

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอน
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
4. บทบาทหน้าที่ของครูตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
5. การประเมินผลการเรียนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
 - 5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.3 การประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของบุคคลมีจุดเริ่มต้นจากแนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorist or Connectionist) และนักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม (Cognitivist) การจัดการศึกษาในอดีตรวมทั้งการจัดการศึกษาของไทยในปัจจุบันเป็นการจัดการศึกษาตามแนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มพฤติกรรมนิยม ซึ่งผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ซึมซับหรือรอรับเอาความรู้เฉพาะทางจากครูที่เป็นผู้ถ่ายทอดให้ นักการศึกษาหลายคนเห็นว่าการจัดการศึกษาในแนวนี้อย่างไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริงจึงมีแนวคิดในการจัดการศึกษาขึ้นใหม่ โดยเปลี่ยนจุดเน้นในการเรียนรู้จากความรู้เฉพาะทางมาเป็นกระบวนการพัฒนาทางปัญญา ตามแนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม กำเนิดในช่วงปลายคริสต์ศักราช

1980 เป็นต้นมา นักการศึกษากลุ่มปัญญานิยมนี้มักจะรู้จักกันในนามของนักการศึกษากลุ่มแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีแนวคิดในการจัดการศึกษาที่ตรงข้ามกับแนวคิดเดิม กล่าวคือ นักการศึกษากลุ่มนี้มีความเชื่อว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ไม่สามารถถ่ายทอดจากบุคคลหนึ่งไปสู่อีกบุคคลหนึ่งได้ แต่ความรู้เป็นสิ่งที่บุคคลแต่ละบุคคลจะต้องสร้างขึ้นมาจากด้วยตนเอง ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการเรียนรู้ภายใต้การสร้างความรู้ด้วยตนเองจึงถูกเรียกว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) ต่อมา ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จึงมีได้มีเพียงทฤษฎีเดียว แต่เป็นทฤษฎีหรือผลงานวิจัยที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในสาขาต่าง ๆ ตั้งแต่วิทยาศาสตร์ศึกษา คณิตศาสตร์ศึกษา ไปจนกระทั่งถึงจิตวิทยาการศึกษา และเทคโนโลยีการศึกษา คอนสตรัคติวิสต์ ในปัจจุบันหมายถึง กลุ่มแนวคิดหรือผลงานทั้งหลายที่มองว่าความรู้เป็นการสร้างบุคคล เป็นผลงานที่วางอยู่บนข้อดกลงพื้นฐานว่า ความรู้ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของวัตถุ ความรู้ไม่ใช่ความจริงภายนอกที่แยกออกจากบุคคล แต่ความรู้ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาในหลักวิชา เช่น คณิตศาสตร์ สังคมศาสตร์ หรือความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนนั้นล้วนแต่เป็นผลงานการสร้างของบุคคลบนพื้นฐานของวัฒนธรรม สภาพสังคม และความรู้ที่มีอยู่ก่อน กลายเป็นมูลเหตุให้เกร็ดเลอร์ (Gredler) และวูล์ฟ (Woolfolk) จำแนกผลงานของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนไว้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มที่หนึ่ง เรียกว่า คอนสตรัคติวิซึมที่เข้มงวด (Radical Constructivism) หรือ คอนสตรัคติวิซึมเชิงปัญญา (Cognitive Constructivism) เป็นกลุ่มที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์ เน้นการสร้างความรู้เป็นรายบุคคล ศึกษาความแตกต่างของพัฒนาการเป็นรายบุคคล ไม่ให้ความสำคัญกับสถานการณ์ทางสังคมที่การเรียนรู้เกิดขึ้น กลุ่มที่สอง เรียกว่า คอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคม (Social Constructivism) เป็นกลุ่มที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของวิกอร์สกี เน้นบทบาททางภาษาและสังคมในการสร้างความรู้ เนื่องจากเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นสิ่งที่มิในสังคมโลกโดยธรรมชาติ เกิดขึ้นในสภาพทางวัฒนธรรมที่มีลักษณะเฉพาะ การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ในทุก ๆ ที่ เช่น ในโรงงาน โต๊ะอาหาร บนถนน สำนักงาน และในสนามแข่งขัน ด้วยเหตุนี้จึงเห็นว่า องค์ประกอบทางสังคมเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้บุคคลเรียนรู้เกี่ยวกับตนเองและโลกภายนอก หรือเกิดการเรียนรู้ขึ้นเอง จึงเน้นการเรียนรู้ในสภาพจริงมากกว่าการเรียนรู้ในโรงเรียน (จรรยา ภูอุดม. 2544 : 7 – 8)

กลุ่มทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นกลุ่มผลงานหรือทฤษฎีที่มีรากฐานมาจากปรัชญาและทฤษฎีทางจิตวิทยาที่หลากหลาย นักจิตวิทยาได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้และพัฒนาการของมนุษย์เพื่อคัดค้านทฤษฎีและหลักการที่จะนำมาช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษา และส่งเสริมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ในบรรดาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ต่าง ๆ กันนั้น แนวคิดหนึ่งที่มีอิทธิพลมากในช่วงประมาณ ค.ศ. 1960 จนถึง ค.ศ. 1970 คือ แนวคิดทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งเป็นทั้งทฤษฎีการเรียนรู้และทฤษฎีการสอนที่รวมกันเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการพัฒนาการทางปัญญาโดยเน้นพัฒนาการของการคิดเชิงเหตุผล (Logical Thinking) จากวัยทารกจนกระทั่งโตเป็นผู้ใหญ่ มีสมมติฐานว่าพัฒนาการทางปัญญามีลักษณะ

คล้ายกับระบบทางชีววิทยา กล่าวคือ เป็นกระบวนการสร้างโครงสร้างที่ต้องการอย่างต่อเนื่อง ขณะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมกำหนดความหมายของพัฒนาการทางปัญญาว่า เป็นความงอกงามของการคิดเชิงเหตุผลที่มีผลลัพธ์เป็นการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่จากโครงสร้างที่มีอยู่เดิม โดยเชื่อว่าความงอกงามทางปัญญาเป็นผลมาจากองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ สภาพแวดล้อมทางกายภาพ สภาพแวดล้อมทางสังคม วุฒิภาวะ และการสร้างความสมดุลของประสบการณ์ โดยอาศัยกลไกพื้นฐาน 2 ประการ คือ กลไกซึมซับประสบการณ์ (Assimilation) อันเป็นการรับเอาประสบการณ์ใหม่ที่ต้องการหรือปรับสิ่งแวดล้อมให้รวมเข้ากับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม และกลไกปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) อันเป็นกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้างที่มีอยู่เดิมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม หรือประสบการณ์ใหม่ หรือเปลี่ยนแปลงความคิดความเข้าใจเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ จากกระบวนการดังกล่าว เด็กจะสร้างและปรับขยายโครงสร้างทางปัญญา จากประสบการณ์ของเด็กเองในบริบทและสภาพแวดล้อมที่แวดล้อมตัวเด็กอยู่ จึงนับว่าเพียเจต์เป็นนักการศึกษาผู้บุกเบิกคนหนึ่งตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และแนวคิดของเพียเจต์เป็นรากฐานของแนวคิดหลักของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่ว่า เด็กสร้างความรู้จากประสบการณ์ของเด็กเอง และกระบวนการในการสร้างความรู้เป็นการกระทำของเด็กเอง (ทิสนา แคมมณี. 2547 : 64 – 66)

การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เพียเจต์เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและ พัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นให้เด็กมีพัฒนาการเร็วขึ้น ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์มีสาระสรุปได้ ดังนี้

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น ดังนี้

1.1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0 – 2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง และยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

1.2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2 – 7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้งแต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น

(1) ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2 – 4 ปี

(2) ขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 4 – 7 ปี

(3) ขั้นการคิดแบบรูปธรรม เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7 – 11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจและสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

2. ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

3. กระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะ ดังนี้

3.1 การซึมซับหรือการดูดซึม เป็นกระบวนการทางสมองในการรับเรื่องราว ประสบการณ์ และข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

3.2 การปรับและจัดระบบ เป็นกระบวนการทางสมองในการจัดและปรับประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาขึ้น

3.3 การเกิดความสมดุล เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืน ก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญารึ้นในตัวบุคคล

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการพัฒนาของบุคคล จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากระดับต่ำไปสู่ระดับที่สูงขึ้นโดยไม่มีการกระโดดข้าม แต่บางช่วงของการพัฒนาอาจเกิดขึ้นเร็วหรือช้าก็ได้ การพัฒนาเหล่านี้จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมและประเพณีต่าง ๆ รวมทั้งวิธีการดำรงชีวิตอาจมีส่วนช่วยให้เด็กพัฒนาได้แตกต่างกัน ดังนั้น ในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่เด็ก ครูมีบทบาทสำคัญในการจัดประสบการณ์ เหล่านั้นเพื่อให้เด็กได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเกิดการซึมซับผสมผสานประสบการณ์เดิม ให้รวมเข้าหรือปรับโครงสร้างทางสติปัญญาให้เข้ากับโครงสร้างใหม่ โดยเด็กแต่ละคนจะเป็น ผู้ค้นพบคำตอบเอง นักจิตวิทยาคนสำคัญอีกคนหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความเคลื่อนไหวของกลุ่มแนวคิด ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง คือ บรูเนอร์ เป็นศาสตราจารย์ทางจิตวิทยาที่มหาวิทยาลัย ฮาร์วาร์ด ทฤษฎีพัฒนาการของเขามีส่วนคล้ายคลึงกับทฤษฎีของเพียเจต์ แตกต่างกันตรงที่ บรูเนอร์เน้นความสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมกับการพัฒนาการทางสติปัญญา เขาเชื่อว่าสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรมจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเร่งความเจริญงอกงามทางสติปัญญา บรูเนอร์ แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาของคนออกเป็น 3 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการแสดงออกด้วยการกระทำ เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้จากการกระทำ โดยการปฏิบัติกับของจริง

ขั้นที่ 2 ขั้นการแสดงออกด้วยการใช้ประสาทสัมผัสในการเรียนรู้ เป็นขั้นที่เด็กสามารถเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสในการเรียนรู้ โดยไม่จำเป็นต้องลงมือกระทำทุกอย่าง เด็กเกิดความคิดจากการรับรู้เป็นส่วนใหญ่

ขั้นที่ 3 ขั้นการแสดงออกด้วยการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ถือว่าเป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ เพราะเป็นขั้นที่เด็กสามารถเข้าใจและเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมต่าง ๆ ได้โดยการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ เด็กเกิดความคิดรวบยอดในสิ่งต่าง ๆ ที่ซับซ้อนมากขึ้นและสามารถแก้ปัญหาได้

พัฒนาการทางด้านสติปัญญาของบรูเนอร์ เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องไปตลอดชีวิต กิจกรรมต่าง ๆ อันเนื่องมาจากพัฒนาการทางสมองที่เกิดขึ้นในช่วงแรกของชีวิตก็สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาช่วงหลัง ๆ ของชีวิตได้อีกเช่นกัน นอกจากนี้บรูเนอร์ยังเชื่อว่าภาษาเป็นเครื่องมือที่จะช่วยกระตุ้นให้เด็กเกิดการเรียนรู้และเกิดความเข้าใจ สำหรับในเรื่องของการเรียนรู้ บรูเนอร์เชื่อว่าการเรียนรู้จะต้องเกิดสามัญสำนึก คือ การเกิดความคิดได้อย่างรวดเร็วและฉับไว ซึ่งจะต้องมีการใช้โครงสร้างเข้าช่วย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถค้นพบหรือสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้บรูเนอร์ยังเชื่อว่ากิจกรรมการใช้สติปัญญาจะประสบผลสำเร็จอย่างเต็มที่ก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีความพอใจหรือมีแรงจูงใจที่จะเรียน ครูควรพยายามที่จะทำให้เด็กสนใจต่อการเรียนรู้ให้มากขึ้นโดยการสร้างแรงจูงใจภายในหรือเปลี่ยนแปลงแรงจูงใจภายในนั่นเอง (ทิสนา ขัมมณี. 2547 : 66 – 67)

ออซูเบล เป็นนักทฤษฎีอีกคนหนึ่งที่เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย และได้กล่าวถึงการเรียนรู้ว่าจะเกิดขึ้นได้ถ้าในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น ผู้เรียนเคยมีพื้นฐานซึ่งเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ได้ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย แต่ถ้าผู้เรียนจะต้องเรียนสิ่งใหม่โดยที่ไม่เคยมีพื้นฐานมาก่อนเป็นชนิดที่ใหม่จริง ๆ ผู้เรียนพยายามรับรู้สิ่งที่เรียนและพยายามจดจำให้ได้ เรียกการเรียนรู้ชนิดนี้ว่าเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ เพราะผู้เรียนสามารถเรียนได้แต่ไม่มีความหมาย ออซูเบล ได้ให้ความเห็นว่าโครงสร้างส่วนบุคคลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษา สิ่งสำคัญที่สุดที่ครูจะต้องรู้ในจุดเริ่มแรกของการสอนคือสิ่งที่เด็กรู้ เพื่อที่ครูจะได้วางแผนการสอนโดยใช้ความรู้เดิมและกลวิธีการเรียนรู้เดิมของเด็กเป็นจุดเริ่มต้นซึ่งจะทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย ทรรศนะนี้เป็นที่ยอมรับของกลุ่มแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นอย่างดี (ไสว พักขาว. 2542 : 26 – 27)

อีกทฤษฎีหนึ่งที่เป็นพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง คือ ทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของ วิโกทสกี ที่ให้ความสำคัญของภาษา และการมีปฏิสัมพันธ์ในฐานะที่เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นที่ซับซ้อน นอกจากนั้นยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาความสามารถทางสมองระดับสูง ซึ่งต้องเน้นพัฒนาการที่เหนือความสามารถปัจจุบันของเด็กที่เรียกว่า เขตของการพัฒนาใกล้เคียง (Zone of Proximal Development) ทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของ วิโกทสกี เน้นความสำคัญของวัฒนธรรมและสังคมว่ามีอิทธิพลต่อพัฒนาการเข้าวัยปัญญามาก โดยใช้สถานการณ์ที่เลเยอร์ความสามารถปัจจุบันของเด็ก แต่อยู่ในขอบเขตของศักยภาพที่เด็กจะทำได้ด้วยการช่วยเหลือแนะนำของผู้ใหญ่หรือการทำร่วมกับเพื่อน ๆ เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถทางสมองของเด็ก

