคลอื่นคิดไม่ถึง แนวคิดที่แปลกใหม่ที่กล้าให้แตกต่างจากความคิดเดิมหรือความคิดเก่า

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) ซึ่งหมายถึง ความช่างสังเกต พิถีพิถันประณีตบรรจง เพื่อให้การสร้างผลงานเป็นการแปลกใหม่พิเศษเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน เป็นความคิดที่นำมาขยายความคิดแรกให้ชัดเจนขึ้นเป็นการเพิ่มเติมรายละเอียดให้ความริเริ่มสมบูรณ์ งดงามและสาระชัดเจนขึ้น

จากแนวคิดที่กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักการศึกษา และนักจิตวิทยา จะสอดคล้องกันคือ มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น แต่นักการศึกษาบางท่านจะมี 4 องค์ประกอบ โดยเพิ่มความคิดละเอียดลออ

5.3 กระบวนการคิดสร้างสรรค์

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความรู้สึกที่ไวต่อปัญหาหรือวิธีการคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างเป็นขั้นตอนและสามารถแก้ไขปัญหาได้สำเร็จรวมทั้งนำผลไปใช้ให้ประโยชน์ในสิ่งใหม่ จากการศึกษาพบว่ามีผู้กล่าวถึงกระบวนการคิดสร้างสรรค์ไว้หลายท่านดังนี้

ออสบอร์น (อารี พันธ์มณี. 2540 : 9 ; อ้างอิงจาก Osborn. 1963 : 214) ได้ขยายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เป็น 7 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การชี้ถึงปัญหา เป็นระบุหรือทราบประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 2 การเตรียมและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นเตรียมการรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการคิดแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ เป็นขั้นที่ใช้ความคิดพิจารณาและแจกแจงข้อมูล

ขั้นที่ 4 การใช้ความคิดหรือคัดเลือกเพื่อหาคำตอบต่าง ๆ อย่างละเอียดรอบคอบ

ขั้นที่ 5 การคิดและการทำให้กระจ่าง เป็นขั้นที่ทำให้จิตใจว่าง เพื่อให้เกิดความคิดแวบแล้วกระจ่างขึ้น

ขั้นที่ 6 การสังเคราะห์หรือการรวบรวมส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

ขั้นที่ 7 การประเมินผล เป็นการคัดเลือกจากคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

แอนเดอร์สัน (อารี พันธ์มณี. 2540 : 9-10 ; อ้างอิงจาก Anderson. 1970 : 28) กล่าวว่า ความแตกต่างของบุคคลอยู่ที่ความคิดสร้างสรรค์และประสบการณ์เป็นสำคัญ พร้อมทั้งได้แบ่งกระบวนการด้านความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 มีความสนใจ และรู้ถึงความต้องการของจิตใจและสมอง

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์และสิ่งที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 3 ไตร่ตรองถึงการวางแผน โครงร่างและรูปแบบของงาน

ขั้นที่ 4 จากผลข้อ 1-3 ทำให้เกิดการจินตนาการ

ขั้นที่ 5 สร้างจินตนาการออกมาให้เป็นความจริงและแสดงผลให้เห็นได้ชัด

ขั้นที่ 6 รวบรวมความคิดและแสดงออกมาในรูปของผลงาน

วอลลาส (อารี พันธ์มณี. 2540 : 8-9 ; อ้างอิงจาก Wallas. 1962 : 37-41) กล่าวว่า กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์เกิดจากความคิดสิ่งใหม่ ๆ โดยการลองผิดลองถูก (Trial and error) และได้แบ่งขั้นตอนไว้เป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำหรือแนวทางที่ถูกต้อง หรือข้อมูลระบุปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง

ขั้นที่ 2 ขั้นความคิดคุกรุ่นหรือระยะฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่อยู่ในความวุ่นวายของข้อมูลต่าง ๆ ทั้งใหม่และเก่า ปราศจากความเป็นระเบียบเรียบร้อยไม่สามารถจะขมวดความคิดนี้จึงปล่อยความคิดไว้เงียบ ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นความคิดกระจ่างชัด (Illumination) เป็นขั้นที่มีความคิดสับสนนั้นได้ผ่านการเรียบเรียงและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้มีความกระจ่างชัด และมองเห็นภาพพจน์มโนทัศน์ของความคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นที่ใช้ความคิด 3 ขั้น จากข้างต้นเพื่อพิสูจน์ว่าเป็นความคิดที่เป็นจริงและถูกต้อง

ทอแรนซ์ (อารี พันธ์มณี. 2540 : 6-8 ; อ้างอิงจาก Torrance. 1965 : 57) ได้อธิบายว่าเป็นกระบวนการของความรู้สึกที่ไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไป แล้วจึงรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานขึ้น ต่อจากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานขึ้น

ขั้นต่อไปจึงเป็นการรายงานผลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวคิดและแนวทางใหม่ต่อไป ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง และทอแรนซ์เรียกกระบวนการลักษณะนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หรือ “The creative problem solving process” ซึ่งเป็นขั้น ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพบความจริง (Fact – finding) ในขั้นนี้เริ่มตั้งแต่ เกิดความรู้สึงกังวลใจ มีความสับสนวุ่นวาย (Mess) เกิดขึ้นในจิตใจแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จากจุดนี้ก็พยายามตั้งสติและพิจารณาดูว่าความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสนหรือสิ่งที่ทำให้กังวลใจนั้นคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem – finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว จึงสรุปว่า ความกังวลใจ ความสับสน วุ่นวายในใจนั้นก็คือการมีปัญหาเกิดขึ้นนั่นเอง

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea – finding) ขั้นนี้ต่อจากขั้นที่ 2 เมื่อรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้นก็พยายามคิดและตั้งสมมติฐานขึ้นและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution - finding) ในขั้นนี้ก็จะพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐานในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance – finding) ขั้นนี้จะเป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไร และต่อจากจุดนี้การแก้ปัญหาหรือการค้นพบยังไม่จบตรงนี้ แต่ที่ได้จากการค้นพบจะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไปที่เรียกว่า New challenges

