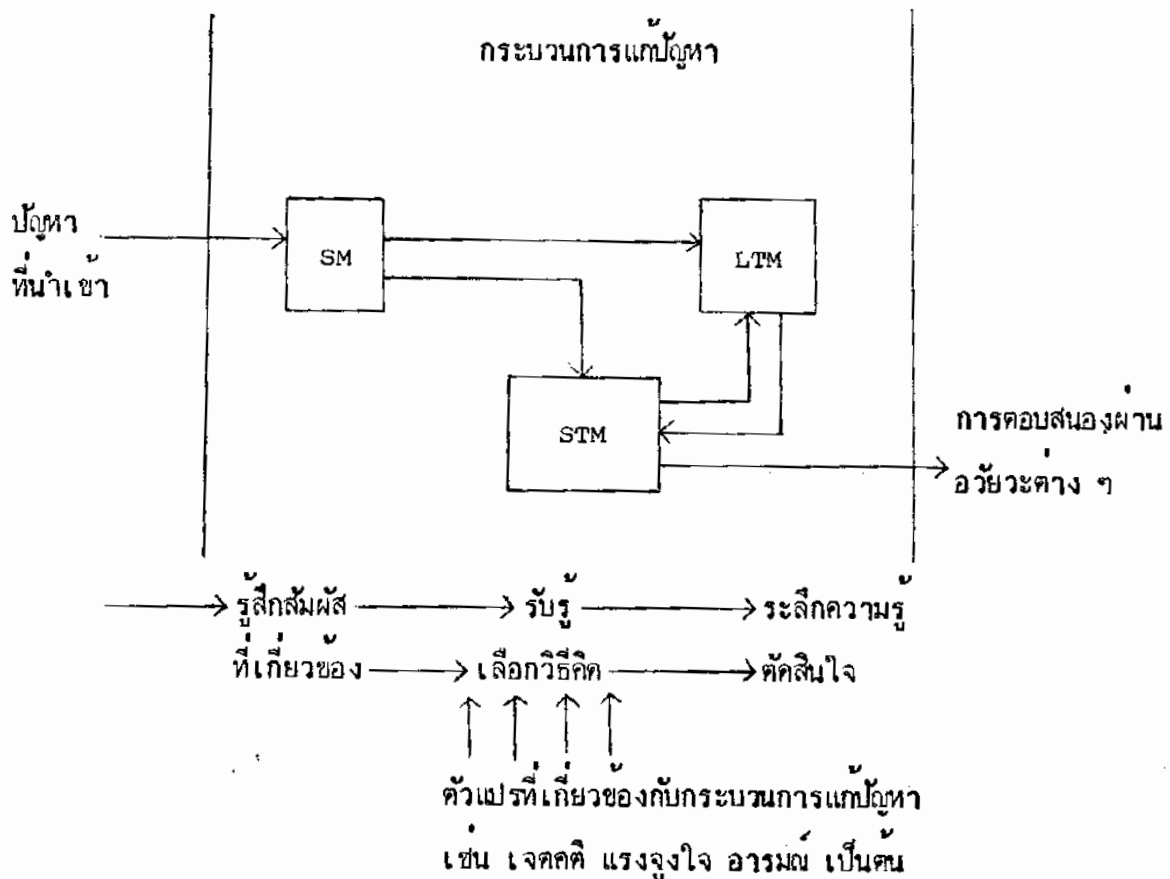


ความเป็นมาของปัญหาและปัญหา

พฤติกรรมส่วนใหญ่ของมนุษย์ มีสาเหตุมาจากความรู้ที่อยู่ในสมองของมนุษย์เป็นตัวกระทำต่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้า จิตวิทยาากลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) เชื่อว่า จิตที่อยู่ในกระโหลกศีรษะของมนุษย์ ซึ่งได้แก่ การรู้สึกสัมผัส การรับรู้ การจำ การคิด การตัดสินใจ และความรู้สึกด้านเจตคติหรืออารมณ์ต่าง ๆ (ไฮว เลียมแกว, 2531 ก : 3) มีความสำคัญและมีบทบาทต่อการตอบสนองของมนุษย์ การตอบสนองไม่ได้อยู่ภายใต้การควบคุมของสิ่งเร้าโดยตรง แต่อยู่ภายใต้การควบคุมของจิตดังกล่าว สิ่งเร้าที่เข้ามาในสมองจะได้รับการจัดกระทำเสียใหม่ ได้รับการเปลี่ยนแปลงรูปเสียใหม่ (ไฮว เลียมแกว, 2531 ก : 2 อ้างอิงมาจาก Atkinson and Shiffrin, 1968) แล้วเก็บไว้เป็นความรู้ในรูปของสัญลักษณ์ บางรูปแบบเรียกว่า รหัส (ไฮว เลียมแกว, 2531 ก : 3 อ้างอิงมาจาก Anderson and Bower, 1973) และกลุ่มรหัสเหล่านี้เองที่เรียกว่า ความรู้ ความรู้เหล่านี้จะเป็นตัวกระทำต่อการตอบสนอง หรือเป็นสาเหตุของการตอบสนอง ดังนั้น สิ่งเร้าที่เข้าไปจึงเรียกเสียใหม่ว่า สารนำเข้า และเพื่อที่จะให้แตกต่างจากจิตวิทยาากลุ่มพฤติกรรมนิยมหรือจิตวิทยา S-R จึงเรียกการตอบสนองเสียใหม่ว่า สารส่งออก (ไฮว เลียมแกว, 2531 ก : 3)

