

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้วิธีสอนแบบการสร้างสรรค์ชิ้นงานและวิธีสอนแบบปกติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านผาเวียง จังหวัดสุโขทัย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยขอ นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้ 1) การสอนแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ 3) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และ 4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอน แบบการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

1. การสอนแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ในหัวข้อนี้จะเสนอเรื่องต่อไปนี้ 1) แนวคิดพื้นฐานของการสอนแบบสร้างสรรค์ ชิ้นงาน 2) แนวการจัดกิจกรรมการสอนแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน และ 3) วิธีสอนแบบสร้างสรรค์ ชิ้นงาน

1.1 แนวคิดพื้นฐานของการสอนแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน คือทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ และหลักการเรียนรู้ที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

1.1.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ เพียเจต์ เชื่อว่าโดยธรรมชาติของมนุษย์ทุกคนเกิดมาพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอยู่แล้ว และมีทักษะพื้นฐานที่ติดตัวมา 2 ชนิด คือ การจัดและรวบรวมและการปรับตัว ดังนี้

1) **การจัดและรวบรวม (Organization)** หมายถึง การจัดและรวบรวมกระบวนการต่างๆ ภายในตนเองเข้าเป็นระบบและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

2) **การปรับตัว (Adaptation)** หมายถึง การปรับตัวให้สมดุลกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 2 อย่าง คือ

(1) **การซึมซับหรือดูดซึม (Assimilation)** เมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมก็จะเกิดการตีความ หรือการรับรู้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้ามารวมเป็นประสบการณ์

ใหม่ๆ ของตนเอง ซึ่งเพียเจต์เรียกกระบวนการนี้ว่า “โครงสร้างของสติปัญญา” (Cognitive Structure)

(2) *การปรับและจัดระบบ (Accommodation)* หมายถึง กระบวนการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ๆ ด้วยกระบวนการพิสูจน์อย่างมีเหตุผล เป็นความรู้ที่เกิดขึ้นจากการไตร่ตรอง เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการปรับตัวเข้าสู่ภาวะสมดุลระหว่างอินทรีย์และสิ่งแวดล้อม

(3) *การเกิดความสมดุล (Equilibration)* เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขึ้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะเกิดความสมดุลขึ้น แต่หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุล และก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาในตนเอง

นอกจากนี้ เพียเจต์ได้กล่าวถึงโครงสร้างทางปัญญา (Schema Theory) ไว้ว่าเป็นแนวคิดที่เชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์มีอยู่นั้นจะมีลักษณะเป็นกลุ่มๆ แต่ละกลุ่มมีการเชื่อมโยงกันอยู่ เมื่อเกิดการเรียนรู้อะไรใหม่ๆ มนุษย์จะนำความรู้ใหม่ๆ ที่ได้รับนั้นไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม ช่วงระหว่างระยะเวลาตั้งแต่ทารกจนถึงวัยรุ่น คนเราจะค่อยๆ สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้นตามลำดับขั้น โดยเพียเจต์ได้แบ่งลำดับขั้นของพัฒนาการเชาวันปัญญาของมนุษย์ไว้ 4 ขั้น ซึ่งเป็นขั้นพัฒนาการเชาวันปัญญา คือ 1) ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensorimotor) 2) ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational) 3) ขั้นปฏิบัติการคิดด้านรูปธรรม (Concrete Operations) และ 4) ขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม (Formal Operations) (http://hlinzaii.50webs.com/j3_4.htm ; Lall and Lall, 1983:45-54)

จากข้อมูลข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า มนุษย์สามารถเก็บข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกเก็บเข้ามาสร้างเป็นองค์ความรู้ในสมองตนเอง สามารถเอาความรู้ภายในตนเองที่มีอยู่แสดงออกมาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายนอกได้อย่างกลมกลืนและเหมาะสม โดยจะมีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงต่อไปเรื่อยๆ ตามประสบการณ์ใหม่ที่เพิ่มเข้ามา และสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ จึงเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง จากพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเอง ประสบการณ์ใหม่ๆ และสิ่งแวดล้อมภายนอก

1.1.2 แนวการจัดกิจกรรมการสอนแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน จากการศึกษาผลงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักการศึกษาหลายท่าน (ทิศนา แหมมณี 2553: 96 - 98; วรรณทิพา รอดแรงคำ 2540: 13 - 19) พบว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานมีรูปแบบการปฏิบัติที่เป็นเอกลักษณ์ของคนที่การบูรณาการความรู้ความสามารถในทุกๆ ด้านภายในตนเองผ่านการใช้เครื่องมือด้านสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ หรือเทคโนโลยี

ที่เหมาะสม โดยผ่านกิจกรรม กระบวนการกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็น สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อการค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเองแล้วสร้างสรรค์เป็นชิ้นงานขึ้นมา ซึ่งมีความแตกต่างจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นสนใจด้านในศิลปะของการเรียนรู้ และการทำสิ่งต่างๆ เพื่อเรียนรู้ จึงให้ความสำคัญกับเครื่องมือและบริบทที่เหมาะสมที่จะให้นักเรียนสร้างความรู้และสร้างสรรค์ชิ้นงานต่างๆ ได้ด้วยตนเอง ด้วยรูปแบบที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวดังนั้นเนื้อหาหลักสูตรที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นจึงต้องมียุทธศาสตร์ประกอบหลายอย่างเข้ามาช่วยในการพิจารณา โดยผู้วิจัยขอเสนอเป็นข้อๆ ดังนี้