นอกจากนี้ วิโกทสกี ถือว่าภาษาเป็นเครื่องมือของการคิดและพัฒนาเชาว์ปัญญา การใช้เหตุผลและความสามารถในการจำ และเชื่อว่าพัฒนาการของภาษาและพัฒนาการความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้ง 2 อย่างจะพัฒนาร่วมกัน นอกจากนี้วิโกทสกี ยังเห็นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ บางคนเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเองบางคนจะเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อได้รับการชี้แนะหรือความช่วยเหลืออย่างอื่น แต่บางคนจะไม่สามารถที่จะเรียนรู้ได้ แม้ว่าได้รับการช่วยเหลือ วิโกทสกี เชื่อว่าการให้ความช่วยเหลือชี้แนะสำคัญมาก เพราะจะช่วยเด็กที่อยู่บริเวณใกล้เคียงพัฒนาเชาว์ปัญญาให้สามารถทำงานใหม่ซึ่งเด็กไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองให้สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์ได้ วิโกทสกี เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซีย ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาในสมัยเดียวกับเพียเจต์ ผลงานของเขาเป็นที่ยอมรับกันในประเทศรัสเซีย และเริ่มเผยแพร่สู่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศต่าง ๆ ในยุโรปเมื่อได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษในปี ค.ศ. 1962 ต่อมาในปี ค.ศ. 1986 โคซูลิน (Kozulin) ได้แปลและปรับปรุงหนังสือของวิโกทสกีอีกครั้งหนึ่ง เป็นผลทำให้มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย (ทศนา แหมมณี. 2547 : 90 – 94)

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์และของวิโกทสกีเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพียเจต์อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งเพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีการพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะ และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วนวิโกทสกี ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมก็คือ วัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้น สถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเชาว์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปร่วมกัน ทั้งเพียเจต์และวิโกทสกี นับว่าเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม ซึ่งเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการรู้คิด หรือกระบวนการทางปัญญา นักคิดคนสำคัญในกลุ่มนี้ คือ อุลริค ไนส์เซอร์ (Ulrich Neisser) ได้อธิบายว่าเป็นกระบวนการรู้คิดของสมองจะมีการปรับเปลี่ยนลด ตัด ทอน ขยาย จัดเก็บ และใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดจากการกระตุ้นของสิ่งเร้าภายนอกก็ได้ ดังนั้น การรู้สึก การรับรู้ จินตนาการ

การระลึกได้ การจำ การคงอยู่ การแก้ปัญหา การคิด และอื่น ๆ อีกมากจึงถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการรู้คิดนี้ (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2541 : 208 – 209)

เพื่อให้เข้าใจแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ได้ง่ายขึ้น จึงได้เปรียบเทียบแนวคิดนี้กับแนวคิดของกลุ่มปฏินิยม ซึ่งมีความเห็นว่า โลกนี้มีความรู้ ความจริง ซึ่งเป็นแก่นแท้แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลง การศึกษา คือ การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรู้ ความจริงเหล่านี้ ดังนั้น ครูจึงต้องพยายามถ่ายทอดความรู้ และความจริงเหล่านี้ให้ผู้เรียน และผู้เรียนสามารถรับสิ่งที่ครูถ่ายทอดได้อย่างเข้าใจตามที่ครูต้องการ แต่นักทฤษฎีกลุ่มการสร้างความรู้ มีความเห็นว่า แม้โลกนี้จะมีอยู่จริง แต่ความหมายของสิ่งเหล่านั้น มิได้มีอยู่ในตัวของมัน สิ่งต่าง ๆ มีความหมายขึ้นมาจากการคิดของคนที่รับรู้สิ่งนั้น และแต่ละคนจะให้ความหมายแก่สิ่งเดียวกัน แตกต่างกันไปอย่างหลากหลาย ดังนั้น สิ่งต่าง ๆ ในโลกจึงไม่มีความหมายที่ถูกต้องหรือที่เป็นจริงที่สุด แต่ขึ้นกับการให้ความหมายของคนในโลก คนแต่ละคนเกิดความคิดจากประสบการณ์ ดังนั้น สิ่งแวดล้อมที่อยู่ในประสบการณ์นั้น ก็ย่อมเป็นส่วนหนึ่งของความคิดนั้น หรือเป็นความหมายส่วนหนึ่งของความคิดนั้น ด้วยเหตุนี้วิโกทสกี จึงเน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ วิโกทสกีได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ เขตของการพัฒนาใกล้เคียง ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการจัดการเรียนการสอน โดยวิโกทสกีอธิบายว่า ปกติเมื่อมีการวัดพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเด็ก เรามักจะใช้แบบทดสอบมาตรฐานในการวัดเพื่อดูว่าเด็กอยู่ในระดับใด โดยดูว่าสิ่งที่เด็กทำได้นั้นเป็นสิ่งที่เด็กในระดับอายุใดโดยทั่วไปสามารถทำได้ ดังนั้น ผลการวัด จึงเป็นการบ่งบอกถึงสิ่งที่เด็กทำได้อยู่แล้วคือ เป็นระดับพัฒนาการที่เด็กบรรลุหรือไปถึงแล้ว ดังนั้น ข้อปฏิบัติที่ทำกันอยู่ก็คือ การสอนให้สอดคล้องกับระดับพัฒนาการของเด็ก จึงเท่ากับเป็นการดองย่ำให้เด็กอยู่ในระดับพัฒนาการเดิม ไม่ได้ช่วยให้เด็กพัฒนาขึ้น วิโกทสกีอธิบายว่า เด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาที่ตนเป็นอยู่และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะไปให้ถึงช่วงห่างระหว่างระดับที่เด็กเป็นอยู่ปัจจุบันกับระดับที่เด็กมีศักยภาพจะเจริญเติบโตนี้เองที่เรียกว่า เขตของการพัฒนาใกล้เคียง ซึ่งช่วงห่างนี้จะมี ความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล แนวคิดนี้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการสอน ซึ่งเคยมีลักษณะเป็นเส้นตรง หรืออยู่ในแนวเดียวกันเปลี่ยนแปลงไปเป็นอยู่ในลักษณะที่เหลื่อมกัน โดยการสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ ดังนั้น เด็กที่มีระดับพัฒนาการทางสมองเท่ากับเด็กอายุ 8 ขวบ จะสามารถทำงานที่เด็กอายุ 8 ขวบ โดยทั่วไปทำได้ เมื่อให้งานของเด็กอายุ 9 ขวบ เด็กคนหนึ่งทำไม่ได้ แต่เมื่อได้รับการชี้แนะหรือสาธิตให้ดูก็จะทำได้ แสดงให้เห็นว่าเด็กคนนี้มีวุฒิภาวะที่จะไปถึงระดับที่ตนเองมีศักยภาพจะพัฒนาไปให้ถึง ต่อไปเด็กคนนี้ก็พัฒนาไปถึงขั้นทำสิ่งนั้นได้เองโดยไม่มีการชี้แนะหรือได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่น ในขณะเดียวกันอาจมีเด็กอีกคนหนึ่งซึ่งอยู่ในระดับพัฒนาการทางสมองเท่ากัน คือ 8 ขวบ เมื่อให้ทำงานของเด็กอายุ 9 ขวบ เด็กก็ไม่สามารถทำได้แม้จะได้รับการชี้แนะหรือสาธิตให้ดูซ้ำแล้วซ้ำอีกก็ไม่สามารถ

ทำได้ แสดงให้เห็นว่าช่องว่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่กับระดับที่ต้องการไปให้ถึงยังห่างหรือกว้างมาก เด็กยังมีวุฒิภาวะไม่เพียงพอ หรือยังไม่พร้อมที่จะทำสิ่งนั้น จำเป็นต้องรอให้เด็กมีวุฒิภาวะสูงขึ้น หรือลดระดับงานตามระดับพัฒนาการให้ต่ำลง และจากแนวความคิดดังกล่าวนี้ วิโกทสกี จึงมีความเชื่อว่า การให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็ก เป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะสามารถช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของเด็กได้ นักจิตวิทยากลุ่มนี้เน้นความสำคัญของบริบทที่แท้จริง เพราะการสร้างความหมายใด ๆ มักเป็นการสร้างบนฐานของบริบทใดบริบทหนึ่ง จะกระทำโดยขาดบริบทนั้นไม่ได้ ดังนั้น การเรียนรู้จึงจำเป็นต้องดำเนินการอยู่ในบริบทใดบริบทหนึ่ง กิจกรรมและงานทั้งหลายที่ใช้ในการเรียนรู้ก็จำเป็นต้องเป็นสิ่งจริง (ทิสนา แคมมณี. 2547 : 91 – 93)

ทฤษฎีการสร้างความรู้จะให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้งโครงสร้างทางปัญญาและความเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมายเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ เขาเชื่อว่าคนทุกคนมีโลกของตัวเองซึ่งเป็นโลกที่สร้างขึ้นด้วยความคิดของตน และคงไม่มีใครกล่าวได้ว่าโลกไหนจะเป็นจริงไปกว่ากัน เพราะโลกของใครก็จริงสำหรับคนนั้น ดังนั้น โลกนี้จึงไม่มีความจริงเดียวที่สุด ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มนี้ถือว่าสมองเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดที่เราสามารถใช้ในการแปลความหมายของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ และสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้ ซึ่งการแปลความหมายดังกล่าวเป็นเรื่องที่เป็นส่วนตัว และเป็นเรื่องเฉพาะตัว เพราะการแปลความหมายของแต่ละบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกัน จากทฤษฎีการเรียนรู้ดังกล่าวสรุปได้ว่า การเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองแล้ว ยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเองซึ่งมีแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานมากกว่า โดยอาศัยแต่เพียงการรับรู้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมหรือรับการสอนจากภายนอกเท่านั้น และความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดจากการที่บุคคลเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งไม่สามารถแก้หรืออธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ หรือจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรอง ซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือจัดความขัดแย้งทางปัญญาได้ และใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์เฉพาะอื่น ๆ ที่อยู่ในกรอบของโครงสร้างนั้นได้ และเป็นพื้นฐานสำหรับการสร้างโครงสร้างใหม่ต่อไป อันสรุปเป็นประเด็นหลักได้ดังนี้

(1) ความรู้ คือ โครงสร้างทางปัญญาที่บุคคลสร้างขึ้นจากการเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา แล้วใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างเดียวกัน และเป็นพื้นฐานสำหรับการสร้างโครงสร้างใหม่ต่อไป

(2) นักเรียนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่และแรงจูงใจภายในเป็นจุดเริ่มต้น

(3) ครูมีหน้าที่จัดการให้นักเรียนปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเอง ภายใต้อัตนคติของเบื้องต้นทางการเรียนรู้ต่อไปนี้

1) สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

2) ความขัดแย้งทางปัญญา เป็นแรงจูงใจภายใน ให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง เพื่อจัดความขัดแย้งนั้น

3) การไตร่ตรองบนฐานแห่งประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญา ที่มีอยู่เดิมและการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา และโครงสร้างใหม่นี้จะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเดิมสำหรับปัญหาใหม่ต่อไป

จะเห็นได้ว่าประเด็นหลักของวงจรการสร้างความรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง คือ ความขัดแย้งทางปัญญา ดังนั้น หน้าที่หลักของครู คือ การหากลวิธีกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา อันเป็นองค์ประกอบหลักในการนำมาซึ่งองค์ประกอบอื่น ในการสร้างความรู้ของนักเรียน และโครงสร้างทางปัญญาที่นักเรียนสร้างขึ้นใหม่จะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างที่มีอยู่เดิมสำหรับปัญหาต่อไป (ไพจิตร สดวกการ. 2539 : 22 – 35)

ความรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยสรุปของ นภาพรณ ดาก่อนทอง (2545 : 14) กล่าวไว้ ดังนี้

(1) ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นด้วยตนเอง และมีความเชื่อว่าความรู้มิได้หมายถึง หมู่ของข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่รอคอยให้เกิดการค้นพบ อีกทั้งมิใช่บางสิ่งบางอย่างที่คงอยู่อย่างอิสระจากตัวผู้รู้ มนุษย์ต่างหากเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นโดยพยายามทำให้เกิดขึ้นอย่างมีความหมายตามประสบการณ์ที่พบบพบมา “ทุกสิ่งที่เรารู้ ตัวเราเองเป็นผู้กระทำให้เกิดขึ้น”

(2) ความรู้เป็นสิ่งที่นึกเห็นและอาจผิดพลาดได้ เนื่องจากความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างและมนุษย์จะพบบพบประสบเหตุการณ์ใหม่อยู่เสมอ ความรู้จึงไม่สามารถอยู่ได้ตายตัวหรือคงที่ มีการเปลี่ยนแปลง ความเข้าใจของเราที่เกิดขึ้นเป็นเพียงข้อเสนอของความคิดหรือเป็นการทดลองดูก่อนและยังขาดความสมบูรณ์ครบถ้วนแต่ก็ได้หมายความว่ามีความไม่สมบูรณ์ตามนั้น แต่ความรู้ยังคงเป็นสิ่งที่กำลังนึกเห็นคิดค้นและมนุษย์รู้จักความผิดพลาดของมัน

(3) ความรู้เจริญงอกงามขึ้นด้วยการเปิดโอกาสให้ทำต่อไปความเข้าใจจะยิ่งลุ่มลึกและทวีความแข็งแกร่งกว่าความรู้ที่เกิดขึ้นครั้งแรก แล้วถ้าบุคคลได้ทำการทดสอบความเข้าใจเดิมกับสิ่งที่ประสบใหม่ต่อไปเรื่อย ๆ โดยอาศัยประสบการณ์ที่ปัจเจกบุคคลได้พบบพบจากวัตถุ เหตุการณ์ และมีการจดบันทึกความเข้าใจเหล่านั้นลงด้วยภาษาหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ไว้เป็นหลักฐาน ซึ่งกลุ่มคนมีโอกาสได้เรียนรู้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้น