การคิดเป็นพฤติกรรมภายในที่ไม่สามารถสังเกตได้ แต่การที่เราสามารถรู้ได้ว่าบุคคลคิด เช่นไรนั้น เราต้องสันนิษฐานเอาจากพฤติกรรมภายนอกที่เขาแสดงออกมา เช่น เราจะรู้ว่าเด็กคิดเลขข้อนี้ได้อย่างไร เราก็ต้องให้เขาแสดงวิธีทำให้เราดู เป็นต้น ประภัสสร กระมุท (2529 : 99-100) กล่าวว่า "การคิดเป็นกิจกรรมขั้นสูงของการใช้สมอง เป็นกระบวนการหรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในตัวของบุคคล โดยที่บุคคลเข้าใจสภาพหนึ่ง ๆ ของวัตถุหนึ่ง หรือประสบการณ์หนึ่ง บุคคลจะใช้สัญลักษณ์เป็นเครื่องประกอบกิจกรรมนี้ การรับรู้เป็นส่วนหนึ่งที่เป็นในการคิด" ตามทรรศนะของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) เขาทิ้งไว้ว่า การคิดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีความสับสนวุ่นวายสงสัย หรือเกิดความคับข้องใจ ต่อจากนั้นก็เกิดพฤติกรรมต่าง ๆ ขึ้น เพื่อจะค้นหาวิธีการแก้ปัญหา หรือเพื่อจะขจัดสิ่งที่จะสงสัยนั้น (ประสาธ อิศปรริศา, 2523 : 185) จากแนวความคิดนี้จะเห็นว่า การคิดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีปัญหาให้แก้

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในสมองของมนุษย์ เช่นเดียวกับกระบวนการของความจำ กระบวนการคิด ให้นักจิตวิทยากลุ่มพฤติกรรมนิยมได้อธิบายโดยใช้ทฤษฎีการจัดกระบวนการสาร (Information-processing theory) ซึ่งแยกความคิดของมนุษย์ออกเป็นหน่วยต่าง ๆ คล้ายลักษณะของคอมพิวเตอร์ (Seifert, 1983 : 179 Citing Newell and Simon, 1972) แนวคิดตามทฤษฎีนี้มีอิทธิพลแพร่หลายมากคือ แนวคิดของ แอตกินสัน และชิฟริน (ไลว เลียมแก้ว, 2528 : 19 อ้างอิงมาจาก Atkinson and Shiffrin, 1968 ; อัจฉรา ธรรมาภรณ์, 2531 : 150 อ้างอิงมาจาก Atkinson and Shiffrin, 1968) ความคิดนี้สามารถขยายไปอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาใด ๆ ดังนี้



ภาพประกอบ 1 โครงแบบการแก้ปัญหา (ตัดแปลงจาก ไลว เลียมแก้ว, 2531ข : 1)

จากภาพข้างบนนี้จะเห็นว่า ปัญหาที่จะต้องแกนน้อยอยู่ข้างนอกสมอง กระบวนการแก้ปัญหาอยู่ในสมอง เมื่อปัญหาเข้าสู่ระบบความจำการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory ย่อว่า SM) ก็จะผ่านไประบบความจำระยะยาว (Long-Term Memory ย่อว่า LTM) เพื่อกระตุ้นความรู้เก่า ๆ ให้ออกสนองและตีความสิ่งที่เข้าไปใหม่ เมื่อตีความแล้วก็เป็นที่กิจกรรมในระบบความจำระยะสั้น (Short-Term Memory ย่อว่า STM) ถ้ามีความรู้เก่าแสดงกิจกรรมในระบบความจำระยะสั้นแล้ว สิ่งเร้าใหม่จากระบบความจำการรู้สึกสัมผัสก็จะเข้าสู่ระบบความจำระยะสั้นได้ กระบวนการคิดแก้ปัญหาทั้งหมดจะปฏิบัติการในระบบความจำระยะสั้น ผลจากการแก้ปัญหาจะตอบสนองออกมาผ่านอวัยวะตอบสนองต่างๆ และผลบางส่วนจะไปเก็บอยู่ในระบบความจำระยะยาว ทั้งนี้เพราะกระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการเรียนรู้

การแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมพื้นฐานของมนุษย์ ทุกขณะที่มนุษย์มีสติสัมปชัญญะอยู่กับตัว จะต้องเกี่ยวข้องกับปัญหา เพราะว่าขณะที่มนุษย์รู้สึกตัวอยู่สมองของมนุษย์จะคิดอยู่ตลอดเวลา และการคิดนั้นจะต้องมีเป้าหมาย แต่การที่จะไปสู่เป้าหมายใดมนุษย์จะต้องมีการแก้ปัญหา (Polya, 1957 : 221) หรือกล่าวได้ว่า พฤติกรรมในการแก้ปัญหาก็เกิดขึ้นต่อเมื่อมีงาน มีเป้าหมายที่จะต้องให้บรรลุเพื่อการทำงานนั้น (ชม ภูมิภาค, 2516 : 56) ครูลิติก และรัคนิก (Campbell, 1984 : 11 Citing Krulik and Rudnick, 1980) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือเป็นการนำความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ที่เคยเรียนรู้มาใช้ในสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งผลของการแก้ปัญหาได้สำเร็จไม่เพียงแต่ผู้เรียนแก้ปัญหาได้เท่านั้น เขายังเกิดการเรียนรู้สูงขึ้น (Higher-order-rule) อีกด้วย (Gagne, 1977 : 156) กานเย และบริกส์ (Gagne and Briggs, 1974 : 121) ได้จัดความสามารถในการแก้ปัญหานี้ว่า เป็นทักษะทางเข้าปัญหายอย่างหนึ่งที่สามารถสอนกันได้ ดังนั้น แผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2520 ก็ได้ระบุไว้อย่างชัดเจนว่า การจัดการศึกษาในทุกระดับ จะต้องมุ่งให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น รู้จักแก้ปัญหา (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน 2520) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ เฟอ์ (Fehr, 1972 : 423) ที่ว่า วัตถุประสงค์ของการศึกษาทั้งหมดคือ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยเชื่อว่า ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาลึกแก้ปัญหาได้อย่างชาญฉลาดและรวดเร็ว จะเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบันได้เป็นอย่างดี (Le Blanc, 1982 : 52)

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในโรงเรียน สามารถจัดใหม่ขึ้นในการสอนวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ในบรรดาวิชาเหล่านี้ วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามากที่สุด เพราะเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่องจะประกอบด้วยความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ ทักษะ ความเข้าใจ และโจทย์ปัญหา ซึ่งการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายสูงสุดของการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา (Sowder, 1972 : 113) โดยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สามารถถายโยงไปถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทั่วไปในชีวิตประจำวัน (สุลัดดา ลอยฟ้า, 2528 : 67)

คณิตศาสตร์มีความสำคัญและมีบทบาทต่อนุชนอย่างมาก คณิตศาสตร์เป็นเครื่องนำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคนิค เศรษฐกิจ และสังคม เป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา และการค้นคว้าวิจัยทุกประเภท ความเจริญก้าวหน้าในวิทยาการทุกแขนงของอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น ในการจัดการศึกษาถือว่า คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์เพราะว่า คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิดได้อย่างมีระบบ มีเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (บุญทัน อยู่ชมบุญ, 2529 : 1) ดังนั้น วิชาคณิตศาสตร์จึงถือเป็นกุญแจนำที่ตองบรรจุลงในหลักสูตรเสมอ เพราะว่าคุณรู้ทางคณิตศาสตร์ได้รับการพิจารณาว่าจำเป็นสำหรับผู้ได้รับการศึกษา (Fehr and Phillips, 1967 : 1)