1. เนื้อหาหลักสูตรนั้นควรเป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรม หรือรูปธรรมที่สามารถสร้างแทนด้วยแบบจำลองได้ เช่น เรขาคณิต พื้นที่ผิวและปริมาตร การแปลง ตรีโกณมิติ การวัด
2. เนื้อหาหลักสูตรนั้นสามารถอธิบายโดยใช้ปรากฏการณ์ หรือสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวนักเรียนได้ เช่น การเลื่อนขนาน กับการเคลื่อนของรถไฟ การสร้างนาฬิกาแดดกับทฤษฎีพิกทาโกรัส
3. เนื้อหาหลักสูตรนั้นมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สำรวจ ตรวจสอบ พิสูจน์ หรือให้เหตุผลได้ เช่น โปรแกรม GSP ใช้พิสูจน์ทฤษฎีพิกทาโกรัส เรขาคณิตวิเคราะห์ กราฟ โปรแกรม SCILAB เพื่อใช้ในการคำนวณเชิงตัวเลขและแสดงผลกราฟิกที่ซับซ้อน โปรแกรม WholeMath เพื่อ Plot สมการทางคณิตศาสตร์ คำนวณค่าตรีโกณมิติ แก้ปัญหา Polynomial (สมการพหุนาม) , Exponential, Logarithm
4. เนื้อหาที่มีความน่าสนใจ ทำทาย ชวนให้อยากรู้ อยากค้นพบ
5. เนื้อหาเป็นเรื่องที่ไม่ยากหรือซับซ้อนมากเกินไป เกินกว่าที่ความสามารถของนักเรียนที่จะค้นพบได้เอง
6. เนื้อหาบางเรื่องอาจจะเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ชิ้นงานกับนักเรียนบางกลุ่มเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริบทของนักเรียน โรงเรียน และครูผู้สอน เช่น โรงเรียน ก สอนพิกทาโกรัสโดยใช้วิธีสอนแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน กับนักเรียนบางห้องได้ผลเป็นอย่างดี

บทบาทของผู้สอนและนักเรียนในการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นต้องทำให้นักเรียนมีความกล้าที่จะใช้จินตนาและสามารถทำจินตนาการของตนเองให้เกิดขึ้นได้จริงสิ่งที่ท้าทายครูผู้สอนในปัจจุบันนี้ก็คือ จะทำอย่างไรจึงจะสอนให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอคุณสมบัติของครูและนักเรียนที่ควรมีเพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ 2553: 40 - 41; http://www.kmutt.ac.th/organization/Education/Technology/tech_ed/constructionism/constructionism2.html)

1.2 บทบาทของครูที่ควรมีในการสอนแบบสร้างสรรค์ชั้นงาน

1.2.1 ในการดำเนินกิจกรรมการสอน ครูควรรู้จักบทบาทของตนเองอย่างชัดเจน เพราะครูเป็นผู้กำหนดกระบวนการเรียนรู้ต่างที่จะทำให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จนนำไปสู่การนำความรู้ที่ค้นพบนั้นไปใช้สร้างสรรค์ชั้นงาน

1.2.2 จัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เหมาะสม โดยควบคุมกระบวนการการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้และคอยอำนวยความสะดวกให้นักเรียนดำเนินงานไปได้อย่างราบรื่น โดยจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการทำกิจกรรม เช่น จัดเตรียมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ GSP หรือการจัดกิจกรรมที่ต้องร่วมกันทำงานเพื่อให้ค้นหาสมบัติทางเรขาคณิตที่หลากหลายและครอบคลุม

1.2.3 แสดงความคิดเห็นและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่นักเรียนตามโอกาสที่เหมาะสม โดยครูต้องคอยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและบรรยากาศการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

1.2.4 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามแนวทางของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างสรรค์ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้จัดประกายความคิดและกระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้โดยทั่วถึงกัน ตลอดจนรับฟังและสนับสนุนส่งเสริมให้กำลังใจแก่นักเรียนที่จะเรียนรู้เพื่อประจักษ์แก่ใจด้วยตนเอง

1.2.5 ช่วยเชื่อมโยงความคิดเห็นของนักเรียนและสรุปผลการเรียนรู้ ตลอดจนส่งเสริมและนำทางให้นักเรียนได้รู้วิธีวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อนักเรียนจะได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

1.3 คุณสมบัติที่ครูควรมีในการสอนแบบสร้างสรรค์ชั้นงาน

1.3.1 มีความเข้าใจทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชั้นงาน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามแนวทางของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชั้นงานอย่างเต็มตามความสามารถของนักเรียน

1.3.2 มีความรู้ในเนื้อหาที่สอนอย่างดี

1.3.3 มีความเข้าใจมนุษย์ มีจิตละเอียดพอที่จะสามารถตรวจสอบความคิดของนักเรียนและดึงความคิดของนักเรียนให้แสดงออกมามากที่สุด

1.3.4 มีการพัฒนาตนเอง ทางร่างกาย สติปัญญาและจิตใจอยู่เสมอ ครูควรรู้จักตนเองและพัฒนาความรู้ บุคลิกภาพ ของตนให้ดีขึ้น มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน ไม่ถือว่าความคิดตนถูกต้องเสมอ เข้าใจและยอมรับว่าบุคคลมีความแตกต่างกัน ไม่ด่วนตัดสินนักเรียนอย่างผิวเผิน

1.3.5 ควรมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน เพราะการมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีของครูจะทำให้บรรยากาศในการเรียนการสอนเกิดความเป็นกันเองและมีความเป็นมิตรที่ดีต่อกัน

1.3.6 ครูควรมีทักษะในการสื่อความหมายกับนักเรียน ในการสอนนั้นครูจะมีการสื่อความหมายกับนักเรียนเสมอ จึงควรสื่อความหมายให้ชัดเจน ไม่คลุมเครือ รู้จักใช้วาทศิลป์ให้เหมาะสมกับกาลเทศะ และเหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน

1.3.7 มีทักษะในการใช้วิจารณ์ญาณตัดสินใจและแก้ไขปัญห ทักษะด้านนี้ทำให้ครูดำเนินงานได้สะดวกราบรื่น เนื่องจากการสอนแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้น ผู้สอนจะต้องคอยสังเกตบรรยากาศการเรียนที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา และจะต้องคอยแก้ไขปัญหในแต่ละช่วงให้เหมาะสม ดังนั้นผู้สอนจึงต้องมีทักษะในการใช้วิจารณ์ญาณตัดสินใจและแก้ไขปัญหที่ดี