ความเข้าใจจึงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นทางสังคมด้วยปัจเจกบุคคล จึงสามารถแลกเปลี่ยนความรู้ของตน และนำข้อคิดเห็นจากผู้อื่นย้อนกลับมาสู่ตนด้วยการระดมความเข้าใจที่คิดอย่างใคร่ครวญและผ่านการวิพากษ์วิจารณ์ และนำมารวมเป็นกลุ่มก้อนทำให้ความรู้เจริญงอกงามขึ้นเรื่อย ๆ

จากแนวความคิดดังกล่าว เน้นให้เห็นว่า การเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูลไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา ความรู้ก็คือสิ่งที่ผู้เรียนรับรู้และเข้าใจ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และการแปลความหมายของผู้เรียน ครูไม่สามารถจะถ่ายทอดความรู้จากการสอนโดยตรง แต่เด็กจะค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งหมายความว่า เด็กจะต้องสร้างความรู้ขึ้นด้วยตัวของเขาเอง การสร้างความรู้ต้องเรียนรู้จากบริบทที่แวดล้อมอยู่ ต้องเรียนรู้จากการกระทำจริง ปฏิบัติจริงจากสถานการณ์ที่เป็นจริง ครูมีบทบาทสำคัญในฐานะเป็นผู้อำนวยความสะดวก หรือผู้เข้าใจในกระบวนการนี้ไม่ใช่ในฐานะผู้สอน

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอน

ทิสนา แชมมณี (2547 : 94 – 96) กล่าวถึงการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งสามารถทำได้หลายประการ ดังนี้

(1) ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

(2) เป้าหมายของการสอน จะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

(3) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีความรู้ในกระบวนการเรียนรู้อย่างเต็มตัว ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้น ความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลเพียงเท่านั้น

(4) ในการจัดการเรียนการสอน ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรม ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสนเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

(5) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

(6) ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจากการให้ความรู้ไปเป็นการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ครูก็ต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

(7) ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้น การประเมินผลจึงต้องประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล หรืออาจใช้วิธีการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย นอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อน เช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีที่จำเป็นต้องจำลองของจริงมา ก็สามารถทำได้ แต่เกณฑ์ที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความเป็นจริง

จากการประยุกต์และนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองไปใช้ในการเรียนการสอน จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ ที่ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย ผู้เรียนต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ สร้างความหมายกับสิ่งนั้นด้วยตนเอง มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ บทบาทของครู คือ ทำหน้าที่สร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน สร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม รวมทั้งใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมินผล

ในทฤษฎีของการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ตัวบุคคลเป็นผู้สร้างความหมายทางคณิตศาสตร์ ภายใต้กรอบแห่งประสบการณ์ของตนเอง ความคิดทางคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นมาจากการแลกเปลี่ยนทางวัฒนธรรมในประวัติศาสตร์อันยาวนานของมนุษยชาติ การสร้างความรู้ด้วยตนเอง มุ่งพัฒนาการของความคิดคณิตศาสตร์ในวัยเด็ก วัยรุ่น และวัยผู้ใหญ่ และตั้งข้อสมมติฐานเกี่ยวกับพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังที่ ไพจิตร สดวกการ (2539 : 63) กำหนดแนวทางไว้ คือ

(1) คณิตศาสตร์เป็นสิ่งสร้างสรรค์ของมนุษย์ ซึ่งวิวัฒนาการมาภายในบริบทของวัฒนธรรมการสร้างความรู้ด้วยตนเอง หาความหลากหลายของความหมายข้ามสาขาวิชา วัฒนธรรมการจัดกระทำทางประวัติศาสตร์และการประยุกต์ และตั้งสมมติฐานว่ามนุษย์สามารถสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมของการไตร่ตรอง การสนทนาและการแลกเปลี่ยนความหมายกัน เพื่อวิธีในการจัดระเบียบประสบการณ์และแก้ปัญหา

(2) ในการตรวจสอบความเข้าใจมโนทัศน์ใดมโนทัศน์หนึ่งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การสร้างความรู้ด้วยตนเองจะสืบค้นว่า นักเรียนเข้าถึงมโนทัศน์โดยวิธีการสอนใด โดยคาดหวังในความหลากหลายและการให้เหตุผลที่แปลกไปจากเดิม ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์ของผู้ตรวจสอบจะเป็นตัวชี้นำการสืบค้นนี้ ความมุ่งหวังของการสร้างความรู้ด้วยตนเองคือการตรวจสอบการใช้จินตนาการ ภาษา คำจำกัดความ ตัวอย่าง หรืออุปมาอุปไมย ฯลฯ ของนักเรียน เพื่อสร้างรูปแบบสำหรับอธิบายการกระทำ และคำพูดของนักเรียน ซึ่งอาจเปลี่ยนความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ของผู้ตรวจสอบได้อย่างดีในวิถีทางอย่างง่าย

(3) ปัญหาที่มีบทบาทที่สำคัญในการสร้างความรู้ ปัญหาอยู่ในใจของนักเรียน ไม่ใช่อยู่ในหนังสือเรียนหรือในคณิตศาสตร์ ปัญหาคือความรู้สึกขัดแย้ง ความรู้สึกว่ามีอุปสรรคต่อความบรรลุจุดมุ่งหมาย ความรู้สึกเหล่านี้นำไปสู่การกระทำในการรับมือกับปัญหานั้น บุคคลต้องมีความเชื่อมั่นว่าสามารถแก้ปัญหาได้และทำเสมือนว่าปัญหาและคำตอบมีอยู่ก่อน วงจรของการสังเกตและระบุความเป็นปัญหา การกระทำและการคิดเกี่ยวกับปัญหา ตามด้วยการไตร่ตรองเกี่ยวกับผลของการกระทำเหล่านั้นผูกพันกับอารมณ์ แรงจูงใจ และความต้องการไตร่ตรองเกี่ยวกับผลของการสร้างความรู้นี้เองที่เป็นแหล่งสำคัญสำหรับครูหรือนักวิจัยในแนวการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

(4) การแก้ปัญหายังที่กระทำในการวิจัยหรือในการเรียนการสอนแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการเชิงปฏิสัมพันธ์ นักวิจัยหรือผู้สอนเลือกงานที่เกี่ยวข้องกับความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งให้นักเรียนทำงานนั้น เชิญชวนให้นักเรียนตีความและบรรลุคำตอบด้วยวิธีอันหลากหลาย นักวิจัยหรือผู้สอนต้องศึกษาให้เข้าใจถึงปัญหาของนักเรียน ทางเลือกของการกระทำ และวิธีการไตร่ตรองของนักเรียน โดยจัดสภาพการสัมภาษณ์หรือการสอนให้ส่งเสริมการไตร่ตรองด้วยตนเอง และส่งเสริมวิธีการในการสร้างความรู้ที่แข็งแกร่งกว่า โดยคาดหวังว่า

นิยาม มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง และสิ่งที่ก่อให้เกิดคำตอบที่เหมาะสมจะค่อย ๆ เกิดขึ้นระหว่าง การดำเนินการสัมภาษณ์ หรือในระหว่างการดำเนินกระบวนการเรียนการสอน

(5) การตอบของนักเรียนจะเบี่ยงเบนจากความคาดหวังของนักวิจัยหรือผู้สอน อาจเป็นสิ่งที่นักเรียนเห็นว่ามีความเหตุผลและวิจารณ์ญาณที่ดี และอาจถูกต้องโดยตลอดในฐานะที่เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่ง หรืออาจนำไปใช้อย่างได้ผลในขอบข่ายที่จำกัด นักวิจัยหรือผู้สอนต้อง กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความเชื่อของเขา และระลึกอยู่เสมอว่าความเบี่ยงเบนให้โอกาสที่มีค่า สำหรับนักวิจัยหรือผู้สอนในการได้เห็นทรรศนะของนักเรียน

การนำแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จะช่วยให้ครูทราบถึงความคิดของนักเรียนว่าคิดอย่างไร ไม่ว่าความคิดนั้นจะผิดหรือถูก คำตอบ ของนักเรียนซึ่งคลาดเคลื่อนไปจากคำตอบที่ครูคาดหวัง อาจเป็นสิ่งที่มีความเหตุผลและถูกต้องในฐานะที่เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่ง ครูต้องให้โอกาสนักเรียนได้ชี้แจงและครูต้องระลึกอยู่เสมอว่าคำตอบ ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับครู ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและ พิจารณาปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสมช่วยให้ครูเข้าใจถึงความคิดที่นักเรียนใช้และวิธีการเรียนรู้ ของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กิจกรรมส่วนใหญ่ภายในห้องเรียน จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง

จากการวิเคราะห์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามทรรศนะของการสร้างความรู้ด้วย ตนเอง สรุปได้ว่า ทฤษฎีนี้ให้ความสำคัญกับประสบการณ์และกระบวนการ รายบุคคลในการ ได้มาซึ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมได้ตรงต่อเพื่อตรวจสอบ ความเป็นไปได้ของทางเลือกที่แตกต่าง อันเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ใน วิธีทางและในบริบทที่ผู้เรียนสามารถถ้อยโยงประสบการณ์ส่วนตัวทั้งเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับ คณิตศาสตร์โดยตรง ทำให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง กระบวนการ สร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ในลักษณะนี้จะต้องสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และอาจส่งผล ให้นักเรียนสามารถหาความรู้และถ้อยโยงความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างไม่จำกัดสาขาวิชา

การจัดกิจกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง จะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ สังเคราะห์ขึ้นตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐาน รวม ทั้งวิธีสอน หรือรูปแบบการสอนหลากหลาย ดังต่อไปนี้

1. วิธีสอนแบบแก้ปัญหาของโพลยา (Polya)

วิธีการสอนแบบแก้ปัญหาของโพลยา (Polya. 1987) ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 เลือกวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ประเมินผลคำตอบ

ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดและกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหาขั้นตอนนี้ เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และเข้าใจสิ่งที่โจทย์ต้องการให้รู้ ครูเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนให้พิจารณาอย่างลึกซึ้งและสำรวจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และเนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกันโดยไม่ชี้แนะคำตอบที่ถูกต้อง และสิ่งสำคัญที่ครูจะต้องคำนึงเมื่อนักเรียนตอบไม่ถูก โดยให้คิดว่าคำตอบที่ผิดเป็นโอกาสที่จะทำให้นักเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ในบางครั้งครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถาม เพื่อว่านักเรียนจะได้เข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 เลือกวิธีแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ของปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาหรือวิธีแก้ปัญหาแล้วก็จะเลือกวิธีแก้ปัญหาโดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมบวกกับปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือจากการสำรวจโครงสร้าง หรือเนื้อหาของปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนเข้าใจข้อมูล เงื่อนไข จุดมุ่งหมายของปัญหา และได้เลือกที่จะแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ ดำเนินการแก้ปัญหาดูตามที่ได้เลือกแล้ว

ขั้นที่ 4 ประเมินผลคำตอบ เมื่อได้รับคำตอบแล้ว (หรือไม่ประสบความสำเร็จในการหาคำตอบก็ตาม) นักเรียนควรได้ทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้ปฏิบัติไปแล้ว เพื่อช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสเข้าใจในการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน

วิธีสอนแบบแก้ปัญหาของโพลยา เน้นผู้เรียนให้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองในการแก้ปัญหาที่ครูและผู้เรียนได้ร่วมกันกำหนด ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นแก่ตัวผู้เรียนก็คือ กระบวนการคิดแก้ปัญหา ซึ่งการคิดที่เกิดขึ้นเป็นการคิดแบบทบทวนไตร่ตรอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทำให้ผู้เรียนนำกระบวนการแก้ปัญหามาใช้กับปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี เป็นการช่วยฝึกให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็นนั่นเอง

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของ ไพจิตร สดวกการ

ไพจิตร สดวกการ (2539 : 93 – 94) ได้ทำการศึกษากระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีหลักการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีทำแตกต่างกันและทำการตรวจสอบความเป็นนัยทั่วไปของวิธีทำนั้น ๆ นักเรียนสามารถนำประสบการณ์ส่วนตัวที่เกี่ยวข้อง หรือไม่เกี่ยวข้อง กับคณิตศาสตร์โดยตรงมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นอกจากนั้นยังสามารถนำโครงสร้างทางปัญญาที่สร้างขึ้นใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง โดยได้ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาและศึกษาจากแนวคิด ข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองและการถ้อยแถลงการเรียนรู้ทางพุทธิปัญญาเป็นพื้นฐานหลักในการสร้างกระบวนการสอน โดยกำหนดขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนเป็น 3 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา

ขั้นที่ 2 ขั้นดำเนินกิจกรรมการไตร่ตรอง

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดและกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ครูนำเสนอปัญหาที่นำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคล นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยแสดงวิธีทำต่อสมาชิกกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นดำเนินกิจกรรมการไตร่ตรอง กลุ่มย่อยสร้างสถานการณ์ตัวอย่าง ใช้สถานการณ์ตัวอย่างตรวจสอบและปรับเปลี่ยนวิธีทำของสมาชิกกลุ่ม เลือกวิธีทำที่สมาชิกกลุ่มเห็นชอบมากที่สุดเสนอต่อกลุ่มใหญ่ กลุ่มใหญ่ตรวจสอบวิธีทำของกลุ่มย่อย ครูเสนอวิธีทำที่เตรียมมา แต่ถ้าซ้ำกับวิธีทำของนักเรียนครูไม่ต้องเสนอ นักเรียนตั้งโจทย์เอง แล้วแลกเปลี่ยนกันทำและตรวจสอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา กลุ่มใหญ่สรุปมโนทัศน์ ขั้นตอนการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนทำแบบฝึกหัด

กระบวนการสอนทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของ ไพจิตร สดวกการ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ การคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมีความสามารถถ้อยแถลงการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการสอนที่สนองตอบต่อสภาพปัจจุบันและปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ของ จรรยา ภูอุดม