จุงส์ (อารี พันธ์มณี. 2540 : 10 ; อ้างอิงจาก Junges. 1963 : 15) ได้อธิบายถึงความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยเสนอวิธีการคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 ขั้น และเรียกขั้นเหล่านี้ว่า “ห้าขั้นแห่งการสร้างความคิด” ดังนี้

ขั้นที่ 1 คิดรวบรวมข้อมูล หมายถึง การใช้ใจคิดรวบรวมวัตถุดิบต่างๆ คิดถึงข้อมูลต่างๆ ทุกอย่างที่เรากระทำ เช่น การเขียนโฆษณา หรือจะเขียนรูป เป็นต้น เราก็นึกถึงภาพที่เขากระทำมา เช่น สี เส้นสี การวาดรูปที่เขาทำกันมาพยายามใช้ความคิดกับสิ่งต่างๆ เหล่านั้นอย่างกระตือรือร้นให้มันหลั่งไหลเข้ามาสู่ใจ หรือสมองของเรา

ขั้นที่ 2 กระบวนการใช้วัตถุดิบ หมายถึง การคิดถึงข้อมูลต่างๆ ที่ได้รวบรวมอยู่ในใจครั้งแล้วครั้งเล่าว่า การทำอย่างนี้จะเป็นที่สนใจและได้ประโยชน์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความคิดอันอื่นที่เรารวบรวมอยู่ในใจ หากสมองเหนื่อยก็จะหยุดพักไว้ก่อน

ขั้นที่ 3 ทำใจให้ว่าง หมายถึง การหยุดคิดแล้วทำจิตใจให้ว่างลืมปัญหาต่างๆ ในขั้นที่สอง แล้วหันเหความสนใจไปยังสิ่งอื่นๆ อีก ปล่อยให้จิตใจใต้สำนึกของกลไกความคิดทำงานของมันต่อไป

ขั้นที่ 4 ยูรีกา หมายถึง ขั้นเกิดความคิดแวบเข้ามา บางครั้งความคิดอาจหลั่งไหลเข้ามาโดยไม่คาดคิด อาจเป็นเวลาไหนก็ได้ แต่ส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นในตอนเราครึ่งหลับครึ่งตื่นในตอนเช้า และเขาเรียกขั้นนี้ว่า “ยูรีกา” ซึ่งแปลว่า “ข้าพเจ้าได้พบแล้ว” หรือ “ได้ตัวแล้ว” ซึ่งเป็นคำกล่าวของอาร์คิมีดีส กล่าวในขณะที่เขาได้พบวิธีหาน้ำหนักของวัตถุเพื่อพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของทองคำ

ขั้นที่ 5 วิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ขั้นที่ต้องใช้เวลาวิพากษ์วิจารณ์อย่างจริงจังต่อความคิดใหม่ที่คิดได้ แล้วพยายามจัดความคิดนั้นให้เป็นรูปร่างเพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์หรือให้มันทำงานได้ เขาเสนอแนะว่า ช่วงตอนนี้เป็นโอกาสดี เพราะบางทีคำพูดสักเพียงประโยคเดียว อาจทำให้ความคิดใหม่ที่คิดนั้นยิ่งดีขึ้น

จากที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์จะมีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอน โดยเริ่มจากปัญหา การตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบ และค้นพบ ซึ่งเน้นผลผลิตที่สร้างสรรค์ ซึ่งผลผลิตนั้นขึ้นอยู่กับการใช้ทักษะและความสามารถในการคิดของบุคคล

5.4 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งสังเกตจากพฤติกรรมแสดงออกของแต่ละบุคคล นักวิจัยและนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

รอลิสัน (ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร. 2542 : 20 ; อ้างอิงจาก Rawlison. 1988 : 4-6) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เป็นผู้ที่มีความคิดเชิงจินตนาการ
2. เป็นผู้ที่สามารถคิดหาคำตอบได้หลากหลาย
3. เป็นผู้ที่มีความคิดอเนกนัย
4. เป็นผู้ที่มีความคิดรอบคอบนอกเหนือจากความคิดเดิม

อารี พันธ์มณี (2540 : 19) ได้กล่าวว่าลักษณะของบุคคลทีมีความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

1. มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่างๆให้ลุล่วงด้วยดี
2. ไม่ชอบทำตามอย่างผู้อื่น โดยไม่มีเหตุผล
3. มีจิตใจจดจ่อและผูกพันกับงานและมีความอดทนอย่างทรหด
4. เป็นที่ไม่ยอมเลิกล้มอะไรง่ายๆหรือเป็นนักสู้ที่ดี
5. มีความคิดคำนึงหรือจินตนาการสูง

6. มีลักษณะความเป็นผู้นำ
7. มีลักษณะขี้เล่น รื่นเริง
8. ชอบรับประสบการณ์ใหม่ๆ
9. นับถือตนเองและเชื่อมั่นในตนเองสูง
10. มีความคิดอิสระและยืดหยุ่น
11. ยอมรับและสนใจสิ่งแปลกๆ
12. มีความซับซ้อนในการรับรู้
13. กล้าหาญ กล้าเผชิญความจริง
14. ไม่ค่อยเคร่งครัดกับระเบียบแบบแผนไม่ยึดมั่น ในสิ่งใดสิ่งหนึ่งจนเกินไป ชอบทำงานเพื่อความสุขและความพอใจของตนเอง
15. มีอารมณ์ขัน

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 54) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. มีความคล่องตัวในการคิด (Fluency) สามารถคิดได้เร็วมีปริมาณมาก และไม่ซ้ำกัน
2. มีความคิดที่แปลกใหม่ (Novelty) สามารถคิดได้แตกต่างจากผู้อื่นและเป็นความคิดที่มีคุณค่า มีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม
3. มีความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความคิดที่ดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. มีความสามารถในการสังเคราะห์ (Synthesizing ability) มีความสามารถสร้างสิ่งใหม่ให้เกิดขึ้นไม่เหมือนใคร
5. มีความสามารถในการวิเคราะห์ (Analyzing ability) สามารถคิดโครงสร้างออกเป็นส่วนๆ และนำมารวมประกอบให้เกิดผลงานชิ้นใหม่ได้
6. มีการปรับเปลี่ยนหรือนิยามใหม่ (Reorganization or redefinition) สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมตามธรรมชาติ ให้เกิดประโยชน์ยิ่งขึ้นหรือตีความ ขยายความ และนำข้อมูลไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น
7. มีความคิดซับซ้อน (Complexity) สามารถเชื่อมโยงความคิดที่หลากหลายและนำไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะดังนี้ คือ เป็นผู้ที่มีความคล่องในการคิด มีความคิดยืดหยุ่น มีความคิดเชิงจินตนาการ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีความคิดที่แปลกใหม่นอกเหนือจากความคิดเดิม