1.3.8 มีทักษะในการช่วยเหลือนักเรียน บ่อยครั้ง ครูต้องคอยช่วยแก้ปัญหให้นักเรียนครูจึงควรมีความเป็นมิตรเป็นกันเองกับนักเรียนเสมอ หากครูไม่มีทักษะทางด้านนี้แล้ว การช่วยเหลืออาจไม่บรรลุผล

จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นคุณสมบัติที่ครูควรมีเพื่อนำมาใช้ปรับปรุงมนุษยสัมพันธ์ในการเรียนการสอนและการดำเนินชีวิตประจำวันให้ดีขึ้น นอกจากนั้นสิ่งที่สำคัญมากก็คือครูควรมีพื้นฐานของความรักในวิชาชีพครู พยายามเข้าใจนักเรียนแต่ละคนให้มากๆ โดยยึดหลักที่ว่าคนเรามีความแตกต่างกันไม่นำคนหนึ่งมาเปรียบเทียบกับอีกคนหนึ่ง ครูควรรู้จักเคารพความคิดของตนเองและผู้อื่น (โดยเฉพาะนักเรียน) และควรรักษาสุขภาพร่างกายและจิตใจของครูเองให้สมบูรณ์ และแจ่มใสอยู่เสมอ

1.4 ทศนคติที่ครูควรเปลี่ยนและสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง

1.4.1 ในการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้น ครูควรเปลี่ยนแปลงทัศนคติให้เหมาะสม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

1.4.2 ครูต้องไม่ถือว่า ครูเป็นผู้รู้แต่ผู้เดียว นักเรียนต้องเชื่อตามที่ครูบอกเท่านั้น แต่ครูต้องช่วยเหลือนักเรียนให้เรียนรู้ได้เอง เช่น ให้นักเรียนมาช่วยกันหาคำตอบ แทนการบอกคำตอบ

1.4.3 ครูต้องอดทนและปล่อยให้ให้นักเรียนประกอบกิจกรรมด้วยตนเอง ช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด ไม่ด่วนบอกคำตอบก่อน ควรช่วยเหลือแนะนำนักเรียนที่เรียนช้าและเรียนเร็วให้สามารถเรียนไปตามความสามารถของตนเอง

1.4.4 ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุยกันในเรื่องหา หรือได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือความรู้กันได้

1.4.5 ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เดินไปเดินมาเพื่อประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกระบวนการหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียนรู้

1.4.6 ครูต้องลดบทบาทตัวเองลง พยายามในสิ่งที่จำเป็น เลือกสรรคำพูดให้แน่ใจว่านักเรียนมีความต้องการฟังในสิ่งที่ครูพูด ก่อนที่จะพูดครูจึงควรเร้าความสนใจของนักเรียนเสียก่อน

1.4.7 ขณะที่นักเรียนประกอบกิจกรรมครูต้องอยู่ดูแลเอาใจใส่พัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน ต้องไม่คิดว่า เมื่อนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เองแล้วครูก็เอาเวลาทำอย่างอื่นได้

1.4.8 ครูควรมีใจกว้าง ชมเชยเมื่อนักเรียนที่ทำได้หรือประสบความสำเร็จแม้เพียงเล็กน้อย ไม่ตำหนิหรือลงโทษเมื่อนักเรียนทำผิดพลาด

1.4.9 ครูไม่ควรยึดติดกับหลักสูตรมากเกินไป ไม่ควรจะยึดเนื้อหาที่ไม่ว่าจำเป็นให้กับนักเรียน การให้เนื้อหาที่จำเป็นแม้จะน้อยอย่างก็ยิ่งดีกว่าสอนหลายอย่าง แล้วนักเรียนเกิดการเรียนรู้น้อยไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้

1.4.10 จัดตารางสอนให้ยืดหยุ่นเหมาะสมกับเวลาที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมภายในเวลาที่เหมาะสม ไม่มากหรือน้อยไป

1.5 บทบาทของนักเรียน

ในการเรียนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้น นักเรียนจะมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อมๆ กันด้วยตนเอง ทำไปและเรียนรู้ไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นบทบาทที่คาดหวังจากนักเรียน คือ

1. มีความยินดีร่วมกิจกรรมทุกครั้งด้วยความสมัครใจ
2. เรียนรู้ได้เอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง
3. ตัดสินปัญหาต่างๆ อย่างมีเหตุผล
4. มีความรู้สึกและความคิดเป็นของตนเอง
5. วิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่นได้
6. ให้ความช่วยเหลือกันและกัน รู้จักรับผิดชอบงานที่ตนเองทำอยู่และที่ได้รับมอบหมาย

7. นำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้นั้น

1.6 วิธีสอนแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน จากการศึกษางานวิจัยและงานวิชาการของนักการศึกษาหลายท่าน (ทิสนา แคมณี 2553: 96; http://www.kmutt.ac.th/organization/Education/Technology/tech_ed/constructionism/constructionism4.html ; <http://art.skwt.ac.th/index.php>)

ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคชันนิสซึม สาระสังเขปออนไลน์ ค้นคืนวันที่ 10 พฤศจิกายน 2554 จาก <http://art.skww.ac.th/index.php>) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสร้างสรรค์ชิ้นงาน คือ การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนได้ลงมือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้ในตัว of นักเรียนเอง ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมภายนอก สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา โดยครูควรพยายามจัดบรรยากาศการเรียนการสอน ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยมีทางเลือกในการเรียนรู้ที่หลากหลาย และเรียนรู้อย่างมีความสุขสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เก่าได้ ส่วนครูเป็นผู้ช่วยเหลือและคอยอำนวยความสะดวก ให้เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ร่วมกัน มีการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือการรู้จักแสวงหาคำตอบจากแหล่งความรู้ต่างๆด้วยตนเองเป็นผลให้เกิดพฤติกรรมที่พึงแน่นเมื่อนักเรียน เรียนรู้ว่าจะหาความรู้ได้อย่างไร เพียเจต์ได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของบุคคล พบว่าเมื่อได้รับประสบการณ์และสภาพแวดล้อมใหม่ๆ ซึ่งจะสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนหลักๆ คือ