จรรยา ภูอุดม (2544 : 60 – 66) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ จากแนวคิดและผลงานของนักการศึกษากลุ่ม
แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และทฤษฎีพื้นฐาน 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีพัฒนาการ
ทางปัญญาของเพียเจต์และทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของวิกอร์สกี ซึ่งล้วนแต่มีจุดหมายที่มุ่ง
พัฒนาการทางสมองระดับสูงของนักเรียนและได้นำเอาข้อสรุปอันเป็นจุดเด่นของทฤษฎีทั้งสอง
มาบูรณาการกัน แล้วนำมาวางเป็นกรอบโครงสร้างของการจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับการวิจัย
เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงเหตุผลและทักษะการรู้จัก ความเข้าใจ มโนทัศน์ การนำความรู้ไปใช้
และเจตคติที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน ซึ่งกรอบโครงสร้างของการจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับ
การวิจัยเริ่มต้นด้วยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เลยขีดความ
สามารถในปัจจุบันของนักเรียนเล็กน้อยเป็นตัวกระตุ้น จากนั้นจึงทำให้นักเรียนตระหนักถึง
ความขัดแย้งหรือปัญหาที่มีและต้องการแก้ข้อขัดแย้งโดยอาศัยภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
เป็นสื่อแล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ข้อขัดแย้งโดยมีพื้นฐานความรู้ความสามารถเดิม
และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างแรงจูงใจในการกระทำ เพื่อให้เกิด
ผลลัพธ์เป็นพัฒนาการทางปัญญาและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ โดยได้กำหนดองค์ประกอบไว้
7 องค์ประกอบ คือ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) ความรู้สีกอยากแก้ปัญหา 3) ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
4) ความรู้ความสามารถเดิม 5) กิจกรรมการแก้ปัญหา 6) พัฒนาการทางปัญญา 7) เจตคติต่อ
การเรียนรู้ โดยกำหนดเป็นลำดับขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ไว้
4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้สีกอยากแก้ปัญหาและวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล

ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดและกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอสถานการณ์ปัญหา กิจกรรมประกอบด้วย ครูนำเสนอสถานการณ์
ปัญหา นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาจากสถานการณ์

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้สีกอยากแก้ปัญหาและวางแผนแก้ปัญหา กิจกรรม
ประกอบด้วย นักเรียนซักถามทำความเข้าใจปัญหา ร่วมมือกันอภิปรายถึงความเป็นไปได้ของ
คำตอบและคาดเดาผลลัพธ์ ครูท้าทายนักเรียนด้วยคำถาม นักเรียนระดมสมองหาวิธีแก้ปัญหา
ออกแบบ วางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือแก้ปัญหา กิจกรรมประกอบด้วย นักเรียนทดลองทำตามแผนที่วางไว้ ช่วยกันตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ ครูสังเกต ทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน และใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการค้นพบเมื่อนักเรียนไม่สามารถหาวิธีการได้

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล กิจกรรมประกอบด้วย นักเรียนนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้ต่อชั้นเรียน อภิปราย ชักถาม ได้แย้ง เปรียบเทียบ ครูสร้างความชัดเจนในการสื่อสาร แนะนำศัพท์ และสัญลักษณ์ให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อนักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นักเรียนร่วมกันลงข้อสรุปและนำข้อสรุปที่ได้ไปแก้ปัญหาใหม่

รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ของ จรรยา ภูอุดม นับว่าเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามที่ต้องการ มีพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผล และทักษะการรู้จักคิดเกี่ยวกับการทำกับตนเอง มีความเข้าใจโมโนทัศน์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ มีความคงทนของความรู้ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ของ ฌาคก์อง

ฌาคก์อง (2545 : 23 – 26) ได้ทำการศึกษากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่เกี่ยวกับแนวคิดหลักการเรียนรู้ที่ว่าบุคคลเรียนรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานให้เกิดการไตร่ตรองซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา วิธีสอนแบบแก้ปัญหาของโพลยาที่เน้นผู้เรียนให้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองในการแก้ปัญหาที่ครูและผู้เรียนได้ร่วมกันกำหนด ศึกษาหลักการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญาจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างกันและทำการตรวจสอบความเป็นนัยทั่วไปของวิธีทำนั้น ๆ รวมทั้งการสร้างความคิดแย้งทางปัญญา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เลียดความสามารถในปัจจุบันของนักเรียนเล็กน้อยเป็นตัวกระตุ้น จากนั้นจึงทำให้นักเรียนตระหนักถึงความขัดแย้งหรือปัญหาที่มี และต้องการแก้ข้อขัดแย้งโดยอาศัยภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นสื่อ แล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ข้อขัดแย้ง โดยมีพื้นฐานความรู้ความสามารถเดิมและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างแรงจูงใจในการกระทำ และได้นำมาสังเคราะห์เป็นลำดับขั้นของกิจกรรมแบบเน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นสำคัญ โดยมีครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับเนื้อหาของบทเรียนและสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และนักเรียนได้แก้ปัญหาเป็นรายบุคคลด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยมีพื้นฐานความรู้ความสามารถเดิม และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างแรงจูงใจในการกระทำ แต่ถ้าข้อมูลความรู้ที่มีอยู่เดิมไม่เพียงพอหรือ



ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่ได้รับ ผู้เรียนได้ไตร่ตรองหาข้อมูลมาเพิ่มเติมโดยการอธิบายโต้แย้ง แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน การจัดสถานการณ์ให้เกิดการสร้างความรู้ ทำให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ได้มีโอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเอง จึงเป็นความรู้ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดค้นเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ อำนวยความสะดวก ช่วยเหลือ ชี้แนะและตรวจสอบความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งลำดับขั้นของการจัดกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ประกอบด้วย 2 ขั้นย่อย คือ

(1) ขั้นแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล

(2) ขั้นกิจกรรมไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอแนวทางแก้ปัญหาและสรุป

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

ในแต่ละขั้นประกอบด้วยรายละเอียดและกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูเสนอสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับบทเรียนและสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน เพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา กิจกรรมประกอบด้วย ครูเสนอปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ประกอบด้วยขั้นย่อย 2 ขั้น คือ

(1) ขั้นแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนพยายามสำรวจคิดค้น หาวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายเป็นรายบุคคล ด้วยการใช้คำถามในลักษณะสร้างสรรค์ และใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ โดยให้นักเรียนนำความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว มาใช้ในการแก้ปัญหา

(2) ขั้นกิจกรรมไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย เป็นขั้นที่สมาชิกในกลุ่มย่อยเสนอแนวทางแก้ปัญหาของตนเองที่อาจเป็นไปได้ต่อกลุ่มย่อย ครูจะต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดออกมา เพราะการสะท้อนความคิดเป็นการแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจของนักเรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด และช่วยให้สมาชิกเห็นแนวทางแก้ปัญหาของคนอื่นมากยิ่งขึ้น โดยใช้สื่อรูปธรรม ทดลองและปฏิบัติให้เห็นจริง จะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จากนั้นให้เพื่อน ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องถึงความสมเหตุสมผลจากการได้ปฏิบัติจริง มีการนำวิธีการของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมาทดลองใช้กับสถานการณ์ตัวอย่าง ซึ่งแต่ละคนอาจมีวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในแต่ละกลุ่มจึงอาจจะมีวิธีการในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี เพื่อเสนอต่อชั้น

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอแนวทางแก้ปัญหาและสรุป เป็นขั้นตอนที่กลุ่มย่อยเสนอแนวทางแก้ปัญหาและแสดงให้เห็นจริงถึงความสมเหตุสมผล ในขั้นนี้กลุ่มย่อยจะมีส่วนช่วยทำให้ทุกคนมีความพร้อมที่จะนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น พร้อมทั้งตอบข้อซักถามและชี้แจงเหตุผล นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายและตรวจสอบถึงความถูกต้องและเหมาะสมของแนวทางในการแก้ปัญหา ประเมินทางเลือกถึงข้อดีข้อจำกัดของแต่ละทางเลือก และสรุปแนวทางเลือกทั้งหมดเป็นหลักการและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ครูต้องพร้อมที่จะรับฟังความหลากหลายและการให้เหตุผลที่แปลก ซึ่งอาจจะช่วยให้นักเรียนคนอื่น ๆ เกิดความเข้าใจในทศน์ทางคณิตศาสตร์ ครูไม่ควรปฏิเสธคำตอบหรือคำอธิบายของนักเรียนก่อนที่จะให้โอกาสนักเรียนได้ตรวจสอบและพบความคลาดเคลื่อนด้วยตัวของนักเรียนเอง เพราะคำตอบหรือคำอธิบายของนักเรียนที่คลาดเคลื่อนไปจากความคาดหวังของครูอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นักเรียนได้สร้างขึ้นและช่วยให้ครูได้มีโอกาสดูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน แต่ถ้าครูมีวิธีการอื่น ๆ นอกเหนือจากนักเรียนนำเสนอไปแล้ว และนักเรียนไม่ได้นำเสนอครูสามารถเพิ่มเติมได้อีก

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนทั้งชั้นฝึกทักษะจากบัตรกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้นจากสถานการณ์ที่หลากหลาย หรือที่นักเรียนสร้างสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม นักเรียนเลือกทางที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและสามารถอธิบายวิธีแก้ปัญหาของตนเองได้ จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากแบบฝึกทักษะและให้เพื่อนในกลุ่มช่วยกันตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องจากบัตรเฉลย นักเรียนแต่ละคนอาจเลือกใช้วิธีในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ซึ่งการฝึกทักษะจะช่วยให้นักเรียนมีความคงทนในการจำและเกิดความคล่องแคล่วแม่นยำ รวดเร็วและพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล ครูจะต้องดูแลและให้ความช่วยเหลือในกรณีที่นักเรียนเกิดความขัดแย้งหรือหาข้อสรุปไม่ได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินจากการทำบัตรกิจกรรม จากสถานการณ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นและจากการทำแบบฝึกทักษะ นอกจากนั้นครูยังใช้การสังเกตพฤติกรรมในการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน เพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความรู้ของนักเรียนในเรื่องที่เรียนว่า นักเรียนมีความสามารถตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นข้อมูลในการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่ยังไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ ก่อนที่จะทำการสอนเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป

กระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ของ นภาพรรณ ดาก่อนทอง ซึ่งได้จัดลำดับขั้นของกิจกรรม 5 ขั้น ทำให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถคิดค้นหาวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ร่วมกันหาข้อสรุปเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ สามารถฝึกทักษะและนำไปใช้ได้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สนองต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน

จากการศึกษาวิธีสอน รูปแบบการสอน หลักการ ทฤษฎี แนวคิดของนักการศึกษา กลุ่มแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งล้วนแต่มีจุดหมายที่มุ่งพัฒนาการทางสมอง ระดับสูงของนักเรียน การเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่ผู้เรียน จะต้องจัดกระทำกับข้อมูลไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา นักเรียนต้องสร้างความรู้ขึ้นด้วยตัวของเขาเอง การสร้างความรู้จะต้องสร้างจากบริบทที่แวดล้อมอยู่ ต้องเรียนรู้จากการกระทำจริง ปฏิบัติจริงจากสถานการณ์ที่เป็นจริง ครูมีบทบาทสำคัญในฐานะเป็นผู้อำนวยความสะดวก หรือ ผู้เข้าใจในกระบวนการนี้ไม่ใช่ในฐานะผู้สอน

บทบาทหน้าที่ของครูตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543 : 18 – 22) ได้เสนอบทบาทของครู ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

(1) ครูจะต้องดึงความรู้เดิมของผู้เรียนออกมาให้ได้ว่า ผู้เรียนมีความรู้เดิมอะไรอยู่บ้างแล้ว

(2) จากนั้นครูต้องสร้างสิ่งกระตุ้นที่ท้าทายผู้เรียนให้เขาดังสมมติฐาน ดังคำถาม และคิดทบทวนว่าความรู้เดิมที่เขามีอยู่คืออะไร ครูต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม ตั้งสมมติฐาน และหาวิธีที่จะตอบคำถามนั้นให้ได้

(3) ครูต้องสร้างสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ไม่ใช่แค่เฉย ๆ ผู้เรียนจะทำอะไรก็ทำไปครูต้องเน้นถึงกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ

บรูคส์ (Brooks. 1993 : 103 – 118) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังต่อไปนี้

(1) ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา

(2) ครูจะต้องใช้แหล่งวัตถุดิบที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้

(3) เมื่อจะมอบหมายงานให้นักเรียนทำ ครูจะต้องใช้คำพูดที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดและสติปัญญา เช่น ให้จำแนก ให้วิเคราะห์ ให้ทำนาย และให้สร้างสรรค์

(4) ครูจะต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อบทเรียน วิธีสอน และเนื้อหาวิชา

(5) ครูจะต้องพยายามทำความเข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียน ก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นของครู

(6) ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสสนทนา เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทั้งกับเพื่อนนักเรียนด้วยกันและกับครู

(7) ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยครูใช้คำถามที่สมเหตุสมผล ใช้คำถามปลายเปิด และส่งเสริมให้นักเรียนได้ถามคำถามกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

(8) ครูจะต้องพยายามช่วยให้นักเรียนได้แก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตัวเอง

(9) ครูต้องให้ความสนใจ ประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้นำมาใช้ประโยชน์ในการตั้งสมมติฐานเพื่อหาวิธีการตรวจสอบและกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายปัญหา

(10) ครูต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อรอคำตอบหลังจากได้ถาม

(11) ครูต้องให้เวลากับนักเรียน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับ ความรู้ใหม่ of นักเรียน

(12) ครูจะต้องตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน โดยใช้แผนภูมิ การเรียนรู้แบบวัฏจักร ซึ่งประกอบด้วย

- 1) การนำเข้าสู่บทเรียน
- 2) การสำรวจ
- 3) การอธิบาย
- 4) การลงข้อสรุป
- 5) การประเมินผล

จากแนวคิดการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สรุปได้ว่า กิจกรรมส่วนใหญ่ภายในห้องเรียน จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิด โครงสร้างทางความรู้ นอกจากนี้แล้ว ครูจะต้องเปลี่ยนบทบาทใหม่เป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์ ที่เหมาะสม เช่น หากกลยุทธ์ในการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา เตรียมรวบรวมสื่ออุปกรณ์ หรือ ข้อมูลสำหรับให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการอภิปราย และ แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