5.5 แนวความคิดในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

การจัดการเรียนรู้ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ นักจิตวิทยาได้กล่าวไว้ ดังนี้

ชัชแมน (สิริลักษณ์ วงศ์เพชร. 2542 : 63 ; อ้างอิงจาก Suchman. 1964 : 1) กล่าวถึงแนวคิดในการสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ครูควรสร้างจุดสนใจเพื่อให้นักเรียนอยากสืบสวนสอบสวน คือ สถานการณ์หรือทำการสาธิตให้เด็กเกิดความอยากรู้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

2. การให้อิสรภาพแก่นักเรียน

3. การสร้างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมให้มีการตอบสนอง โดยครูเป็นเพียงผู้ตอบสนองมากกว่าเป็นผู้ชี้แนะ โดยการให้ข้อมูลข้อสนเทศ เมื่อเด็กต้องการหรือเพื่อเสริมให้มีการทดสอบทฤษฎีต่อไป

อารี พันธ์มณี (2540 : 116) ได้กล่าวถึงหลักสูตรและวิธีสอนการคิดสร้างสรรค์ว่าในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ควรจัดหลักสูตรและกิจกรรมให้เด็กเกิดความเข้าใจ รู้จักคิด คิดเป็น และสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ ส่งเสริมให้เด็กได้สร้างความสามารถอย่างเต็มที่ ครูควรปรับปรุงวิธีสอนและยืดหยุ่นเนื้อหาวิชาในลักษณะดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง พยายามอย่าบังคับให้เด็กทำตามคำสั่งของครูอยู่ตลอดเวลา

2. ส่งเสริมให้เด็กเป็นคนช่างสังเกต ช่างซักถาม และตอบคำถาม หรือพยายามค้นหาคำตอบด้วยความกระตือรือร้น

3. สนใจและตั้งใจฟังคำถามแปลกๆ ใหม่ๆ ของเด็กและยอมรับความคิดแปลกๆ ของเด็ก

4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของเด็กมีคุณค่าและเป็นประโยชน์โดยการให้กำลังใจ ชมเชย ยกย่องและนำผลงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์

5. ส่งเสริมให้เด็กมีความคิดริเริ่ม นอกจากจะยอมรับความคิดแปลกๆ ของเด็กแล้ว ไม่ควรตำหนิหรือวิจารณ์ความคิดของเด็ก

6. ส่งเสริมให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สำรวจ ค้นคว้า ทดลอง ด้วยความสนใจของตนเอง มิใช่เพื่อหวังคะแนนที่จะได้รับ

7. กระตุ้นให้เด็กมีบุคลิกภาพ สร้างสรรค์ด้วยการส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นและการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

8. ส่งเสริมให้เด็กประสบความสำเร็จ ให้กำลังใจ ยกย่องและชมเชย

9. ขจัดความกลัว ความก้าวร้าวของเด็กและสร้างความเชื่อมั่น ความมั่นคงปลอดภัยแก่เด็ก

จากแนวคิดการจัดการเรียนรู้ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ควรจัดกิจกรรมที่สนใจกระตุ้นให้เด็กเกิดแนวคิดสร้างสรรค์ ในการสร้างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง มีอิสระในการคิดให้กำลังใจและเสริมแรงจะช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในผลงาน

5.6 บทบาทของครูในการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

วิลเลียมส์ (กชกร รุ่งหัวไผ่. 2547 : 46 ; อ้างอิงจาก Williams. 1971 : 35-37) ได้ย้ำว่า การสอนเพื่อให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นเน้นการสอนให้เด็กรู้จักคิด การแสดงความรู้สึกและการแสดงออกและยังกล่าวด้วยว่า การสอนทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์จะต้องสอนอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดสภาพแวดล้อมตลอดจนความเข้าใจในเรื่องการพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์ของเด็กและระดับความสามารถในการแสดงออก ให้เด็กรู้จักคิด รู้จักแสดงออกความรู้สึกจะส่งเสริมให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์แล้วต้องส่งเสริมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอด้วยการจัดประสบการณ์ รวมทั้งการจัดสภาพแวดล้อมหรือบรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งได้แก่ บรรยากาศที่บุคคลรู้สึกปลอดภัย ซึ่งเกิดความรู้สึกว่าตนเองมีค่าเป็นที่ยอมรับของคนอื่นมีอิสระในการแสดงออก โดยที่การแสดงออกนั้น ไม่มีการวัดและประเมินผล

มาลี จุฑา (2544 : 223) กล่าวถึงบทบาทของครูในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียนนั้นดังนี้

1. ใช้วิธีสอนหลายๆ วิธีผสมผสานกันตามความเหมาะสม
2. ใช้วิธีกลุ่มสัมพันธ์เพื่อให้กลุ่มกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออก
3. ใช้วิธีการระดมสมอง เพื่อระดมความคิดของนักเรียน และเลือกวิธีการที่เหมาะสมเพื่อเป็นข้อสรุปหรือแนวทางในการแก้ปัญหา
4. ใช้ชุดการฝึกความคิดสร้างสรรค์ของนักวิชาการต่างๆ เช่น

4.1 โปรแกรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของมหาวิทยาลัยเปอร์ดู (Perdue creative thinking program)

4.2 โปรแกรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของพาน (Parnes creative thinking program)

4.3 โปรแกรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของวิลเลียม (Williams creative thinking program)

5. จัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

6. จัดกิจกรรมทางภาษา คือ

6.1 ฝึกทักษะการอ่านเรื่องที่กำหนดให้ไปได้ส่วนหนึ่งแล้วให้นักเรียนคาดหวังเรื่องราวที่ยังอ่านไม่ถึง

6.2 ฝึกทักษะการฟังจากเทป วีดิทัศน์ ฟังจากครูหรือเพื่อนในเรื่องที่เล่ามาถึงตอนหนึ่งแล้วให้นักเรียนคาดหวังถึงตอนต่อไปว่าจะเป็นอย่างไร

6.3 ฝึกทักษะการเขียน ให้ประกวดหรือแข่งขันการเขียนเรื่องราวต่างๆ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

6.4 ฝึกทักษะทางศิลปะ การวาดภาพทางการประดิษฐ์ให้ประดิษฐ์ในรูปแบบต่างๆ

6.5 ฝึกทักษะทางดนตรีและการแสดง

7. ให้กำลังใจและรางวัล

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวัจนัง (2544 : 78) กล่าวถึง บทบาทของครูผู้สอนในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนถามและให้ความสนใจต่อคำถามแปลกๆของผู้เรียน
2. เปลี่ยนบทบาทของตนเป็นผู้ชี้แนะ ลดการอธิบายและบรรยายลง
3. กระตุ้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ ค้นหา พิสูจน์ความสงสัย
4. ตั้งใจฟังและเอาใจใส่ความคิดแปลกๆของผู้เรียน
5. ตอบคำถามแปลกๆของผู้เรียนได้อย่างมีชีวิตชีวา
6. แนะนำให้ผู้เรียนหาคำตอบจากแหล่งต่างๆด้วยตนเอง
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้จินตนาการของตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ครูมีบทบาทหน้าที่ในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดแก่ผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิด กล้าแสดงออก เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้กล้าคิด กล้าทำและแสดงออกมากยิ่งขึ้น

5.7 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักคณิตศาสตร์และนักจิตวิทยา มีความสนใจในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ ฮาดามาร์ด (Hadamard. 1945 : 165) เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (The mathematical creativity) และอธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยทฤษฎีจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis) และทฤษฎีการสัมพันธ์เชื่อมโยง (The association theory) เข้าด้วยกันโดยฮาดามาร์ด (Busse & Manfield. 1980 : 96 ; citing Hadamard. 1865) ได้กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหาและบุคคลมีการกระทำต่อปัญหาในระดับที่รู้ตัว (Conscious) อย่างเป็นระบบ (Systematic) โดยวิธีการเชิงตรรก (Logical Approach) ซึ่งความพยายามในระดับที่รู้ตัวนี้ จะเป็นการกระตุ้นในแนวทางทั่วๆไปในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการขั้นความคิดฟักตัว (Incubation) ต่อไป

2. ขั้นคิดฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (Unconscious thinking processes) ซึ่งเป็นขั้นที่เกิดการรวมกันของความคิดต่างๆแบบสุ่มและจะมีเพียงความคิดที่ดีเท่านั้นที่จะขึ้นสู่ระดับความมีสติรู้ตัว (Consciousness)

3. ขั้นรู้แจ้ง (Illumination) เป็นขั้นที่เกิดจุดวิกฤต (Critical point หรือ Point of Illumination หรือ Point of insight) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว

4. ขั้นตรวจสอบ เสนอผลและการนำไปใช้ (Verification, exposition and utilization of the results) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ซึ่งเกิดในระดับรู้ตัว (Conscious) ทั้งหมด

ในการตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้อง (Verification and precision) นั้นวิธีการหนึ่งที่ทำได้คือ การพูดสื่อสาร (Communication) ซึ่งกระทำได้ 2 ลักษณะคือ การพูดสื่อสารกับตนเอง (Communicating one's Insight to Oneself) และการพูดสื่อสารกับคนอื่น

ในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ขั้นรู้แจ้ง (Illumination หรือ Insight) เป็นขั้นที่สำคัญที่เกิดจุดวิกฤต (Critical point) ขึ้น ซึ่งเป็นการใช้จุดวิกฤตนี้แบ่งแยก ขั้นเตรียม (Preparation) และขั้นครุ่นคิด (Incubation) ออกจากขั้นตรวจสอบ (Verification)

วิลสัน(Wilson. 1978 : 424) ได้กล่าวว่าจุดวิกฤต (Critical point) อาจพิจารณาได้ว่าเป็นตัวชี้ถึงกระบวนการ 3 ประการ คือ การรับรู้ (Perception) การหยั่งรู้ (Insight) และการพูดสื่อสาร (Communication) ซึ่ง โปลยา (Wilson. 1978 : 425 ; citing Polya. 1945) ได้ใช้กระบวนการ 3 ประการของจุดวิกฤต (Critical point) ดังกล่าว แบ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. เข้าใจปัญหา (Understanding the problem phase)
2. วางแผน (Devising a plan phase)
3. ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan phase)
4. ทบทวน (Looking back phase) ภาพประกอบด้วย

โดยลักษณะของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์มักจะมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นลักษณะคำถามแบบเอกนัย ดังนั้นสำหรับคนโดยทั่วไปคณิตศาสตร์จึงเป็นการใช้ทักษะทางการคิดแบบเอกนัย แต่ความจริงแล้วการคิดแบบอเนกนัยก็เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ (Divergent thinking skill) จากงานวิจัยของเก็ทเซลและแจ็คสัน (Orton. 1987 : 109 ; citing Getzels & Jackson. 1962) ได้ทำการศึกษาเด็ก 2 ลักษณะ คือเด็กที่มีสติปัญญาสูง (High I.Q) และเด็กที่มี