1. ขั้นการสำรวจตรวจสอบ (Explore) ในขั้นตอนนี้บุคคลจะเริ่มสำรวจตรวจสอบหรือพยายามทำความเข้าใจกับสิ่งใหม่ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อได้พบหรือ ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมใหม่ๆที่ไม่มีอยู่ในสมองของตน ก็จะพยายามรับหรือดูดซึมเก็บเข้าไปเป็นความรู้ใหม่ พฤติกรรมเหล่านี้หลายท่านอาจจะเคยสัมผัสด้วยตนเองหรือเคยสังเกตเห็นจากการเข้าร่วมกิจกรรมการต่อเลโก้ & โลโก้ จะเห็นว่าในวันแรกที่ได้พบกับอุปกรณ์ที่เป็นตัวต่อ หลายๆคนที่ไม่มีประสบการณ์เลยอาจจะเริ่มจากสำรวจชิ้นส่วนต่างๆว่ามีอะไรบ้างและแต่ละตัวใช้ทำงานอะไร หรือนั่งมองคนอื่นๆต่อไปก่อน อาจจะสอบถามจากเพื่อนที่นั่งใกล้ๆ หรือบางคนอาจจะดูจากคู่มือที่มีอยู่เพื่อพยายามทำความเข้าใจกับสิ่งใหม่นั้น

2. ขั้นการทดลอง (Experiment) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดลองทำภายหลังจากการสำรวจไปแล้ว เป็นการปรับความแตกต่าง เมื่อได้พบหรือปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมใหม่ๆที่สัมพันธ์กับความคิดเดิมที่มีอยู่ในสมอง นั้นหมายความว่าเริ่มจะปรับความแตกต่างระหว่างของใหม่ของเดิมจนเกิดความเข้าใจว่าควรจะทำอย่างไรกับสิ่งใหม่นี้ เช่น ในการต่อเลโก้ & โลโก้ หลังจากสำรวจชิ้นส่วนต่างๆ และเก็บเป็นความรู้ไว้ในสมองแล้ว ต่อไปอาจจะเป็นการทดลองสร้างโดยอาจจะสร้างตามตัวอย่างในคู่มือ หรืออาจจะทดลองต่อเป็นชิ้นงานที่ตนเองอยากจะทำ หรืออาจจะทดลองต่อตามเพื่อนๆ ก็ได้ แต่บางคนก็พยายามที่จะปรับตนเองโดยการสอบถามเพื่อนที่สามารถทำได้ (ซึ่งจุดนี้เองเป็นจุดเริ่มต้นของการทำให้ทราบว่าคนเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญอย่างหนึ่งและการแสวงหาความรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว) ในขั้นตอนนี้อาจจะมีการลองผิดลองถูกบ้างเพื่อ

จะเก็บเกี่ยวเป็นประสบการณ์และสร้างเป็นองค์ความรู้เก็บไว้ในสมองของตนเอง อย่างไรก็ตามในขั้นตอนนี้จะเกิดทั้งการดูดซึม และการปรับความแตกต่าง ผสมผสานกันไป

3. การเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by doing) คือ ขั้นนี้เป็นการลงมือปฏิบัติกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือการได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่มีความหมายต่อตนเอง แล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองขึ้นมา ซึ่งจะคาบเกี่ยวกับขั้นตอนที่ผ่านมา ขั้นนี้จะเกิดทั้งการดูดซึม และการปรับความแตกต่างผสมผสานกันไป

4. ขั้นการทำเพื่อที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ (Doing by learning) ขั้นตอนนี้จะต้องผ่านขั้นตอนทั้ง 3 จนประจักษ์แก่ใจว่าการลงมือปฏิบัติกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือการได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่มีความหมายนั้น สามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้และเมื่อเข้าใจแล้วก็จะเกิดพฤติกรรมในการเรียนรู้ที่ดี รู้จักคิดแก้ปัญหา รู้จักการแสวงหาความรู้ การปรับตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ๆ นั่นก็คือเกิดภาวะที่เรียกว่า "powerfull learning" ซึ่งก็คือเกิดการเรียนรู้ที่จะดูดซึม และการปรับความแตกต่างอยู่ตลอดเวลา

เมื่อพิจารณาทั้ง 4 ขั้นจะเห็นได้ว่าแต่ละขั้นมีความสัมพันธ์กันจนไม่อาจแยกออกจากพฤติกรรมที่เห็นนั้นอยู่ในขั้นตอนไหนเพราะมีการผสมผสานกันอยู่ตลอดเวลา และจุดเริ่มต้นของแต่ละคนนั้นอาจมีความแตกต่างกันออกไป เช่นบางคนอาจจะเริ่มที่ขั้นการทดลอง หรือบางคนอาจจะเริ่มที่ขั้นเรียนรู้ด้วยการกระทำ ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองของแต่ละคนซึ่งมีความแตกต่างกัน ดังนั้นในการจัดการจัดประสบการณ์และสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้จากการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ไม่สามารถจัดแยกเป็นขั้นตอนอิสระตามพฤติกรรมได้ ดังนั้นในงานวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้วิธีสอนแบบการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านผาเวียง จังหวัดสุโขทัยนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีสอนแบบการสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยยึดตามหลักทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์ เมื่อได้รับประสบการณ์และสภาพแวดล้อมใหม่ๆ ซึ่งจะสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ในทุกขั้นตอนและเน้นกิจกรรมดังนี้

1. เน้นการจัดบรรยากาศในชั้นเรียนและบรรยากาศในการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการใช้จินตนาการ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
2. ออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างสรรค์ และทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การค้นพบความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง
3. ใช้คำถาม กิจกรรม กำหนดสถานการณ์เพื่อเอื้อให้นักเรียนไปสู่การค้นพบความรู้