จรรยา ภูอุดม (2544 : 36 – 40) ได้กล่าวถึงบทบาทหน้าที่ของครูไว้ว่า การจัดกิจกรรม การเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เน้นที่การคิดและการกระทำของ นักเรียนเป็นหลัก และจากแนวคิดของนักการศึกษากลุ่มทฤษฎีการสร้างความรู้ส่วนใหญ่จะ กล่าวถึงสิ่งที่เกี่ยวข้อง หรือบทบาทของนักเรียนโดยตรง แต่การเรียนรู้ของนักเรียนอาจไม่เกิดขึ้น หรือไม่เป็นไปในทิศทางที่ต้องการหากไม่มีครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนช่วยเหลือหรือส่งเสริม เนื่องจาก การปล่อยนักเรียนไว้กับปัญหาตามลำพังโดยปราศจากการช่วยเหลือ หรือปล่อยให้ นักเรียน จัดกระทำกับข้อมูลด้วยตนเองทั้งหมดอย่างทันทีทันใด หรือแม้กระทั่งการให้ความช่วยเหลือ ที่ไม่เพียงพอ จะทำให้นักเรียนจำนวนมากไม่ยอมจัดกระทำกับงาน เพราะเชื่อว่าตนเองยัง ไร้ความสามารถ และการวางโครงสร้างการเรียนรู้สำหรับการวิจัยของจรรยา ภูอุดม ได้เน้น

การพัฒนาการที่ใกล้ที่สุด ตามข้อสรุปที่ได้จากทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมวิโกทสกี ครูจึงมีบทบาทสำคัญในฐานะที่เลี้ยง หรือเป็นผู้เอื้ออำนวยคอยให้ความช่วยเหลือหรือวางกระบวนการควบคุมขั้นตอนการทำงานที่นักเรียนยังไม่สามารถกระทำด้วยตนเองได้สำเร็จ และค่อย ๆ เพิ่มความรับผิดชอบให้แก่นักเรียนมากขึ้นเรื่อย ๆ จนนักเรียนสามารถขยายแนวคิดหรือการกระทำได้ด้วยตนเอง จึงกล่าวได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูยังคงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในฐานะที่เป็นผู้เอื้ออำนวยให้นักเรียนเกิดการกระทำอันก่อให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นในทิศทางที่ต้องการ

จึงได้สรุปกรอบบทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนการสอน โดยมีเหตุผลที่สำคัญดังต่อไปนี้

(1) เนื่องจากความสนใจโดยทั่วไปของนักเรียนส่วนใหญ่ อาจไม่สอดคล้องหรือเป็นไปตามที่หลักสูตรต้องการ ฉะนั้น การสอนเฉพาะสิ่งที่นักเรียนมีความสนใจเองนั้นจะทำให้ นักเรียนขาดโอกาสที่จะได้เรียนรู้สิ่งที่ควรเรียนรู้บางเรื่อง ดังนั้น ครูจึงมีหน้าที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้ ความสนใจของนักเรียนกับเป้าหมายของหลักสูตรสอดคล้องกันหรือกล่าวได้ว่าครูเป็นผู้ถ่วงดุลระหว่าง ความสนใจของนักเรียนกับเป้าหมายของหลักสูตรนั่นเอง นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอน ที่ให้ความสนใจหรือให้ความสำคัญเฉพาะมโนคติที่นักเรียนสนใจนั้นถือเป็นความเข้าใจที่ยัง คลาดเคลื่อน แท้จริงแล้วการตั้งปัญหาหรือสถานการณ์ให้ตรงประเด็นตามที่หลักสูตรต้องการ ต่างหากที่เป็นหลักการสำคัญของการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เนื่องจากความสนใจของนักเรียนอาจเป็นสิ่งที่นักเรียนไม่ได้มีมาก่อนที่จะเข้ามาในชั้นเรียน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด เช่น นักเรียนทุกคนไม่ได้เข้ามาสู่ชั้นเรียนด้วยความสนใจในเรื่องการสร้าง คำศัพท์ เรื่องกลไกและการเคลื่อนไหวต่าง ๆ หรือเรื่องวงจรทางชีววิทยา เป็นต้น แต่สิ่งเหล่านี้ ล้วนเป็นสิ่งที่สำคัญที่นักเรียนต้องเรียนรู้และนักเรียนเกือบทั้งหมดจะให้ความสนใจหรือเห็น ความสำคัญด้วยการช่วยเหลือของครูเป็นสื่อนั่นเอง

(2) เนื่องจากแต่ละรายวิชาจะมีคำศัพท์หรือสัญลักษณ์ซึ่งมีความหมายเฉพาะ ที่นักเรียนอาจไม่เคยรู้มาก่อน ดังนั้น เพื่อให้ นักเรียนรู้จักและสามารถนำคำศัพท์หรือสัญลักษณ์ เหล่านั้นมาใช้ในการสื่อสารได้ ครูจึงจำเป็นต้องแนะนำให้นักเรียนรู้จักคำศัพท์หรือสัญลักษณ์ เหล่านั้น โดยการแนะนำให้นักเรียนรู้จักใช้คำศัพท์หรือสัญลักษณ์ ควรแนะนำให้นักเรียนรู้จัก และใช้คำศัพท์ต่าง ๆ หลังจากที่นักเรียนมีมโนคติของคำเหล่านั้นแล้ว หรือหลังจากที่นักเรียน มีภาพแทนทางสมองของสิ่งที่ต้องการแนะนำให้นักเรียนรู้จักแล้วจึงค่อยแนะนำสัญลักษณ์หรือ ข้อตกลงที่ใช้แทนสิ่งเหล่านั้นในฐานะที่เป็นเครื่องมือทางวัฒนธรรมที่จะต้องใช้ในบทเรียน และ ช่วยให้นักเรียนเป็นผู้ใช้ภาษาแลกเปลี่ยนความเข้าใจของเขาได้ดียิ่งขึ้น เพราะนักเรียนจะพยายาม จำคณิตศาสตร์โดยไม่มีความเข้าใจเมื่อนักเรียนได้รับสัญลักษณ์ก่อนที่นักเรียนจะเกิดความพร้อม หรือมีมโนคติ มีผลให้นักเรียนเกิดความกังวลและกลัววิชาคณิตศาสตร์ และอาจทำให้นักเรียน มีเจตคติทางลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ในที่สุด

(3) เนื่องจากเป้าหมายในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งนี้ อย่างหนึ่ง คือ การที่นักเรียนมีทักษะในการคิดเชิงเหตุผลและการรู้จักตนเอง ซึ่งการทำท่ายให้นักเรียน ตรวจสอบแนวคิดของตนเอง โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามให้นักเรียนบอกถึงเหตุผล อธิบายรายละเอียด ของขั้นตอนการกระทำหรือแนวคิดต่าง ๆ การใช้คำถามที่ทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหนทาง หรือเหตุผลด้วยตนเอง หรือแม้กระทั่งการฝึกให้นักเรียนได้หัดถามนักเรียนด้วยตนเองหรือการฝึก ให้นักเรียนรู้จักถามตนเอง ล้วนเป็นเทคนิคสำคัญที่จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และรู้จักคิด ด้วยตนเองเป็นทั้งสิ้น นอกจากนี้การสอนให้นักเรียนรู้จักถามตนเองระหว่างทำกิจกรรมต่าง ๆ ยังเป็นการฝึกตั้งเป้าหมายย่อย ๆ ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนสามารถควบคุมและประเมินการเรียนรู้ ของตนเองได้อีกด้วย

(4) การสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่นักเรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับในเวลา ที่จำเป็นหรือเหมาะสมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่ง การให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยปราศจากผลย้อนกลับ ในทันทีทันใดจะทำให้แก่นักเรียนมักจะจำรูปแบบที่เขาทำผิดได้ง่าย และนอกจากนี้เรายังพบว่า รูปแบบที่นักเรียนจำครั้งแรกจะเป็นสิ่งที่ติดแน่น ทนทาน และแก้ไขได้ยาก ดังนั้น การให้ผล ย้อนกลับในทันทีทันใด เมื่อพบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจึงเป็นการป้องกันการจำ รูปแบบที่ผิดของนักเรียนและเป็นการแก้ไขปัญหาก่อนที่จะแก้ไขได้ยาก

(5) เนื่องจากเป้าหมายในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อยู่ที่การมีทักษะการคิด เชิงเหตุผลและการรู้จัก และความเข้าใจเชิงมโนคติที่ลึกซึ้ง ดังนั้น การประเมินจึงจำเป็นต้องค้นหา รายละเอียดเบื้องต้นในคำตอบของนักเรียน พยายามทำความเข้าใจแนวคิดและสังเกตพฤติกรรม ของนักเรียนเพื่อวินิจฉัยความก้าวหน้า ในฐานะที่เป็นครูเราจำเป็นต้องศึกษานักเรียนของเรา เพื่อจะได้เกิดความเข้าใจดีขึ้นว่านักเรียนของเราคิดอย่างไร เพราะมุมมองของนักเรียนเป็นหน้าต่าง ไปสู่การให้เหตุผลของนักเรียน การรับรู้ถึงมุมมองของนักเรียนทำให้ครูสามารถจัดบทเรียนให้ ตรงกับเนื้อหาและมีความหมายต่อนักเรียนได้

จากข้อมูลและข้อสรุปดังกล่าว จะเห็นได้ว่าครูมีบทบาทที่สำคัญ ในฐานะที่เป็นผู้อำนวย ให้นักเรียนเกิดการกระทำอันก่อให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นในทิศทางที่ต้องการ มีหน้าที่สำคัญที่สุด ที่จะสร้างความสนใจของนักเรียนกับเป้าหมายของหลักสูตรสอดคล้องกัน รวมทั้งสร้างแรงจูงใจ ในการเรียนรู้ให้แก่แก่นักเรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับในเวลาที่เหมาะสม และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เพื่อวินิจฉัยความก้าวหน้า

การประเมินผลการเรียนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

เนื่องจากการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีสมมติฐานการเรียนรู้และกระบวนการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากกระบวนการสอนแบบเดิม ด้วยเหตุนี้สิ่งที่เป็นจุดเน้นของการประเมินผลการเรียนซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดและสมมติฐานดังกล่าว จึงมีลักษณะที่แตกต่างไปจากการสอนแบบเดิม กล่าวคือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเน้นการประเมินที่เป็นพัฒนาการของนักเรียนและให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมากกว่าผลลัพธ์ซึ่งเป็นความรู้ในเนื้อหาวิชาเฉพาะ การประเมินจะเน้นการวัดความสามารถ ซึ่งเป็นคุณสมบัติหลาย ๆ ด้าน อันประกอบด้วย ความสามารถในการตั้งปัญหาและแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่น ความสามารถทางด้านเหตุผล ความสามารถในการปฏิบัติงาน และใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจในโมเดลที่ลึกซึ้ง ตลอดจนเจตคติที่ดีต่อการเรียน นอกจากนี้การประเมินผลตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองยังเน้นการรายงานผลการเรียนของนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรไปบ้างมากกว่าการรายงานว่านักเรียนยังไม่รู้อะไร จึงเน้นให้มีการประเมินตนเองของนักเรียน เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงคุณค่าของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูได้จัดให้กับนักเรียน วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : 116) พบข้อเสนอแนะที่เป็นหลักสำหรับใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

(1) เป้าหมายมากขึ้น กล่าวคือ ในการประเมินไม่ควรมองที่เป้าหมายก่อนว่าต้องการให้เกิดความก้าวหน้าเพียงใดหรือไม่ ต้องมีเกณฑ์ไว้อ้างอิงผลการประเมินก่อนที่จะมีการประเมิน เพราะการรู้เป้าหมายก่อนอาจทำให้เกิดความลำเอียงในการประเมินได้

(2) สิ่งที่ควรประเมินได้จากการเรียนรู้ คือ กระบวนการได้มาซึ่งความรู้และทักษะการคิดระดับสูง อันได้แก่ ทักษะการคิดเชิงเหตุผลและการรู้คิดของนักเรียน ความสามารถในการนำความรู้ที่มีไปถ่ายโยงกับสถานการณ์ใหม่หรือบูรณาการความรู้ที่มีอยู่ ในการสร้างผลงาน การประเมินควรทำให้ทั้งครูและนักเรียนรับรู้เกี่ยวกับความก้าวหน้าในเมตาคอนนิชันของนักเรียน

(3) เนื่องจากหลักการสำคัญอย่างหนึ่งของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง คือ เน้นการศึกษาบนงานที่เป็นจริง ซึ่งหมายถึง งานทั้งหลายที่มีประโยชน์และสัมพันธ์กับชีวิตจริง เป็นงานที่ซับซ้อนมากด้วยบริบท และเป็นงานที่ผสมผสานเนื้อหาต่าง ๆ ของหลักสูตร ดังนั้นปัญหาหรือสถานการณ์ที่นำมาใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ก็ควรเป็นปัญหาที่มากด้วยบริบท มีความซับซ้อนสอดคล้องกับชีวิตจริง เช่นเดียวกับที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

(4) การประเมินผลควรผสมผสานอยู่กับการเรียนการสอน หรือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ที่เรียกว่าการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนขณะที่นักเรียนแสดงหรือทำกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการประเมินที่ทำให้ครูสามารถทราบข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนมากกว่าการตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งอาจวัดได้เพียงความสามารถในการจำเท่านั้น

(5) การประเมินไม่ควรใช้ผู้ประเมินเพียงคนเดียว ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน โดยการแสดงความรู้สึก ความคิดเห็น และประเมินความก้าวหน้าของตนเอง เนื่องจากไม่มีใครสามารถประเมินการสร้างความรู้ของนักเรียนได้ดีที่สุดเท่ากับตัวนักเรียนเอง และการให้นักเรียนเป็นผู้ประเมินตนเองยังเป็นการฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง สามารถใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการควบคุมการเรียนรู้และวิเคราะห์ตนเองได้มากขึ้น

(6) ในกรณีที่จำเป็นต้องประเมินผลลัพธ์ของการเรียนรู้มากกว่ากระบวนการแล้ว ควรใช้แฟ้มสะสมงานมากกว่าการใช้ผลงานเพียงชิ้นเดียวในการประเมิน โดยแฟ้มสะสมงานที่ใช้ควรจะสามารถสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างทั้งในการตีความงานที่ได้รับมอบหมายและขั้นตอนในการพัฒนางานของนักเรียนอย่างชัดเจน

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson. 1971 : 643 – 696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นั่นคือ ผลสำเร็จของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ที่ประเมินความสามารถออกเป็น 4 ระดับ คือ

(1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว การวิเคราะห์พฤติกรรม มี 3 ด้าน คือ

1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามจะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานาน

2) ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้แต่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

3) ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

(2) ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการแปลความหมาย ดีความ และการขยายความปัญหาใหม่ ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแสดงพฤติกรรมมี 6 ชั้น คือ

1) ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่า ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างมโนคตินั้น สามารถทำได้โดยใช้คำพูดของตน หรือเลือกความหมายที่กำหนดให้โดยเขียนในรูปใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นเพียงการวัดความจำเท่านั้น

2) ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎเกณฑ์ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการ และกฎที่นักเรียนเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการคิดวิเคราะห์ก็ได้

3) ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวน และโครงสร้างทางพีชคณิต

4) ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงการคิดคำนวณหลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมความเข้าใจ

5) ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล เป็นความสามารถในการอ่าน และเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

6) ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่าน และตีความโจทย์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข

(3) การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีที่เรียนรู้อยู่แล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ การวัดพฤติกรรมมี 4 ขั้น คือ

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหา จนได้คำตอบออกมา

2) ความสามารถในการเปรียบเทียบ เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3) ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหา

อื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออก พิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

4) ความสามารถในการมองเห็นแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาที่พบ

(4) การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการพิจารณาส่วนสำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญและหาหลักการที่ส่วนสำคัญเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งการที่บุคคลมีความสามารถดังกล่าวมาแล้ว จะสามารถทำให้บุคคลนั้นสามารถแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้ พฤติกรรมนี้เป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวัดพฤติกรรมมี 5 ขั้น คือ

1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

2) ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา แทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้ว มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

3) ความสามารถในการพิสูจน์ เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา

4) ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ ความสามารถในการขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในการขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยามหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

5) ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุผลด้วย นั่นคือ การถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

กล่าวโดยสรุป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อมุ่งวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ประกอบด้วย ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นี้สามารถนำไปเป็นเกณฑ์ประเมินระดับความสามารถในการเรียนการสอน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บรรพต สุวรรณประเสริฐ (2544 : 124) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในส่วนที่เป็นมโนคติทั้งหลายในเนื้อหา แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์จะเป็นแบบทดสอบที่แสดงให้เห็นความสามารถของผู้เรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2536 : 146 – 147) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ กับนักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งการทดสอบประเภทนี้เป็น 2 ชนิด คือ

(1) แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร้อมที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดดูความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

(2) แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้ สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุนภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือในการดำเนินการสอบ และยังมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วย

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีคุณภาพนั้น สุมาลี จันทรชลอ (2542 : 50) ได้กล่าวไว้ว่าผู้สอนต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและจุดประสงค์ที่จะวัด จะต้องรู้ถึงกระบวนการคิดในการปฏิบัติงานของผู้เรียน รู้จักลักษณะเด่นและข้อบกพร่องของแบบทดสอบแต่ละชนิดเพื่อจะนำไปใช้ให้เหมาะสม และควรพิจารณาแนวทางต่อไปนี้

(1) แบบทดสอบควรใช้ประเมินจุดประสงค์ที่สำคัญของการสอน ที่สามารถสอบวัดได้โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน

(2) แบบทดสอบควรสะท้อนให้เห็นทั้งจุดประสงค์ที่เป็นเนื้อหา และ จุดประสงค์ที่เป็นกระบวนการสำคัญที่เน้นในหลักสูตร

(3) แบบทดสอบควรสะท้อนให้เห็นถึงจุดประสงค์ในการวัด เช่น วัดประเมิน ความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือวัดเพื่อแยกแยะผู้ที่ได้เรียนรู้

(4) ข้อสอบควรมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้อ่าน และ มีความยาวที่พอเหมาะ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น เพื่อวัดผลซึ่งเกิดจากการเรียนการสอน โดยปกติมักเน้นผลทางด้านวิชาการ การวัดผลอาจทำได้ หลายวิธี เครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายแบบ และจุดประสงค์ที่จะนำมาวัดมีหลายด้าน

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2538 : 28 – 51) ได้แบ่งแบบทดสอบที่ใช้ในห้องเรียน เป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

ประเภทที่ 1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดเป็นปัญหา หรือคำถามให้ และให้ผู้ตอบแสดงความรู้ ความเข้าใจ และความคิด ภายในระยะเวลาที่กำหนดให้ ได้แก่ แบบทดสอบชนิดความเรียง และแบบทดสอบชนิดให้ตอบคำถามสั้น ๆ

ประเภทที่ 2 แบบทดสอบปรนัย คือแบบทดสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้สอบ ต้องตัดสินใจเลือกข้อที่ต้องการ หรือพิจารณาข้อความที่ให้ไว้ว่าถูกหรือผิด ซึ่งแบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น แบบถูกผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่ แบบจัดลำดับ แบบเลือกตอบ

แบบทดสอบแบบปรนัยมีหลายชนิด แบ่งออกเป็นดังนี้

(1) แบบทดสอบแบบถูกผิด

แบบทดสอบแบบถูกผิด คือแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก โดยมีข้อความให้ผู้สอบเลือกตอบว่า ถูกหรือผิด จริงหรือไม่จริง เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย บางกรณี ให้พิจารณาว่าข้อความนั้นถูกหรือผิดและให้แก้ข้อความที่ผิดให้ถูก

(2) แบบทดสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น ๆ

แบบทดสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่ให้ เขียนคำตอบสั้น ๆ หรือให้เติมความในช่องว่างให้สมบูรณ์ แบบทดสอบชนิดนี้จัดอยู่ในประเภท "Supply type item" คือ แบบทดสอบที่ต้องการให้ผู้ตอบหาคำตอบเอง

(3) แบบทดสอบแบบจับคู่

แบบทดสอบแบบจับคู่ ประกอบด้วยข้อความเรียงกันเป็นแถว โดยปกติจะให้ข้อความทางซ้ายมือเป็นคำถาม ข้อความทางขวามือเป็นคำตอบ ผู้สอบจะต้อง เลือกข้อความทางขวามือที่สอดคล้องกับข้อความทางซ้ายมือ โดยการนำตัวเลขหรือตัวอักษร หน้าข้อความทางขวามือมาใส่ไว้หน้าข้อความทางซ้ายมือที่มีความสอดคล้องกัน

(4) แบบทดสอบแบบจัดลำดับ

แบบทดสอบแบบจัดลำดับ เป็นแบบทดสอบที่มักจะถามถึง ขั้นตอนหรือลำดับของวิธีพิสูจน์ หรือการคิดแก้โจทย์ปัญหาว่าจะต้องทำอะไรก่อนหลัง

(5) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบเป็นแบบทดสอบที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ในข้อสอบมาตรฐาน และข้อสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง แบบทดสอบแบบนี้ประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นตัวคำถามนำ มีหน้าที่เสนอปัญหาและวางกรอบ แห่งปัญหา

ส่วนที่ 2 เป็นตัวเลือก หรือตัวเลือกตอบ ตัวเลือกนี้แยกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. ตัวเลือกที่เป็นคำตอบ

ข. ตัวเลือกที่ไม่ใช่คำตอบ ซึ่งเรียกว่าตัวลวง

ข้อดีของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

(1) สามารถวัดผลผลิตของการเรียนรู้ได้หลายด้าน ตั้งแต่ พฤติกรรมพุทธิพิสัยขั้นต้นไปจนกระทั่งพุทธิพิสัยขั้นสูง

(2) เป็นแบบทดสอบที่มีโอกาสเดาถูกได้น้อย เป็นผลทำให้ ข้อสอบมีความตรงสูงกว่าแบบถูก – ผิด

(3) เป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมได้หลายด้าน ทำให้ข้อสอบมีความตรง คือสามารถวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้

(4) เป็นแบบทดสอบที่สามารถออกให้ง่ายหรือยากก็ได้ จึง สามารถใช้ทดสอบกับผู้เรียนได้ทุกระดับชั้น

(5) แบบทดสอบนี้เหมาะที่จะใช้เพื่อการวิเคราะห์แบบทดสอบ (Item analysis) สามารถวิเคราะห์หาความยากง่ายของแบบทดสอบ หาประสิทธิภาพของตัวลวง หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ผลจากการวิเคราะห์จะทำให้ปรับปรุงแบบทดสอบให้มี คุณภาพยิ่งขึ้น

(6) มีความเที่ยงธรรมและเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน

(7) แบบทดสอบแบบเลือกตอบดีกว่าแบบเติมคำ ในแง่ที่ทำให้ ปัญหาเรื่องความกำกวมหมดไปได้ เพราะมีคำตอบให้เลือก

(8) สามารถใช้ แผนผัง รูปภาพ กราฟ เป็นตัวปัญหาได้ง่าย

(9) ผู้ออกข้อสอบไม่ต้องกังวลลักษณะที่เป็นเอกพันธ์ของ เนื้อหาเหมือนแบบทดสอบจับคู่ เพราะแบบทดสอบแบบเลือกตอบสามารถออกให้ข้อความสั้นสุด ในตัวเองในแบบทดสอบแต่ละข้อ

(10) เนื่องจากแบบทดสอบนี้มีตัวลวง จึงทำให้สามารถวินิจฉัยได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องหรือไม่เข้าใจวิชาที่เรียนอย่างไรบ้าง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 69 – 72) กล่าวถึง การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทแบบทดสอบอัตนัย ดังนี้

แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือเขียนตอบอย่างอิสระ จึงใช้ประเมินได้ครอบคลุมทั้งมโนทัศน์และวิธีการคิด การวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน การใช้ทักษะความรู้ความสามารถและประสบการณ์ด้วย

การตอบแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ อาจใช้วิธีการที่หลากหลาย หรือเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหาก็ได้ จึงใช้ประเมินผล การเรียนรู้ด้านกระบวนการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารและการสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การประเมินด้วยแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำสามารถตรวจ ให้คะแนนอย่างเป็นปรนัยได้ โดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจนและครอบคลุม ประเด็นต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

การสร้างแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำที่มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

- (1) ควรสร้างโจทย์หรือคำถามเพื่อจะได้คำตอบที่สะท้อนความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการ
- (2) หลีกเลี่ยงคำถามประเภทการวัดความจำหรือมีคำตอบถูกผิด อย่างชัดเจน
- (3) สร้างโจทย์หรือคำถามที่ชัดเจน เพื่อสื่อความหมายให้ผู้สอบ เข้าใจตรงกัน
- (4) ต้องกำหนดกรอบของการตอบตามประเด็นของคำถามและ แนวทางการตอบแบบอื่น ๆ
- (5) มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างครอบคลุม โดยอาจ กำหนดประเด็นเป็นตอน ๆ และกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละตอนอย่างชัดเจน

ข้อดีของแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

- (1) ใช้วัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ด้วยตัวผู้เรียนเอง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้และความคิดด้วยภาษาของตนเอง
- (2) ใช้วัดความสามารถด้านความคิดระดับสูง เช่น ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และความสามารถด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร

(3) ใช้วัดทักษะกระบวนการ ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิม ความรู้ใหม่และข้อมูลจากโจทย์ปัญหา

(4) มีโอกาสเดาได้น้อย จึงใช้แยกความสามารถของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน

(5) สามารถสร้างเป็นโจทย์ปัญหาได้ง่าย

(6) ใช้ความสามารถในการเขียนตอบได้

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้สอนเป็นผู้สร้าง และใช้เพื่อวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนส่วนใหญ่เป็นการสร้างขึ้นใช้กับผู้เรียนเฉพาะกลุ่ม เพื่อประเมินความรู้ ข้อเท็จจริงที่ได้จากการเรียนรู้และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง การเลือกใช้แบบทดสอบที่เหมาะสมจะทำให้การวัดและประเมินผลมีคุณภาพและเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ

3. การประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา

มีนักการศึกษาให้ความสนใจในการศึกษาการแก้ปัญหาหลายท่าน และได้เสนอความหมายของการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

โพลยา (Polya. 1957 : 4 – 5) ได้ให้นิยามของการแก้ปัญหว่า การแก้ปัญหาคือความสามารถพิเศษทางสมอง ซึ่งเป็นพรสวรรค์ของแต่ละบุคคล ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถพิเศษเหนือผู้อื่น

กาเย (Gagne. 1970 : 63) อธิบายว่า กระบวนการแก้ปัญหาคือรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และการใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา การเรียนรู้ประเภทนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้โมโนมิติ โดยสามารถมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

กูต (Good. 1973 : 439) ให้ความหมายของการแก้ปัญหว่า เป็นกระบวนการที่เราใช้เพื่อค้นหาหรือทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ ๆ จากสิ่งต่าง ๆ ที่เรากำลังสังเกตหรือรับรู้ กระบวนการดังกล่าวนี้ประกอบด้วย การตั้งสมมติฐานทั้งแบบเปิดเผยและไม่เปิดเผย โดยใช้ความคิดและความเข้าใจทั้งอย่างง่าย ๆ หรืออย่างซับซ้อน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้น กระบวนการดังกล่าวนี้ถ้ากระทำอย่างเป็นระบบก็เรียกว่า การวิจัย

อาดัมส์ (Adams. 1977 : 173) กล่าวถึงการแก้ปัญหว่า เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนทางสมองซึ่งนำไปสู่การจินตนาการ การคิดเป็นนามธรรม และการเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ ที่สำคัญคือต้องมีการพัฒนารูปแบบการคิดไปสู่รูปแบบการคิดที่ยากขึ้นจึงมีความจำเป็นมาก

ครูลิค และรีส์ (Krulik and Reys. 1980 : 3-4) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาดังสรุปได้ ดังนี้

การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายอันหนึ่ง มักมีคำถามว่าทำไมจึงต้องสอนคณิตศาสตร์ หรือเป้าหมายในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์คืออะไร ทั้งนักการศึกษา นักคณิตศาสตร์ และบุคคลที่เกี่ยวข้องมักเข้าใจว่า การแก้ปัญหาเป็นจุดหมายสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อการแก้ปัญหาถูกนำมาพิจารณาว่าเป็นเป้าหมายอันหนึ่ง การแก้ปัญหาก็เป็นอิสระจากปัญหาเฉพาะ กระบวนการและวิธีการ ตลอดจนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แต่การพิจารณาที่สำคัญคือ ต้องคำนึงว่า จะแก้ปัญหายังไร ซึ่งเป็นเหตุผลแรกสำหรับคณิตศาสตร์ศึกษา ข้อพิจารณานี้มีอิทธิพลต่อหลักสูตรทั้งหมดและมีความสำคัญต่อการนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องเรียน