ความคิดสร้างสรรค์สูง (High Creative) ผลการวิจัยพบว่า เด็กที่มีสติปัญญาสูงนั้นเป็นผู้ที่ใช้ความสามารถในการคิดเอกนัย (Convergent abilities) ในขณะที่เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้ความสามารถทั้งในการคิดแบบเอกนัยและอเนกนัย (Convergent and divergent abilities) และจากการศึกษาองค์ประกอบของความสามารถทางคณิตศาสตร์ของครูเทสกี (Orton. 1987 : 111 ; citing Kruteski. 1976) พบว่า ประกอบด้วยความสามารถดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการจัดกระทำโจทย์ทางปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการนำผลลัพธ์มาสรุปเป็นกรณีทั่วไป
3. ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์และตัวเลข
4. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาขาต่างๆ ทางคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
6. ความสามารถในการทำขั้นตอนการคิดให้สั้นได้อย่างมีเหตุผล
7. ความสามารถในการเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่นได้ โดยวิธีหลีกเลี่ยงความคิดเดิม และวิธีการคิดย้อนกลับ
8. มีความสามารถในการพิสูจน์ข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ง่าย และใช้เหตุผลที่กระชับ
9. มีความจำที่ดีเกี่ยวกับแนวคิดและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ไซแดมและวีเวอร์ (Orton. 1987 : 111-112 ; citing Suydam & Weaver. 1987) ได้วิเคราะห์ลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีควรประกอบด้วย

1. ความสามารถในการประมาณและวิเคราะห์
2. ความสามารถในการมองเห็นและตีความข้อเท็จจริงได้ในเชิงประมาณและความสัมพันธ์
3. ความสามารถในการเข้าใจและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่างและการคิดแบบอุปมาอุปมัย
5. ความสามารถในการเลือกกระบวนการและข้อมูลที่ถูกต้องได้
6. ความสามารถในการพิจารณารายละเอียดที่เกี่ยวข้อง
7. ความสามารถในการสรุปอ้างอิงจากตัวอย่างที่เป็นพื้นฐาน
8. ความสามารถในการเปลี่ยนวิธีการคิดได้อย่างดี

ไคแซงค์ (Kissane. 1988 : 520-528) ได้กล่าวว่าความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical thinking) ประกอบด้วย

1. การตั้งปัญหา
2. การยกตัวอย่าง
3. ความสามารถพิเศษและการสรุปอ้างอิง
4. การกำหนดสัญลักษณ์และการแทนค่า
5. การบันทึกข้อมูลจากการสังเกต
6. การสำรวจคำถามอย่างเป็นระบบ
7. การกำหนดลำดับขั้นตอนการคิด
8. การตรวจสอบความคิดที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีโดยมีหลักฐานที่มาสนับสนุน
9. การสรุปอ้างอิงโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานสนับสนุน
10. การสื่อสารให้ผู้ฟังเข้าใจ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์คือความสามารถในการเข้าใจและคิดรวบยอดที่ได้จากการสังเกต การตั้งปัญหา การกำหนดลำดับขั้นตอนการคิดนำผลลัพธ์มาเป็นกฎเกณฑ์เปลี่ยนวิธีการคิดเป็นวิธีอื่นๆ หลีกเลี่ยงจากความคิดเดิมหรือคำตอบเดิม

5.8 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ต้องสอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ คือให้ผู้ตอบสามารถคิดหลายๆ ทาง หลายๆ แบบ หลายๆ แนว การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิธีหนึ่งที่ใช้กันมากคือ แบบทดสอบ ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก็อาศัยหลักการเดียวกันกับทางด้านภาษาหรือด้านศิลปะ คือให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลายๆ ทาง หลายๆ แบบให้มากที่สุด นักจิตวิทยาและนักการศึกษาให้ความสนใจทำการศึกษาในลักษณะต่างๆ ดังนี้

กรมวิชาการ (2535 : 48-50) ได้สร้างแบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. แบบให้ตั้งคำถาม ให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วสร้างคำถามให้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
2. แบบแบ่งครึ่งรูป จะกำหนดรูปทรงสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม ให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลายๆ แบบแตกต่างกันให้มากที่สุด
3. แบบให้เติมตัวเลข ให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนด ตัวเลข ที่เติมให้ใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์เท่ากันภายในเวลาที่กำหนดให้

4. แบบสร้างรูปเรขาคณิต กำหนดไม้ขีดไฟให้จำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดสร้างรูปเรขาคณิตให้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

5. แบบประกอบภาพ Tangrams เป็นการสร้างสรรค์เก่าของจีนซึ่งรู้จักกันในชื่อ Ch'chiso pan ประกอบด้วย 7 ชิ้น ที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้นมาประกอบเป็นภาพต่างๆให้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนดให้

ครอคเคนเบิร์ก (Crockenberg. 1972 : 39) ทำการวิจัยพบว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์วัดในสิ่งที่ต่างจากแบบทดสอบไอคิว ซึ่งครอนบัค (สิริลักษณ์ วงศ์เพชร. 2542 : 70 ; อ้างอิงจาก Cronbach. 1970 : 395) กล่าวถึง แบบ ทดสอบที่สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ว่าควรมีลักษณะ 2 ประการ คือ

1. แบบทดสอบนั้นจะต้องต่างจากแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถธรรมดาทั่วๆ ไป

2. ผู้ที่ได้คะแนนสูงสุดจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์จะต้องสามารถสร้างสรรค์งานพิเศษ

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลายฉบับไม่มีลักษณะดังข้อ 1 แม้จะพบว่าแบบทดสอบฉบับนั้นจะมีค่าสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบความสามารถทางสติปัญญาต่ำ ซึ่งอธิบายได้ว่าอาจเป็นเพราะแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเชื่อมั่น (Reliability) ต่ำ

ฮอพกินส์และสแตนเลย์ (Hopkins & Stanley. 1981 : 376) กล่าวถึง แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้มาก คือแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (Torrance tests of creative thinking) และแบบทดสอบของ วอลลาซและโคแกน (Wallash and Kogan) แบบทดสอบทั้งสองฉบับนี้มีทั้งส่วนที่เขียนตอบและส่วนที่ใช้ภาพ คำถามที่ใช้ในแบบทดสอบก็เป็นคำถามแบบอเนกนัยทั้งสิ้น เช่น กระป๋องใช้ทำอะไรได้บ้าง หนังสือพิมพ์ใช้ทำอะไรได้บ้าง จงบอกชื่อสิ่งกลมๆ เท่าที่จะคิดได้ จงเขียนภาพจากเส้นที่กำหนดให้ เป็นต้น การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จะมุ่งพัฒนาจากผลผลิตของการคิดมากกว่ากระบวนการในการคิด การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จึงใช้คำถามที่เปิดกว้าง ผู้ตอบสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบจากคำถามข้อเดียว