4. ใช้สื่อเทคโนโลยี เข้าช่วย คือโปรแกรม The Geometer 's Sketchpad ,อินเทอร์เน็ต และสื่อวัสดุอุปกรณ์ เช่น ไม้ไอคริม ไม้จิ้มฟัน ชุดเรขาคณิต กระดาษ เป็นต้น
5. ให้นักเรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเห็น โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. ให้นักเรียนเป็นผู้นำเสนอความรู้ที่ได้รับ และสรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้กำกับทิศทางในการค้นพบ และสรุปในภาพรวม
7. ให้นักเรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานจากความรู้ที่ตนเองได้ค้นพบ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลของการวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา พัฒนาการ ทักษะกระบวนการในการที่จะเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือ และผลการวัดมักจะออกมาในรูปแบบของคะแนน (Willson, 1971; อารีย์ วชิรวารการ 2542; ณยศ สงวนสิน 2547; เขาวดี วิบูลย์ศรี 2540) โดยในงานวิจัยนี้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนจากการ ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยยึดเกณฑ์ระดับพฤติกรรมตามแนวทางของวิลสัน ในหัวข้อนี้จะเสนอเรื่องต่อไปนี้ 1) ระดับความสามารถด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามคิดของวิลสัน 2) การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์

2.1 ระดับความสามารถด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามคิดของวิลสัน วิลสัน (Willson, 1971) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ไว้ 4 ระดับ คือ

2.1.1 ความรู้ความจำและด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) คำถามที่วัดระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงและความรู้พื้นฐาน

2) ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจจะเป็นการถามโดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

3) ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณ ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ที่ง่าย คล้ายคลึงกับตัวอย่างที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว

2.1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความโดยใช้คำพูดของตนเอง

2) ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principle, Rules, ;& Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

3) ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

4) ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Element form One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

5) ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

6) ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read ;& Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

2.1.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในโรงเรียน พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Knowledge of Solve Routine Problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

2) ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Knowledge of Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหา อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวข้อง

3) ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Knowledge of Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่

4) ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Knowledge of Recognize, Patterns, Isomorphism, ;& Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์

2.1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้นคือ

1) ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Knowledge of Solve non-routine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน

2) ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Knowledge of Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

3) ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Knowledge of Construct Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาด

4) ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Knowledge of Criticize Proofs) ความสามารถในการขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในการขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

5) ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Knowledge of Formulate ;& Validate Generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยใช้ความสัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือ การถามให้หาคำตอบและพิสูจน์ ประโยคคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ระดับความสามารถด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของวิลสัน คือ ระดับความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วย ระดับความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ ระดับความเข้าใจ ระดับการนำไปใช้ และระดับการวิเคราะห์

2.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ คือการวัดระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยเครื่องมือที่สร้างขึ้น โดยเครื่องมือในการวิจัยนี้ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยจึงขอกล่าวถึง เครื่องมือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.2.1 เครื่องมือประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้มีนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่าน (พร้อมพรรณ อุดมสิน 2545: 29 - 33; ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2538: 171-172; สมนึก ภัททิยธนี 2541: 73 – 98) ได้กล่าวถึงการสร้างเครื่องมือไว้ว่า วิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต้องปรับจุดมุ่งหมายเชิงเนื้อหาให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ ด้วยกระบวนการที่หลากหลายตามความแตกต่างของเด็ก ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์มีรูปแบบโดยภาพรวมที่คล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยขอนำเสนอ ดังนี้

- 1) แบบอัตนัย (Essay Type) ได้แก่
 - (1) แบบคำตอบสั้นหรือแบบจำกัดคำตอบ
 - (2) แบบเรียงความ
 - (3) แบบปากเปล่า
- 2) แบบปรนัย (Objective Type) ได้แก่
 - (1) แบบคำตอบสั้น ประกอบไปด้วย
 - ก. คำเดียว สัญลักษณ์ หรือสูตร
 - ข. หลายคำ หรือวลี
 - (2) แบบถูกผิด
 - (3) แบบเลือกตอบ
 - (4) แบบจับคู่

และผู้สร้างแบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ 1) แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้น หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่ามีนักเรียนมีความรู้เพียงใด บอกพร้อมที่ใด เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการให้ความช่วยเหลือ หรือดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ และ 2) แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่สาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้นแต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพแล้ว จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้นสามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนได้ส่วนขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ซึ่งมีความสอดคล้องกัน พอสรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดกับผู้เรียน
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง
4. เขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร
5. ตรวจสอบแบบทดสอบ และจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดสอบ
6. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนใช้จริง
8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริงแล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ซึ่งเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้แบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองตามขั้นตอนข้างต้น

2.2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยของหลายท่านมีผู้ให้รายละเอียดไว้หลายท่าน (อัญชนา โพธิ์พลากร 2545: 95; สุวรรณมาลี นาคเสน 2544: 67; ปรีชา วันโนนาม 2548: 44; Prescott, 1961:14 - 16) มีรายละเอียดโดยสรุปคือ องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียนหลายอย่าง ผู้วิจัยขอนำเสนอเป็นด้านๆ ดังนี้

1) องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย ความสมดุลของการเจริญเติบโตจะส่งผลต่อการเรียนรู้

2) องค์ประกอบทางด้านความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบุคคลในครอบครัว หากครอบครัวมีความอบอุ่น มีการดูแลช่วยเหลือ จะทำให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเรียนรู้

3) องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานทางบ้าน

4) องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

5) องค์ประกอบทางการพัฒนาตนเอง ได้แก่ สถิติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน

6) องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

7) องค์ประกอบด้านเวลาและคุณภาพของการสอน คือ เมื่อมีเวลาและคุณภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เพียงพอที่จะมีผลต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ ซึ่งการศึกษาองค์ประกอบในแต่ละด้านจะช่วยให้สามารถสร้างเครื่องมือมีความสอดคล้องกับบริบทโดยรวมของนักเรียนที่ต้องการวัดระดับผลสัมฤทธิ์มากขึ้น

3. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

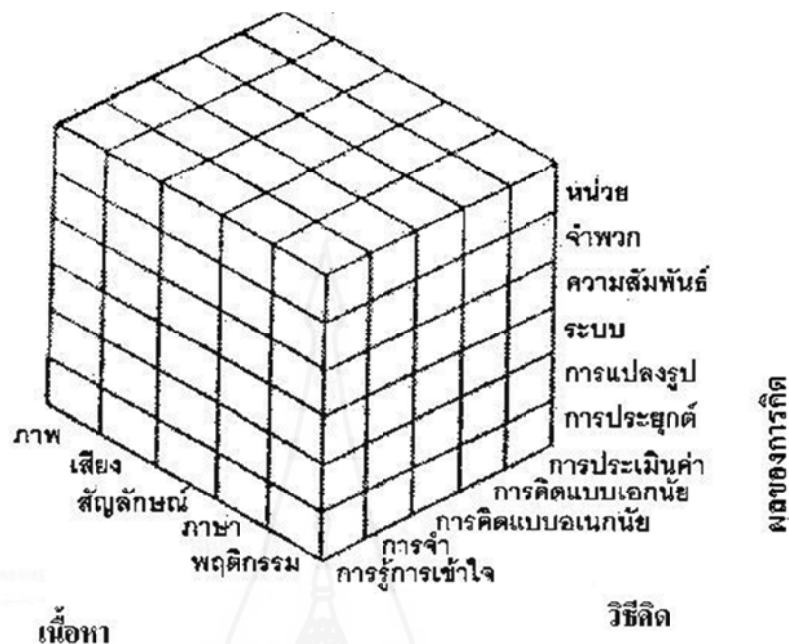
ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น จึงขอเสนอการศึกษาดังหัวข้อต่อไปนี้ 1) แนวคิดเกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถด้านการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3) การประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.1 แนวคิดเกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) และคณะได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ของสถิติปัญญา โดยเน้นศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุผลและการแก้ปัญหา จนกระทั่งได้และจำลองโครงสร้างของสมรรถนะของสมองขึ้น เรียกว่า “แบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect Model)” ซึ่งแบบจำลองนี้ได้ครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่างๆ และได้พัฒนาวิธีการคิดขึ้น 2 ประเภท คือ

1. ความคิดรวมหรือความคิดเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึงความคิดที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องตามสภาพข้อมูลที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว

2. ความคิดกระจายหรือความคิดเอนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึง ความคิดหลายทิศทางที่สามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ตลอดจนกระทั่งนำไปสู่ผลของความคิดหรือคำตอบได้หลายอย่างด้วย



ภาพที่ 2.1 แบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด

เมื่อก้าวถึงความคิดสร้างสรรค์คนส่วนใหญ่มักเข้าใจและมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่ม ซึ่งความคิดริเริ่มเป็นลักษณะสำคัญสำคัญที่ทำให้เกิดการเริ่มต้นขึ้น แต่ความสำเร็จของการสร้างสรรค์ก็จำเป็นต้องอาศัยลักษณะความคิดอื่นๆ ด้วย

มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน (Guilford, 1967: 145-151; Torrent, 1973: 91-95; Burn, 1995: 25-29; Divito, 1971: 208; ประเทิน มหาจันทร์ 2545: 21-24) ได้อธิบายถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็น วิธีการคิดหรือกระบวนการทำงานทางคณิตศาสตร์ของสมองอย่างมีขั้นตอนตลอดจนคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือเรียกว่ากระบวนการแก้ปัญหาอย่าง ซึ่งประกอบด้วย

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือความสามารถคิดหาคำตอบที่เด่นชัดและตรงประเด็นมากที่สุด ซึ่งจะนับปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน คือนองในแง่ปริมาณของผลงาน

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่างๆ ได้ ความคิดยืดหยุ่นเน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทใหญ่ๆ ของความคิดแบบคล่องแคล่วเป็นตัวเสริมและเพิ่มคุณภาพของความคิดคล่องแคล่วให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ทั่วไป ความคิดริเริ่มอาจจะเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงหรือประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น และยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่างๆ อย่างมีความหมาย

ซึ่งกระบวนการเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้นต้องผ่านขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ค้นพบปัญหา ขั้นที่ 2 เตรียมการและรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ ขั้นที่ 4 พูมฝึกความคิด ขั้นที่ 5 ความคิดกระจ่างชัด และขั้นสุดท้ายคือ การทดสอบความคิด

3.2 ความสามารถด้านการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด ช่วยพัฒนาทักษะของมนุษย์ด้านการคิดที่ละเอียด มีเหตุผล รอบคอบและเป็นระบบ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ และยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการช่วยพัฒนาประเทศในทุกๆ ด้านอีกด้วย มีนักการศึกษาทางคณิตศาสตร์หลายท่านรอย (Roy, 1982: 143-147; สุภาวดี ตั้งบุปผา 2545: 69) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่สลับซับซ้อน ซึ่งประกอบไปด้วย ความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของการ ตั้งโจทย์ปัญหา การสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบที่แปลกใหม่ ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบหรือตรวจสอบวิธีการ ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป และความสามารถด้านการมองเห็นถึงของสัมพันธ์ทางจำนวนอย่างมีระบบและเป็นขั้นตอน

3.3 การประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนั้นจะกล่าวถึงในส่วนที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินผลงานโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) จากบทความหรืองานวิจัยของนักการศึกษาหลายท่าน (<http://www.watpon.com/Elearning/mea5.htm>; ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ 2544: 33) ซึ่งได้ให้รายละเอียดไว้ว่า เกณฑ์การให้คะแนน คือเกณฑ์การให้คะแนนที่ถูกพัฒนาโดยครูหรือผู้ประเมินที่ใช้วิเคราะห์ผลงานหรือกระบวนการที่นักเรียนได้พยายามสร้างขึ้น การประเมินผลงานของนักเรียนจะมี 2 ลักษณะคือ