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการอันหนึ่ง การตีความในลักษณะนี้เห็นได้อย่างชัดเจนในการตอบปัญหาของนักเรียน ตลอดจนกระบวนการหรือขั้นตอนที่กระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ สิ่งสำคัญที่ควรนำมาพิจารณา คือ วิธีการ กระบวนการ และยุทธวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการแก้ปัญหา และเป็นจุดสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานอันหนึ่ง การตีความลักษณะนี้จะพิจารณาเฉพาะเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหา คำนึงถึงรูปแบบของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา การพิจารณาถึงการแก้ปัญหว่าเป็นทักษะพื้นฐานจึงมีส่วนช่วยในการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งต้องประกอบด้วยการสอนทักษะ มโนคติ และการแก้ปัญหา

ครูลิก และรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993 : 39 – 57) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่ามีลำดับขั้นตอนแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านและการคิด เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่านข้อปัญหา ตีความจากภาษา สร้างความสัมพันธ์ และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่รวมกันอาจทำให้เกิดการไขว่เขวได้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกสิ่งที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการ และกล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและวางแผน ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาวินิจฉัยและสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่มาสร้างเป็นแผนภาพหรือรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหามustเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไป และในการแก้ปัญหานั้นปัญหาอาจจะมีการนำเอาหลาย ๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหานั้นก็ได้ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหานั้น ได้แก่ การค้นหาแบบรูป การทำย้อนกลับ การคาดเดาและตรวจสอบ การแสดงบทบาทสมมติหรือการทดลอง การสรุป รวบรวม หรือการขยายความ การแจงรายกรณีอย่างเป็นระบบ การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีในการแก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนควรจะประมาณคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนควรลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะต้องอาศัย การประมาณค่า การใช้ทักษะการคิดคำนวณ การใช้ทักษะทางพีชคณิต และการใช้ทักษะทางเรขาคณิต

ขั้นที่ 5 การมอ้ยอนและขยายผล ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ดองย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่ และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์อื่นต่อไป ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นพบทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542 : 15 – 16) กล่าวถึงขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้น ดังต่อไปนี้

(1) ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้

(2) วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ ระบุปัญหาย่อย และการเลือกใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสม ได้แก่ การสังเกตกระสวนหรือรูปแบบการคิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ การเดาและทดสอบ การทดลอง และสร้างสถานการณ์จำลอง การลดความซับซ้อนของปัญหา การแบ่งปัญหออกเป็นส่วย่อย ๆ การใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยา และการรายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด

(3) ดำเนินการตามแผน ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการตามวิธีที่เลือกเพื่อแก้ปัญหา

(4) ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าวิธีการที่เลือกได้หรือไม่ และสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ได้หรือไม่

จากความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญหาที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่จะได้มาซึ่งคำตอบโดยที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ พร้อมทั้งใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามาช่วยในการหาคำตอบ หรือแก้ปัญหานั้น ๆ

เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ที่มีอยู่ในปัญหากับผู้แก้ปัญหาในการนำประสบการณ์ ความรู้ ความเข้าใจและความคิดมาประยุกต์หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคหรือปัญหาที่เผชิญอยู่ เพื่อหาคำตอบของปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2544 : 18)

สำหรับความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นี้ ใช้ในความหมายว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ไขปัญหจะต้องใช้ความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย เป็นความเกี่ยวโยงระหว่างประสบการณ์เดิม ความรู้ ความเข้าใจ และการดำเนินการที่ใช้ข้อมูลที่กำหนด แล้วสังเคราะห์เป็นข้อค้นพบที่เป็นคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาจะหมายถึงกระบวนการทั้งหมดในการแก้ปัญหาไม่ใช่แค่ผลลัพธ์สุดท้าย

ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะต้องเข้าใจถึงปัจจัยและองค์ประกอบหลายประการ และต้องออกแบบและวางแผนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ จึงจะสามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายได้ ในขณะที่แก้ปัญหาเมื่อพบปัญหา บุคคลต้องสืบค้นสถานการณ์และเลือกวิธีการหรือยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ นักแก้ปัญหาที่ดีจะมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ทันที ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การหารูปแบบ การเขียนแผนผังหรือภาพประกอบ สร้างรูปแบบ สร้างตาราง หรือกราฟ การเดาและตรวจสอบ แจกแจง กรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการแบบย้อนกลับ ระบุข้อมูลที่ต้องการและข้อมูลที่กำหนดให้ แบ่งเป็นปัญหาย่อย เปลี่ยนมุมมองปัญหา นึกถึงปัญหาที่คล้ายกันโดยใช้ทักษะและความสามารถที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ซึ่งได้แก่ ทักษะในการอ่าน ทักษะในการคำนวณ ความสามารถในการสืบค้น ความสามารถในการสร้างข้อคาดเดา ความสามารถในการวิเคราะห์ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบผล

การแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายด้าน สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 9) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่ดีและเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจสำหรับนักเรียน แต่ถ้การแก้ปัญหามุ่งเน้นที่ความเร็ว ความถูกต้อง รูปแบบ ความเป็นระเบียบและคำตอบที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนท้อถอย มีความรู้สึกว่าการแก้ปัญหเป็นเรื่องยาก เมื่อครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาแล้วควรจัดสภาพแวดล้อมที่ให้ออกาสนักเรียนได้คิดอย่างอิสระ จะทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และเรียนรู้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการพัฒนาในการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้นแล้ว ยังใช้เป็นเครื่องมือในการประยุกต์ศักยภาพเหล่านั้นสู่สถานการณ์ที่กว้างขึ้น

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 : 81 – 82) กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ดังนี้

(1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เพราะนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง แต่ปัญหาส่วนใหญ่อยู่ในรูปข้อความที่เป็นตัวอักษร เมื่อพบปัญหานักเรียนจะต้องอ่านทำความเข้าใจ โดยแยกประเด็นที่สำคัญของปัญหาออกมาให้ได้ว่าปัญหากำหนดอะไรให้บ้างและปัญหาต้องการหาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นและไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา การทำความเข้าใจ

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนมติและข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

(2) ทักษะในการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการฝึกฝนทำอยู่บ่อย ๆ จนเกิดความชำนาญเมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะมีโอกาสได้พบปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน ได้มีประสบการณ์ในการเลือกยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญหน้ากับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้วหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

(3) ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัด และวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล นักเรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการนำไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละระดับชั้น

(4) แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคยและไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ผู้แก้ปัญหาจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อให้ได้คำตอบ นักเรียนจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านทางกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนการสอน

(5) ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากองค์ประกอบข้างต้น สรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายประการ เช่น ทักษะการอ่านทำความเข้าใจและแปลความหมาย การเข้าใจสัญลักษณ์ ความสามารถในการสร้างมโนมติ ทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหา มีเจตคติที่ดี มีความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความยืดหยุ่นในการคิดไม่ยึดติดในรูปแบบที่คุ้นเคย ยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ องค์ประกอบเหล่านี้จะสามารถพัฒนาการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

ในการประเมินการแก้ปัญหา การเก็บแต่เพียงคะแนนที่ได้จากจำนวนคำตอบที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือทำข้อสอบถูกต้อง โดยไม่ให้พิจารณาถึงวิธีการคิด หรือการให้เหตุผลที่นักเรียนใช้สร้างคำตอบ ไม่เพียงพอที่จะทำให้ทราบถึงความหมายที่นักเรียนสร้างมโนทัศน์

และวิธีการคิด การทราบถึงความหมายของนักเรียนที่ใช้กำหนดแนวคิดทางคณิตศาสตร์นับว่าเป็นสาระสำคัญสำหรับผลของการเรียนการสอน เพื่อให้ครูทราบถึงวิธีการคิดของนักเรียนอย่างชัดเจน และสามารถค้นหาพฤติกรรมความคิดได้อย่างต่อเนื่อง ให้สามารถเข้าใจถึงสิ่งที่นักเรียนทำและวิธีการที่นักเรียนสร้างและนำมาใช้แก้ปัญหา การประเมินควรได้จากกิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน โดยครูเข้าไปมีส่วนร่วมกับการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิด ครูสามารถใช้ข้อสังเกตนี้ในการประเมินกิจกรรมการเรียนการสอน และนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป การประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ควรแสดงผลที่เป็นข้อมูลมากกว่าทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งจะรวมถึงข้อสังเกตเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางโมทัศน์และวิธีการทางคณิตศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาและการใช้เหตุผล การประเมินทักษะการแก้ปัญหาควรพิจารณาจัดหาหลักฐาน และร่องรอยของความสามารถของนักเรียนในการถามคำถาม การใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ การกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา การได้คำตอบของปัญหา การสร้างข้อความคาดการณ์ และการหาคำตอบทั่วไป เกิดจากการให้นักเรียนบันทึกกระบวนการและผลของการแก้ปัญหาขึ้นมาเพื่อให้นำเสนอให้ผู้อื่นทราบ เป็นบทบาทในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปัญหา อีกทั้งทำให้นักเรียนได้มีโอกาสตรวจสอบการเขียนด้วยตนเองระหว่างการแก้ปัญหา (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2544 : 56)

การกระทำหรือการตอบสนองต่อปัญหาของนักเรียนมักจะมีหลากหลายเป็นเรื่องที่ยากสำหรับครูในการประเมินและนำผลการประเมินไปใช้ การปรับปรุงการประเมินกิจกรรมของนักเรียนให้ครูสร้างตารางเพื่อบันทึกผลการตอบสนองของนักเรียน จำแนกประเด็นจัดเรียงลำดับตามลำดับสาระทางคณิตศาสตร์ โดยบันทึกการตอบสนองของนักเรียนระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมในบทเรียนลงในตาราง โดยแบ่งพฤติกรรมความคิดแก้ปัญหาของนักเรียนให้สัมพันธ์กับ 1) ความคิดคล่องแคล่ว พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่นักเรียนแต่ละคน หรือกลุ่มสร้าง หรือหาข้อได้ ซึ่งอยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง 2) ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากจำนวนความแตกต่างและความหลากหลายในแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนค้นพบ และนำมาใช้แก้ปัญหา 3) ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากการเป็นต้นแบบของการคิด การมีแนวคิดที่เป็นของตนเองของนักเรียนและการพัฒนาแนวคิดที่ได้เรียนรู้มาที่แสดงถึงความเป็นผู้ริเริ่มหรือเป็นต้นแบบการคิด 4) ความสง่างามในการคิด หรือ การสื่อความคิดในการแก้ปัญหา พิจารณาจากการแสดงแนวคิด / วิธีทำในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหากำหนดเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมความคิดแก้ปัญหา ทำได้โดยกำหนดเป็นระดับขั้น เช่น ดีมาก ดี พอใช้ และต้องแก้ไข จะพบว่า นักเรียนที่มีประสบการณ์จากการสอนแบบเปิด มีคะแนนความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่ไม่มีประสบการณ์ (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2544 : 56)

ในการประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน นักการศึกษาหลายท่านให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสำรวจศึกษา ซึ่งเป็นพฤติกรรมในด้านการสำรวจ สังเกต ค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและสร้างข้อสรุปที่สามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์ที่กว้างขวางขึ้น และนักการศึกษาอีกหลายท่านให้ความสำคัญกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหา ในเชิงว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนนำมาใช้นั้นมีความถูกต้องและสอดคล้องกับสาระของปัญหาหรือไม่ เพียงใด นอกจากนี้ ได้ให้ความสำคัญกับการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาในเชิงว่าการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาของนักเรียนมีความเหมาะสม หรือมีประสิทธิภาพเพียงใด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษาค้นคว้าพบงานวิจัยในประเทศซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่น่าสนใจ มีดังนี้

ไพจิตร สดวกการ (2539) ได้ศึกษาผลของการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 145 คน กลุ่มควบคุม 2 ห้องเรียน จำนวน 70 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนซึ่งมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำที่สอนด้วยวิธีการทั้งสองไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

วิโชติ พงษ์ศิริ (2540) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์ด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 80 คน ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 40 คน เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์ กลุ่มควบคุมจำนวน 40 คน เรียนโดยใช้วิธีสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมแบบคอนสตรัคติวิสต์ดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามคู่มือครู

สมพร แผลงภู (2541) ได้ทำการพัฒนารูปแบบ เพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การประถมศึกษาแห่งชาติ โดยเน้นการจัดการเรียนการสอนเชิงกระบวนการตามหลักการของ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 8 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 จำนวน 3 ห้องเรียน รับการทดลองใช้รูปแบบครบทุกขั้นตอน กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 3 ห้องเรียน รับการทดลองตามขั้นตอนแต่งตั้งการนิเทศ ในขั้นตอน การปฏิบัติงานพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน รับการเรียนการสอนตามปกติ ผลจากการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไพพยอม พิมพ์พาเรือ (2543) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองบัวคำแสน อำเภอนากลาง จังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 44 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 22 คน เรียนโดยใช้ กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กลุ่มควบคุมจำนวน 22 คน เรียนโดยใช้วิธีสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียน การสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จรรยา ภูอุดม (2544) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ และศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผล และทักษะการรู้จักคิด ความเข้าใจโมเดลและการนำความรู้ไปใช้ และเจตคติต่อการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนตามปกติ โดยพัฒนาขึ้นจากแนวคิดและผลงานของนักการศึกษา กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดอนเมือง จาตุรจินดา จำนวน 81 คน จาก 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 39 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 42 คน กลุ่มทดลองจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ กลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ เก็บข้อมูล ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียน เป็นผู้สร้างความรู้ สามารถช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลดีกว่า มีความเข้าใจโมเดลสูงกว่าและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ดีกว่า มีความคงทนของความเข้าใจ มากกว่า และมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ และนอกจากนั้น ยังมีพัฒนาการด้านทักษะการรู้จักคิดเกี่ยวกับตนเองดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

นภาพรรณ ดาก่อนทอง (2545) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมแบบเน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 60 คน ของโรงเรียนอนุบาลเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมแบบเน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมแบบปกติ ผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบเน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ และพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบเน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้อยู่ในระดับดี พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อยู่ในระดับพอใช้