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (สุภาวดี ตั้งบุบผา. 2533 : 76-77 ; อ้างอิงจาก Torrance. 1969 : 45-52) แบบทดสอบนี้รับมาจากแบบทดสอบของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียใต้ เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ซึ่งคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนั้นคำนึงถึงตัวประกอบต่อไปนี้ คือความคล่อง ความยืดหยุ่น ความริเริ่ม และความละเอียดลออ การให้คะแนนจึงได้คะแนนในเทอมของตัวประกอบ 1, 2, 3, หรือ 4 ตัวประกอบดังกล่าว

แบบทดสอบของทอแรนซ์ประกอบด้วย 12 ชุด แบ่งเป็นแบบทดสอบทางภาษา แบบทดสอบเป็นรูปภาพและการฟัง ส่วนประกอบ 3 ส่วน ส่วนที่หนึ่งคิดอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยคำพูด เรียกแบบทดสอบเหล่านี้ว่า “กิจกรรม” คำชี้แจงในแบบทดสอบจะเน้นให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ขจัดความกลัว สร้างความรู้สึกอบอุ่นใจ แบบทดสอบนี้ใช้ได้ตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษา ส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนของแบบทดสอบของทอแรนซ์ ได้แก่

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Thinking creativity with words) ประกอบด้วยกิจกรรม 7 กิจกรรม สามกิจกรรมแรกเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการถามและเดา (Ask and guess) กิจกรรมที่ใช้รูปภาพให้ผู้สอบดูแล้วตอบปัญหาต่างๆ โดย

1. เขียนทุกคำถามที่เขาจำเป็นต้องถามเพื่อค้นหาว่าเกิดอะไรขึ้น
2. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
3. เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์

ส่วนอีก 4 กิจกรรมประกอบด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. เขียนวิธีการปรับปรุงเครื่องเล่น เพื่อว่าเด็กๆจะได้เล่นอย่างสนุกสนานยิ่งขึ้น
2. เขียนคำถามทั้งหมดที่อาจถามเกี่ยวกับสิ่งของเดียวกัน
3. เขียนกิจกรรมที่คล้ายกับกิจกรรมในแบบทดสอบการสรุปผลของกิลฟอร์ดโดยให้ผู้สอบบอกถึงเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ ถ้าสถานการณ์ที่กำหนดให้เกิดขึ้นจริง

กิจกรรมเหล่านั้นให้คะแนนรวมแต่ละลักษณะของความคิด คือ ความคล่อง ความยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม โดยมีตัวอย่างกิจกรรมดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ถึง 3 ถามและเดา (Ask and guess)

กิจกรรมที่ 1 การตั้งคำถาม โดยเขียนคำถามทั้งหมดที่นักเรียนคิดได้เกี่ยวกับรูปภาพลึกลับน่าสนใจให้ดู

กิจกรรมที่ 2 การเดาสาเหตุ ให้เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด โดยเดาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนสถานการณ์ในรูปที่กำหนด

กิจกรรมที่ 3 การเดาผลที่เกิดขึ้น ให้เขียนสิ่งที่อาจเป็นผลต่อเนื่องจากรูปให้มากที่สุด กล่าวคือให้เดาสิ่งที่เกิดในอนาคต

กิจกรรมที่ 4 การปรับปรุงผลผลิต (Product improvement) กำหนดรูปของเล่นให้ 1 รูป ให้เขียนรายการเปลี่ยนแปลงของเล่นนั้น ให้เป็นสิ่งอื่นที่น่าสนใจและน่าสนุกสนานโดยไม่ต้องคำนึงถึงราคา

กิจกรรมที่ 5 ประโยชน์ของสิ่งของ (Unusual uses) กำหนดกล่องชนิดหนึ่งมา ให้ใช้กล่องทำสิ่งที่สนใจและแปลกใหม่ให้มากที่สุด โดยไม่จำเป็นว่ากล่องนั้นต้องเป็นขนาดเดียวกัน

กิจกรรมที่6 คำถามแปลกใหม่ (Unusual questions) ให้คิดคำถามเกี่ยวกับกล่องให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ คำถามอาจนำไปสู่คำตอบที่แตกต่างกัน และอาจเร้าความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับกล่องอื่นๆ โดยพยายามคิดถึงคำตอบเกี่ยวกับรูปร่างและลักษณะของกล่องที่เกิดขึ้น ซึ่งคนทั่วไปนึกไม่ถึง

กิจกรรมที่7 การสมมติอย่างมีเหตุผล (Just suppose) กิจกรรมที่ให้นักเรียนบอกถึงเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจเป็นไปได้ ถ้าสภาพการณ์ที่กำหนดให้เกิดขึ้นจริง

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Thinking creativity with pictures) ประกอบด้วยกิจกรรม 3 กิจกรรมคือ

กิจกรรมที่ 1 การสร้างรูปภาพ โดยให้ผู้สอนลอกกระดาษสีแล้วติดบนแผ่นกระดาษใหม่แล้ววาดภาพเพิ่มเติมโดยนึกถึงรูปภาพที่ไม่มีใครนึกถึง เสร็จแล้วให้ตั้งชื่อและเล่าเรื่องที่น่าสนใจและตื่นเต้น

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมรูปให้สมบูรณ์ เป็นการต่อเส้นให้กับรูปภาพที่ไม่สมบูรณ์หรืออาจจะเพิ่มเติมรูปภาพ ที่ไม่มีใครนึกถึง เสร็จแล้วให้ตั้งชื่อและเล่าเรื่องในแต่ละภาพ

กิจกรรมที่ 3 เส้น กำหนดเส้นคู่ขนานสั้นๆผู้สอบต้องสร้างรูปเพิ่มเติมให้มากที่สุด

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำพูด ประกอบด้วย 2 กิจกรรม โดยให้ฟังเครื่องบันทึกเสียง ให้เขียนความสัมพันธ์ของเสียงในแต่ละครั้ง กิจกรรมนี้ใช้วัดความคิดริเริ่มเท่านั้น