ผลงานที่ได้จากกระบวนการของนักเรียน และกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อให้เกิดผลงาน จะประเมินในลักษณะใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ อาจจะประเมินลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือประเมินทั้งสองลักษณะก็ได้ ผู้ประเมินจะต้องตัดสินคุณภาพของผลงานหรือกระบวนการปฏิบัติงานของนักเรียนแต่ละคนที่มีระดับที่แตกต่างกันหลายระดับ ระดับที่แตกต่างกันอาจจะเป็นระดับคุณภาพของชิ้นงานที่ได้สร้างขึ้น หรือระดับของกระบวนการต่างๆ ที่นักเรียนแต่ละคนได้ใช้เพื่อให้เกิดผลงาน

เพื่อให้การตัดสินใจสอดคล้องกับนักเรียนแต่ละคน ผู้ประเมินจะต้องใช้เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพชิ้นงานของนักเรียน เกณฑ์อาจจะอยู่ในเชิงคุณภาพหรือปริมาณ อาจจะมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) หรือแบบตรวจสอบ (Checklist) โดยปกติจะใช้ Rubric ในการประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้เดียวหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของงานปฏิบัติ แต่การปฏิบัติงานที่มีความซับซ้อน ผู้ประเมินจะต้องประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้ที่หลากหลายและประเมินหลาย ๆ ส่วนของการปฏิบัติ นั่นคือผู้ประเมินจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่มากมายเพื่อให้เหมาะกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่แตกต่างกัน หรือเหมาะกับแต่ละส่วนของการปฏิบัติงาน การให้คะแนนจะอยู่ในรูปของตัวเลข โดยปกติจะเป็น 0-3 หรือ 1-4 ในแต่ละระดับของคะแนนจะขึ้นอยู่กับระดับของคุณภาพของงาน ดังนั้นตัวเลข 4 อาจจะหมายถึงระดับคุณภาพสูงสุด เลข 3 เป็นระดับคุณภาพรองลงมา คุณภาพของงานในแต่ละระดับจะต้องใช้การอธิบาย (Rubric) ดังนั้นในแต่ละระดับคะแนนจะต้องอธิบายเป็นภาษาที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของการปฏิบัติงานในระดับนั้น

การประเมินศักยภาพของนักเรียนโดยให้ลงมือปฏิบัติ นั้น ไม่มีคำตอบหรือคำตอบถูกที่แน่ชัดลงไปเหมือนแบบทดสอบเลือกตอบ การประเมินผลงานแต่ละชิ้นของนักเรียนที่ได้ลงมือปฏิบัติจึงมีความจำเป็นที่จะต้องประเมินคุณภาพของงานอย่างเป็นปรนัย ซึ่งมันเป็นการยากที่จะทำได้ และได้ค้นพบการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนขึ้นมาเพื่อกำหนดแนวทางในการตัดสินอย่างยุติธรรม และปราศจากความลำเอียง

Rubric จะต้องมีความชัดเจนในเกณฑ์การให้คะแนนอย่างพอเพียงถึงขนาดที่ผู้ประเมิน 2 คนสามารถใช้ Rubric เดียวกันประเมินชิ้นงานของนักเรียนชิ้นเดียวกันแล้วให้คะแนนได้ตรงกัน ระดับของความสอดคล้องในการให้คะแนนของผู้ประเมิน 2 คนที่ประเมินอย่างเป็นอิสระจากกันจะเรียกว่า ความเชื่อมั่น (Reliability) ของการประเมิน

3.4 องค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) มีหลายองค์ประกอบ ในแต่ละองค์ประกอบก็มีประโยชน์ มีความสำคัญ องค์ประกอบมีดังนี้

3.4.1 จะมีอย่างน้อย 1 คุณลักษณะหรือ 1 มิติที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินนักเรียน

3.4.2 การนิยามและการยกตัวอย่างจะต้องมีความชัดเจนในแต่ละคุณลักษณะหรือมิติ

3.4.3 มาตรการให้คะแนนจะต้องเป็นอัตราส่วนกันในแต่ละคุณลักษณะหรือมิติ

3.4.4 จะต้องมีความมาตรฐานที่เด่นชัดในแต่ละระดับของการให้คะแนน

ในแต่ละระดับการให้คะแนนจะต้องมีความชัดเจนในการนิยาม และความกว้างของระดับคะแนนไม่ควรเกิน 6 ถึง 7 ระดับ ถ้ามีระดับของการให้คะแนนกว้างมากเกินไปจะมีความลำบากในการตัดสินความแตกต่างในแต่ละระดับ เช่น ความกว้างคะแนนเป็น 100 ทำให้ยากที่จะอธิบายว่าคะแนน 81 มีคุณภาพแตกต่างจาก 80 หรือ 82 อย่างไร และจะทำให้ความสอดคล้องของการประเมินด้วยผู้ประเมินหลายคนลดลงไป การจะกำหนดความกว้างของการให้คะแนนเป็นเท่าไรนั้น จะต้องมีความเหมาะสมและมีความชัดเจนในการนิยามที่ครอบคลุมตั้งแต่ แย่ที่สุด (poor) จนถึงดีเลิศที่สุด (excellent)

3.5 ชนิดของเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) มีอยู่ 2 ชนิดคือ

3.5.1 เกณฑ์การให้คะแนนผลงานหรือกระบวนการที่ไม่ได้แยกส่วนหรือแยกองค์ประกอบการให้คะแนน (Holistic Rubrics) คือจะประเมินในภาพรวมของผลงานหรือกระบวนการนั้น

3.5.2 เกณฑ์การให้คะแนนที่แยกส่วนหรือองค์ประกอบคุณลักษณะของผลงานหรือกระบวนการ แล้วนำแต่ละส่วนหรือองค์ประกอบของคุณลักษณะมารวมกันเป็นคะแนนรวม (Analytic Rubrics)