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในต่างประเทศที่น่าสนใจ มีดังนี้

มาร์ติโน (Martino. 1992 : 1833 – A) ได้ศึกษานักเรียนสร้างความเข้าใจในแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์อย่างไร ในขณะที่ทำกิจกรรมแก้ปัญหาคณิตศาสตร์กับกลุ่มย่อย ในบรรยากาศชั้นเรียนที่ส่งเสริมการสนทนาเชิงคณิตศาสตร์และการแลกเปลี่ยนยุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างเปิดเผย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 3 คนของโรงเรียนฮาร์ตดิง ในรัฐนิวเจอร์ซีย์ การศึกษาใช้วิธีการศึกษารายกรณี กับนักเรียน 3 คน ติดต่อกันเป็นเวลา 3 ปี โดยเริ่มขึ้นขณะนักเรียนอยู่ในเกรด 2 การศึกษามุ่งเน้นเกี่ยวกับการสร้างแนวความคิดในการหาคำตอบปัญหา และปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มย่อยที่มีต่อการสร้างแนวคิด เก็บข้อมูลโดยการอัดวีดิทัศน์กิจกรรมแก้ปัญหาในกลุ่มย่อยของนักเรียนเฉพาะส่วนที่ต้องการพิจารณาอย่างเป็นระบบ และการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล มีการสร้างประวัติโดยย่อของนักเรียนแต่ละคนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ผลการวิเคราะห์กรณีศึกษาของนักเรียนทั้ง 3 คน พบว่า นักเรียนจะมีการสร้างแนวคิดเริ่มต้นของตนเองก่อนที่จะแนวคิดของคนอื่นจะเข้ามา และเมื่อเวลาผ่านไปการแก้ปัญหาของนักเรียนจะเปลี่ยนจากผลลัพธ์ไปสู่กระบวนการพร้อม ๆ กับการเริ่มให้ความสำคัญกับการติดตามกิจกรรมของตนเองมากขึ้นยิ่งไปกว่านั้นการกลับมาสู่กิจกรรม ปัญหาในสถานการณ์ที่เหมือนกันหรือปัญหาที่ขยายขึ้นในเวลาต่อมาทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการหาเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ และแนวคิดที่สัมพันธ์กับการพิสูจน์มากขึ้น

มัททุกฤษนา (Muthukrishna. 1993 : 3834 – A) ได้ศึกษาตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีสอน 2 วิธี คือ การสอนยุทธวิธีแบบขัดแย้งด้วยการอธิบายโดยตรงกับการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ที่ทำให้เกิดการค้นพบด้วยการชี้แนะ ต่อการพัฒนาทักษะทางปัญญาระดับสูง

เกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 60 คน ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนเข้ารับการทดลองเป็น 4 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มที่ 1 รับการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ กลุ่มที่ 2 รับการสอนยุทธวิธีการอธิบายตรง กลุ่มที่ 3 รับการสอนยุทธวิธีด้วยการอธิบายโดยตรงผสมกับการใช้บรรยากาศแบบคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุม รับการสอนแบบเดิม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนในบรรยากาศการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ มีพัฒนาการดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนยุทธวิธีด้วยการอธิบายโดยตรงในหลายด้าน กล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่ลึกซึ้งกว่า มีความเชื่อและมีเป้าหมายในทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าให้ความสำคัญกับความเข้าใจและการร่วมมือกันมากกว่า ให้ความสำคัญกับสาเหตุภายนอกที่เป็นปัจจัยของความสำเร็้น้อยลง ใช้ยุทธวิธีที่เป็นกระบวนการลึกซึ้งกว่า และระหว่างการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีการสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า

โลเวน (Lowen. 1993 : 4241 – A) ได้ศึกษาผลของการใช้แบบจำลองการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ 3 วิธี คือ แบบตรง แบบความหมาย และแบบกระบวนการปัญหา เมื่อวิธีสอนแบบเน้นโครงสร้างขั้นตอนวิธีของเนื้อหาคณิตศาสตร์ วิธีสอนแบบความหมายเป็นวิธีที่ขยายจากแบบโดยตรงเพิ่มการแสดงให้เห็นแนวคิดและความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นจุดเน้นด้วย ส่วนวิธีสอนแบบกระบวนการปัญหาก็ขยายเพิ่มจากวิธีสอนแบบความหมายโดยการเพิ่มองค์ประกอบของการแก้ปัญหาเข้าไปในตอนเริ่มชั้นเรียนแต่ละชั่วโมง แบบจำลองของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ถูกสร้างขึ้นให้ครอบคลุมความรู้ทั้ง 3 ประการ ได้แก่ ความรู้ข้อตกลง ความรู้กระบวนการและความรู้เชิงปัญญา เมื่อความรู้ข้อตกลงหมายถึงความสัมพันธ์อย่างมีความหมายและความเชื่อมโยงระหว่างมโนคติเชิงคณิตศาสตร์ ความรู้กระบวนการหมายถึง ผลรวมของกระบวนการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อทางคณิตศาสตร์ ความรู้เชิงปัญญา หมายถึง ความรู้ทั่วไปที่ก่อให้เกิดและเอื้ออำนวยให้เกิดพัฒนาการทั้งความรู้ข้อตกลงและความรู้กระบวนการ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูผู้สอน 9 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 240 คน เนื้อหาที่ใช้ คือ เรื่องร้อยละ แต่ละวิธีใช้ครูสอน 3 คน มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลองวัดพัฒนาการของความรู้ข้อตกลงจากแบบทดสอบวินิจฉัยในเกรด 8 เรื่องร้อยละ และวัดพัฒนาการของความรู้ทางปัญญาโดยการสัมภาษณ์รายบุคคล ผลการวิจัย พบว่า วิธีสอนความหมายส่งเสริมพัฒนาการของความรู้ข้อตกลง วิธีสอนแบบตรงและกระบวนการปัญหาส่งเสริมพัฒนาการของความรู้กระบวนการ ความรู้ข้อตกลงและความรู้กระบวนการมีพัฒนาการที่ไม่สัมพันธ์กัน ความรู้เชิงปัญญาโดยเฉพาะการแยกแยะและการสังเคราะห์สัมพันธ์กับความสามารถของนักเรียนในการสร้างความรู้ข้อตกลงและความรู้กระบวนการ

ซิมอน (Simon. 1993 : 331 – 340) ได้ใช้แนวทางคอนสตรัคติวิสต์ทำการอบรมครูประจำการวิชาคณิตศาสตร์ในระดับอนุบาลถึงเกรด 12 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ในภาคฤดูร้อน และติดตามผลการนำมาประยุกต์ในชั้นเรียนเป็นรายสัปดาห์ ผลจากการเก็บข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์ พบว่า ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียน

คณิตศาสตร์เปลี่ยนไป และครูระดับประถมศึกษาที่มีเจตคติที่ดีขึ้น ครูเปลี่ยนจุดเน้นของการสอน มาเป็นความเข้าใจโมเดลมากขึ้นและลดทักษะการคำนวณน้อยลง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากแบบทดสอบมาตรฐานยังคงเหมือนเดิม

ทูเกอร์ (Tougaw. 1994 : 2934 – A) ได้ศึกษาผลของการใช้การสอนแบบ ปลายเปิด ในการสอนคณิตศาสตร์ต่อพฤติกรรมและการแก้ปัญหาและเจตคติของนักเรียน เมื่อ การสอนแบบปลายเปิด ประกอบด้วย การตั้งข้อคำถาม การสำรวจ การค้นพบ การอภิปราย การแสดงให้เห็นจริงและการทำเป็นกรณีทั่วไป โดยนักเรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมเหล่านั้น พื้นฐานของเจตคติ ทักษะ ความรู้ที่มี เครื่องมือที่ใช้มี 2 อย่าง ได้แก่ ปัญหาปลายเปิด 4 ปัญหา และแบบสอบถามเพื่อวัดเจตคติ ใช้ทดสอบนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง ประเมินการหาคำตอบ ของปัญหาปลายเปิดทั้งสี่ข้อใน 4 ลักษณะ คือ ความถี่หรือประโยชน์ที่จะใช้ ความคล่องแคล่ว ความเป็นต้นแบบ และความสวยงาม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ พบว่า การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสอนแบบปลายเปิด ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นดีขึ้น

โธมัส (Tomas. 1994 : 2499 – A) ได้สำรวจผลของวิธีการเรียนการสอน แบบคอนสตรัคติวิสต์ต่อความเชื่อมั่นในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอเมริกัน – อาฟริกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอเมริกัน – อาฟริกันเกรด 9 และ 10 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา เรขาคณิต ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดความเชื่อมั่นในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของ Fennema – Sherman การอึดวิทัศนภาพและเสียง การสัมภาษณ์ นักเรียนและการศึกษาผลงานที่เป็นเอกสารของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า บรรยากาศการเรียน แบบคอนสตรัคติวิสต์มีผลทางบวกต่อการอภิปรายของนักเรียน นักเรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่กับการมีส่วนร่วมในการสนทนา นักเรียนมีแนวโน้มที่จะติดตามและเข้าร่วมในงานคณิตศาสตร์มากขึ้น การทำงานในกลุ่มย่อยทำให้นักเรียนร้อยละ 97 มีความเชื่อมั่นในความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของตนมากขึ้น

เวต (Wade. 1995 : 3411 – A) ได้ศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์แบบ แก้ปัญหาตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความเชื่อมั่น ในตนเองและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยศึกษากับ กลุ่มตัวอย่าง 17 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยได้ทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ครั้งที่ 2 ได้ผลเช่นเดียวกับทดสอบ ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนครั้งแรก นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเมื่อเรียน โดยวิธีสอนแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเพิ่มขึ้น สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษา ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า เจตคติ และความเชื่อมั่นในตนเองต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง สูงขึ้น

อัลซัป (Aisup. 1996 : 3038 – A) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ของนักศึกษาฝึกสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบแก้ปัญหาภายใต้แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ทศนิยมและร้อยละ ผลการวิจัยพบว่าวิธีสอนภายใต้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถพัฒนาการเรียนรู้เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละของนักศึกษาฝึกสอน ลดความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และช่วยให้นักศึกษาฝึกสอนมีความมั่นใจที่จะสอนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

เอ็ดเธดจ์ (Etheredge. 1996 : 3040 – A) ได้ออกแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตกับนักเรียนเกรด 3 ผลการวิจัย พบว่าความรู้เชิงโครงสร้างของนักเรียน ซึ่งนักเรียนยังไม่มีในระยะแรกของการศึกษานั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อความเข้าใจโครงสร้างปัญหาชนิดต่าง ๆ และพบว่า เรื่องราว ปัญหาที่นักเรียนร่วมกันสร้างสรรค์ขึ้นมา คำถามและการอภิปรายของนักเรียน ตลอดจนการติดตามของครูรวมกันทั้งหมดนี้เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการสอนแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตให้มีประสิทธิภาพและมีความหมาย

บุลลอค (Bullock. 1996 : 611 – A) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ต่อเจตคติของนักศึกษาที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับครูระดับประถมศึกษา โดยมุ่งพิจารณาว่า งานหรือเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เปลี่ยนไป การสื่อสารหรือการอภิปรายที่เปลี่ยนไป และสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เปลี่ยนไป มีอิทธิพลอย่างไรต่อเจตคติวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษา โดยทำการทดลองเป็นเวลา 1 ภาคเรียน ผลการศึกษาพบว่าการใช้วิธีการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์มีอิทธิพลทางบวกต่อเจตคติในวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษา

สตีล (Steele. 1996 : 4309 – A) ได้ศึกษาว่าอะไรจะเกิดขึ้นเมื่อครูระดับประถมศึกษาตีความและประยุกต์นิยามของคำว่า “การสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์” ของเขาเอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นครูที่สอนนักเรียนเกรด 4 เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดย การจดบันทึกภาคสนาม อัดวิดีโอภาพและเสียงเป็นเวลา 4 เดือนครึ่ง การสัมภาษณ์ครูอย่างไม่เป็นทางการหลายครั้งและเป็นทางการ 6 ครั้ง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์ และมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากแผนการสอนของครู สื่อวัสดุต่าง ๆ ผลงานนักเรียน และสิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ข้อสรุปหลายประการ คือ 1) มโนคติเชิงคณิตศาสตร์ของครูมีอิทธิพลต่อลักษณะทั้งหมดของการตัดสินใจเกี่ยวกับการสอนของครู การวางแผนการสอน การประเมินนักเรียน และปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน 2) ครูระดับประถมศึกษาสามารถใช้หลักการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์มาพัฒนาเป็นแบบจำลองการสอนและนำไปใช้ได้ 3) จากการใช้ยุทธวิธีการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์ ครูสามารถสร้างสรรค์บรรยากาศการเรียนรู้ให้นักเรียนเริ่มมีความตื่นตัวทางคณิตศาสตร์และมีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเองมากขึ้น 4) โดยการเรียนรู้ที่จะสร้างความรู้ของตนเองทำให้นักเรียนมีศักยภาพและเป็นนักคิดเชิงคณิตศาสตร์มากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ซึ่งเน้น การสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีผลต่อความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน สามารถช่วยให้นักเรียน เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง เกิดการถ้อยแถลงการเรียนรู้ได้มากกว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ดีกว่าวิธีสอนตามปกติ เกิดความเชื่อมั่นในความคิดของตนเองมากขึ้น ให้ความสำคัญกับความเข้าใจและการร่วมมือกันมากขึ้น รู้จักเลือกใช้ยุทธวิธีหรือกระบวนการในการ แก้ปัญหา โดยเฉพาะการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วย ตนเอง การทำกิจกรรมในกลุ่มย่อย และการจัดบรรยากาศการเรียนโดยเน้นกิจกรรมที่ส่งเสริม ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสนทนา ฝึกตั้ง ข้อคาถาเดา สืบถาม สร้างข้อค้นพบ อภิปราย แสดงให้เห็นจริง และสรุปเป็นกรณีทั่วไป และ นอกจากนี้ยังส่งเสริมพัฒนาการด้านกระบวนการของนักเรียน นักเรียนสามารถแยกแยะและ สังเคราะห์ความสัมพันธ์ได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ได้พัฒนา การสอน และมีความมั่นใจในการสอนมากยิ่งขึ้น