บอลกา (Balka. 1974 : 98A) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป นำมาสร้างแบบทดสอบผลการสำรวจ พบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาทางสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อที่เจาะจงได้

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533. 153-158) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร โดยยึดทฤษฎีของทอร์แรนซ์ (Torrance. 1969 : 45-52) และบอลกา (Balka. 1974 : 98A) แบบทดสอบประกอบด้วยความสามารถ 7 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่
4. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ และวิธีการคิด
6. ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในกรณีทั่วไป
7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลขหรือภาพเรขาคณิตหรือทรงเรขาคณิตหรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบแต่ละด้านประกอบด้วยคำถาม 2 ข้อ ให้เวลาด้านละ 12 นาที โดยให้คะแนนเป็น 3 องค์ประกอบคือ คะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม กลุ่มตัวอย่าง 367 คนพบว่าข้อสอบทุกข้อสามารถจำแนกผู้ตอบกลุ่มต่ำได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.789 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ความเที่ยงตรงเหมือนเท่ากับ 0.7089 – 0.8983 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนกเท่ากับ 0.1538 – 0.3145

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้โดยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบนี้อาศัยหลักการเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาและศิลปะ คือ ผู้สอบคิดหาคำตอบให้หลายแบบมากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยปรับปรุงจากเนื้อหาแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยยึดหลักของบอลกา (Balka. 1974 : 98A) และสุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 76-77) คือวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ 5 ด้าน คือ

1. ความสามารถการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีเดิมจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่างๆ จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์นั้นแล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้อง จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

4. ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบจากการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างไม่จำกัดจำนวน

5. ความสามารถในการเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่น หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบ โดยหลีกเลี่ยงความคิดเดิม และวิธีการคิดย้อนกลับได้โดยไม่จำกัดจำนวน

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 4 ลักษณะนั้นคือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความละเอียดลออ เพื่อให้การตรวจมีความเป็นปรนัย ผู้วิจัยจึงกำหนดวิธีการตรวจโดยยึดตามเกณฑ์ให้คะแนนของทอแรนซ์ (ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร. 2542 : 67 -68 ; อ้างอิงจาก Torrance. 1969 : 45-52) ดังนี้

1. การให้คะแนนความคิดคล่องตัวทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนคำตอบข้อละ 1 คะแนนตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีการที่คิดที่แตกต่างกันต่อเงื่อนไขที่กำหนดโดยให้คะแนนเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. การให้คะแนนความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด ความคิดที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น โดยเกณฑ์การให้คะแนนยึดหลักของ ทอแรนซ์ (ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร. 2542 : 67-68 ; อ้างอิงจาก Torrance. 1969 : 45-52) ดังตาราง 1

ตาราง 1 การให้คะแนนความคิดริเริ่มของ Torrance

คำตอบซ้ำ	คะแนนที่ได้
12 % ขึ้นไป	0
6 – 11 %	1
3 – 5 %	2
2 %	3
ไม่เกิน 1 %	4

ดังนั้นการหาคะแนนความคิดริเริ่ม จึงต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วจึงนำความถี่นั้นเทียบกับกฎเกณฑ์ข้างต้นแล้วจึงให้คะแนน

4. คะแนนความละเอียดลออ พิจารณาจากความคิดในรายละเอียด คิดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายหรือขยายความคิดเดิมให้เห็นภาพพจน์ที่ชัดเจน และสมบูรณ์ให้คะแนนโดยพิจารณาจากความคิดในรายละเอียด คิดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายหรือขยายความคิดเดิมให้เห็นภาพพจน์ที่ชัดเจน และสมบูรณ์โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน

คะแนนรวม คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหาได้จากผลบวกของคะแนนความคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความละเอียดลออในแต่ละกิจกรรมมารวมเป็นผลบวกของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของแต่ละคน

6. ตัวแปรร่วม

ตัวแปรร่วม หมายถึง ตัวแปรแทรกซ้อนหรือตัวแปรเกินที่ผู้วิจัยไม่ได้สนใจศึกษา แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม ซึ่งอาจจะทำให้ผู้วิจัยตัดสิน ลงสรุปผิดพลาดได้ ได้แก่ อายุ เพศ ความรู้เดิม ระดับสติปัญญา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ คะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลอง เป็นต้น

คะแนนสอบปลายภาค หมายถึง คะแนนที่เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดและประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของช่วงชั้นที่ 4

คะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลอง หมายถึง คะแนนที่เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

สมบูรณ์ แซ่ภู่ (2525 : 50-56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 412 คน ผลปรากฏว่า 1) ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 153-158) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร แบบทดสอบนี้มุ่งวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิด จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ 7 ด้าน ดังนี้ 1) ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหา 2) ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4) ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ 5) ความสามารถในการทดสอบคำตอบหรือวิธีการคิด 6) ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป และ 7) ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลขหรือเรขาคณิตหรือรูปของเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

ขวัญใจ บุญฤทธิ์ (2535 : 109) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ TAI กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ TAI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พัชนี ทองแก้ว (2540 : 60) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบ TAI กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ TAI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปณต เกิดภักดี (2544 : 46) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยการจัด

กิจกรรมแบบ 4 MAT กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร จากการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

นัฏฐิตา โพธิ์เพชร (2545 : 65-66) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดราชบพิธ กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเทคนิค 4 MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เสมอใจ จงเจริญคุณวุฒิ (2545 : 66-67) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การคูณ โดยใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุดาภรณ์ อรุณดี (2546 : 41-43) ได้ศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่มีต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดราชผาติการาม เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริพร คล่องจิตต์ (2548 : 52) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ TAI พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ TAI ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนแบบ TAI สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เบนท์เลย์ (Bently. 1962 : 239-242) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ความถนัดทางการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยมินเนโซตา

จำนวน 75 คน เป็นชาย 59 คน หญิง 16 คน ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา ฟอร์มเอกซ์ แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนของมิลเลอร์ (The miller analogies test) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความถนัดทางการเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ก็มีความสัมพันธ์กันด้วย

เก็ทเซลและแจคสัน (Getzels & Jackson. 1962 : 15-16) ได้ศึกษาถึงลักษณะของนักเรียนมัธยมที่มีความคิดสร้างสรรค์ และไม่มีความคิดสร้างสรรค์ กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนดี ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนยอดเยี่ยม มักจะไม่ค่อยมีความคิดสร้างสรรค์ เพราะนักเรียนที่เรียนดียอดเยี่ยมมักคิดในทางเดียว คือมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (Convergent thinking) ส่วนนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นนักเรียนกลุ่มที่เรียนค่อนข้างดี แต่ไม่ถึงขั้นยอดเยี่ยม นักเรียนเหล่านี้มีความคิดหลายทาง (Divergent thinking) คือ มีคำตอบหลายแบบและแปลก

ซิซิเรลลี (Cicirelli. 1965 : 303-304) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 6 จำนวน 609 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา ผลการวิจัยปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญแต่อยู่ในระดับต่ำ

เฟลด์ฮูเซน, เดนนีและแคนดอน(Feldhusen, Denny and Candon. 1965 : 40-45)ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคม และการอ่านของนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 273 คน เป็นชาย 150 คน หญิง 123 คน โดยใช้แบบทดสอบผลที่สืบเนื่อง (Consequences test) และแบบทดสอบเกี่ยวกับประโยชน์ของสิ่งของ (Uses test) วัดความคิดสร้างสรรค์ ผลการศึกษาพบว่า ความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาหลายทางสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาต่างๆ ของนักเรียนชายและหญิง ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และความคิดริเริ่มสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่างๆของนักเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .01 เช่นกัน ส่วนความคล่องในการคิดปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่อย่างใด

สลาวิน, แมดเด็นและลิฟวี่ (Slavin, Madden and Leavey. 1984 : 813-819) ได้ศึกษาและวิจัยผลการสอนแบบ TAI เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยทำการศึกษากับนักเรียนเกรด 3 – 5 จำนวน 1,371 คน ใช้เวลาทดลอง 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ TAI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านการคำนวณสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

เอมเลย์ (Emley. 1986 : 70-A) ได้นำ TAI มาพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัยและเข้าศึกษาผลของ TAI กับความสัมพันธ์ทางด้านทัศนคติในการเรียนคณิตศาสตร์กับการจัดการด้านบุคลิกลักษณะส่วนบุคคลผลปรากฏว่า การใช้ TAI ในการสอนและปรับปรุง

คณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัยนั้นจะให้ประโยชน์ต่อกลุ่มที่มีพฤติกรรมเก็บตัวมากและสามารถนำ TAI ไปใช้ในการสอนเพื่อปรับปรุงทางคณิตศาสตร์

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1990 : 31-37) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้ระบบ 4 MAT นำวิธีการเรียนแบบต่างๆ มาสู่โรงเรียน ระบบ 4 MAT เป็นระบบการสอนแบบวงจร 8 ขั้นซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของวิธีการเรียนเฉพาะของตัวของนักเรียนและขบวนการทำงานที่ควบคุมโดยระบบสมอง สิ่งสำคัญที่ต้องมีในนักเรียน 4 ประการ ได้แก่ ความคิดจินตนาการ ความคิดวิเคราะห์ การมีสามัญสำนึก และการรู้จักปรับเปลี่ยนเคลื่อนไหว สามารถใช้ระบบ 4 MAT มาทำให้เกิดความต่อเนื่องกันในระบบการทำงานของสมองได้ ในการเรียนนักเรียนใช้วิธีที่ตนเองสะดวกที่สุดในขณะที่มีการแสดงความคิดเห็นขัดแย้งเล็กน้อย

ดิวเยอร์ (Dywer. 1993 : 15) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนด้วยระบบ 4 MAT ในการสอนเพื่อสร้างแรงจูงใจในการพูดในหลักพื้นฐานทางภาษา แผนการสอนระบบ 4 MAT (8 ขั้นการสอนสำหรับผู้เรียน 4 แบบ และผู้เรียนที่ถนัดทางการเรียนด้วยสมองซีกซ้ายและซีกขวา) สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแบบต่างๆ แต่ละขั้นใน 8 ขั้นให้ความสำคัญกับนักเรียน และใช้กระบวนการถนัดของสมองซีกซ้ายและซีกขวา การใช้ระบบพัฒนาแผนการสอนของครูในหน่วยการเรียน พบว่า ความสนใจและผลงานของนักเรียนทั้งหมดดีขึ้น สามารถดึงความสนใจในการพูดด้วยระบบที่จัดเตรียมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการฝึกหัดที่เหมาะสม ได้แสดงความคิดใหม่ๆ ได้กระทำและเรียนรู้ด้วยตนเองมีส่วนร่วมกับนักเรียนคนอื่นๆ

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1997 : 46-51) ได้ศึกษานักเรียน 4 แบบ ระบบ 4 MAT อยู่ที่มีลักษณะเฉพาะตัวที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในห้องเรียน ในขณะเดียวกันนักเรียนก็สามารถพัฒนาความรู้ได้ครบถ้วนตามวงจรการศึกษา นักเรียนสามารถทำให้เกิดผล โดยเป็นไปตามวงจรธรรมชาติจากความรู้สึกไปถึงผลสะท้อนกลับมาให้คิดวิเคราะห์ ในที่สุด แสดงออกมาเป็นพฤติกรรม โดยครูไม่ต้องแบ่งนักเรียนประเภทต่างๆแต่พวกเขาให้เกิดความสมดุลและมีความพร้อมสมบูรณ์

จากเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวถึงชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นการจัดกิจกรรมที่สามารถพัฒนาศักยภาพของนักเรียนตามลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนที่แตกต่างกัน การจัดการเรียนรู้แบบ TAI เป็นการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและยังช่วยให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันมีความรับผิดชอบ นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนอ่อนมีโอกาสทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้เช่นเดียวกับนักเรียนที่เรียนเก่ง ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมจะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น