สรุปแล้วการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน คือการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่ถูกพัฒนาโดยผู้ประเมินเพื่อใช้วิเคราะห์ผลงานหรือกระบวนการที่นักเรียนได้พยายามสร้างขึ้น การประเมินผลงานของนักเรียนจะมี 2 ลักษณะคือ ผลงานที่ได้จากกระบวนการของนักเรียน และกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อให้เกิดผลงาน จะประเมินในลักษณะใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ อาจจะประเมินลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือประเมินทั้งสองลักษณะก็ได้แต่เกณฑ์ต้องมีความชัดเจนและมีความเที่ยงตรงในการให้คะแนน

สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงรายละเอียดของเนื้อหาแนวคิดศาสตร์เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบ ส่วนการประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั้นประเมินจากชิ้นงานนักเรียนสร้างขึ้นในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยสร้างเกณฑ์ 2 ลักษณะคือ

1) เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม โดยประเมินชิ้นงานของนักเรียนในภาพรวมในด้านความถูกต้องของชิ้นงานตามที่กำหนด ความแปลกใหม่น่าสนใจ ขนาด สี สันที่ เหมาะสม สวยงาม การบรรยายที่ใช้ภาษาถูกต้องสร้างสรรค์ และส่งงานภายในระยะเวลาที่กำหนด

2) เกณฑ์การให้คะแนนที่แยกส่วน ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนโดยยึดแนวคิดและทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์และนำทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ กิลฟอร์ด ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัย โดยสร้างเกณฑ์การประเมินครอบคลุมด้าน ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความละเอียดลออในการคิด

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการสอนแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน

4.1 งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องจำนวน 10 เรื่องและทำการสังเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาแล้ว พบว่า มีจำนวน 8 เรื่อง ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง กับกลุ่มควบคุมที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์รูปแบบอื่น และสำรวจความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์รูปแบบอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วย (พินิจ พินิจพงศ์ 2553; สมพงษ์ ยังโสม 2548; จุไรรัตน์ จันทะชาล 2551; หนูพิน เทพเรียน 2551; นภาพรรณ ดาก้อนทอง 254 ; ปัทมา เต๋าให้ 2549; กุลศิริ โจมพรหม 2551; พิสมัย คนหาญ 2553) นอกจากนี้ ภัทรพร สุทธิแพทย์ (2546) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนตามทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเอง พบว่า สิ่งสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ ตามทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเองได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหาในตนเอง บุคลิกภาพของนักเรียน เครื่องมือในการเรียนรู้ บรรยากาศที่เอื้ออำนวยในการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ความแตกต่างแปลกใหม่หลายหลายของนักเรียน ความฉลาดทางด้านสติปัญญา และการได้รับผลย้อนกลับ มีนักวิจัยที่พยายามจะแก้ปัญหาด้านพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ของนักเรียนโดยมีการศึกษาเรื่อง การประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้

รูปแบบการสอนตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้นิยม พบว่า หลังการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้นิยม ผลการสอนทำให้เกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในทางที่ดีขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนความก้าวหน้าอยู่ในระดับดีมาก จากนั้นได้ทำการประเมินความเข้าใจ การแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ การนำเสนอ และการอภิปรายปากเปล่า จากการทำโครงงานของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ได้ระดับคะแนนดีเยี่ยม (ปัญหุรัตน์วรรณ 2544)

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การจัดกิจกรรมการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในต่างประเทศนั้น ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์แบบคอนสตรัคติวิสต์ โดยสอน 6 สัปดาห์ วันละ 3 ชั่วโมง 30 นาที ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (Wade, 1995: A) การสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยการสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นมีจุดเด่นที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ช่วยในการสร้างความรู้ ในปัจจุบันโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ศึกษาคณิตศาสตร์ได้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือ โดยได้มีการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อมโนคติทางเรขาคณิตในการสร้างรูปวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สองมิติและสามมิติ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรม GSP มีมโนคติทางเรขาคณิต หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (July, 2001) มีการทำการเพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้อันวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเรื่อง การใช้แนวคิดของการสอนให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ฐานคิดจากรูปแบบการสอนคอนสตรัคติวิสต์ขึ้น ใน 4 ขั้นตอนให้นักเรียนเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนผ่านกระบวนการขั้นประเมินขั้นถ่ายโยงความรู้ ขึ้นสร้างองค์ความรู้และขึ้นเสริมแรง และนักเรียนพัฒนาความสามารถในด้านทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (กวง ฟอง โฮ และฮุย วิกตอเรีย (Keong Fong Ho and Hsui ictoria, 1998: 88 – 92)) นอกจากนี้มีการจัดกิจกรรมการสอนตามแนวการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานในวิชาอื่นด้วย โดยมีการทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการสอนวิชาเคมีของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้การสอนปกติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และวงจรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ความรอบรู้ในเนื้อ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้บทโมเดล ที่ประกอบด้วยมโนคติพื้นฐานทางเคมี 9 มโนคติ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้การจดบันทึก การทดสอบ การรายงานผลการทดลอง การสำรวจมโนคติพบว่า นักเรียนมี

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (Curtis, 1997)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นแสดงให้เห็นถึงการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้น เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้นได้และจากกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจตรวจสอบ หรือทำความเข้าใจกับสิ่งใหม่ ผ่านการจัดกิจกรรมโดยมีการจัดสิ่งแวดล้อม สื่อที่เอื้อให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งใหม่ๆ ด้วยผ่านการลงมือปฏิบัติและใช้ประสบการณ์หรือพื้นความรู้เดิมของนักเรียนมาช่วยในการค้นคว้า เพื่อเก็บเกี่ยวประสบการณ์และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ภายในความคิดของตนเองจนกระทั่งนักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นมาจากความรู้ใหม่ที่นักเรียนค้นพบและตรวจสอบความรู้นั้นแล้วด้วยตนเองได้ และความรู้ที่ค้นพบนั้นจะอยู่คงทน และลืมยาก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นจะ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้