ประเทศไทยได้จัดให้มีการสอนคณิตศาสตร์มาตั้งแต่สมัยสุโขทัยพร้อม ๆ กับการสอนภาษาไทย (ฉวีวรรณ กิรติกร, 2527ข : 2) และเริ่มสอนเป็นระบบแบบแผนขึ้นในสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว โดยจัดให้มีการสอนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาอย่างชัดเจน (สุชาติ รัตนกุล, 2527 : 23) ปัจจุบันวิชาคณิตศาสตร์บรรจุอยู่ในหลักสูตรประถมศึกษา 2521 ในกลุ่มทักษะอันเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยภาษาไทย และคณิตศาสตร์ (ฉวีวรรณ กิรติกร, 2527ก : 52)

หลักสูตรคณิตศาสตร์ประถมศึกษา 2521 กำหนดจุดประสงค์ไว้ว่า เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิด การคำนวณ สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ จึงต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะดังนี้

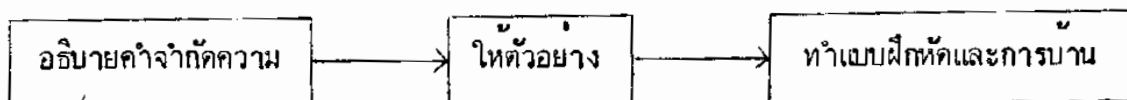
1. มีความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานและมีทักษะในการคิดคำนวณ
2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดออกมาอย่างมีระเบียบ ชัดเจนและรัดกุม
3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
4. สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิดและทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน (ศึกษาธิการ, กระทรวง 2532 : 23)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ยังไม่สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นที่น่าสนใจตามเกณฑ์ที่ต้องการ ของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ซึ่งตั้งเป้าหมายคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศไว้ร้อยละ 50 จากรายงานผลการประเมินคุณภาพนักเรียน ป.6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2532 ปรากฏผลของคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ ร้อยละ 43.12 ความก้าวหน้า -1.68 นักเรียนมีผลน่าพอใจ ร้อยละ 31 ความก้าวหน้า -2 (สพช. 2532 : 9)

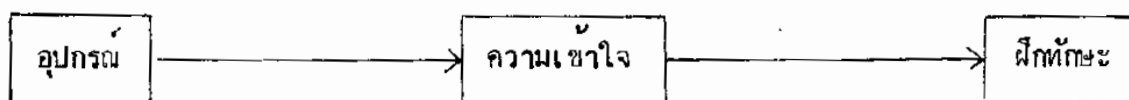
การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จึงเป็นปัญหาสำคัญที่นักการศึกษา นักจิตวิทยา การศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องได้พยายามศึกษาหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อที่จะยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น ในจำนวนบุคคลเหล่านี้ มีผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาบางท่านมีความเห็นสอดคล้องกันว่า สาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ มาจากวิธีการสอนของครู (ช. ชนบท (นามแฝง), 2529 : 7 ; จริญญา จัยโชค, 2531 : 12) และผู้วิจัยก็เชื่อว่า การที่จะยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น จำเป็นจะต้องพัฒนาวิธีการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพ เพราะนักจิตวิทยาเชื่อว่า พฤติกรรมของคนสามารถทำให้เปลี่ยนแปลงได้ (ไสว เลี่ยมแก้ว, 2527 : 1) วิธีการที่จะทำให้ให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมก็คือ การสอน การทำให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากไม่รู้ ไม่เข้าใจ เป็นรู้และเข้าใจ หรือจากทำใจหยาบ ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ได้เปลี่ยนมาเป็นทำได้ อันเนื่องมาจากการสอนนี้ เราเรียกว่า การเรียนรู้

เกี่ยวกับวิธีการสอนนี้ ประภัสสร กระมุท (2532 : 29) มีความเห็นว่า ในเรื่องของการสอนส่วนใหญ่จะเห็นได้ว่า ครูยังใช้ระบบให้นักเรียนท่องจำมาก ซึ่งวิธีสอนแบบนี้จะไม่สามารถ

ทำให้เด็กเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรที่ว่า คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับ ช. ชมพ (นามแฝง) (2529 : 7 - 8) กล่าวว่า ครูผู้สอนจำนวนไม่น้อยยังติดอยู่กับวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบเดิมที่เคยเรียนมา คือ



ซึ่งเป็นการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง โดยครูเป็นผู้บอกความรู้ให้กับนักเรียน และฝึกให้นักเรียนจดจำจากตัวอย่างไปใช้ แต่การสอนคณิตศาสตร์แบบปัจจุบันมุ่งเน้นในสิ่งที่ตรงกันข้าม คือ ให้นักเรียนฝึกการเรียนรู้ด้วยวิธีคิดและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนร่วมกับผู้อื่นแบบประชาธิปไตยแทน และสอดคล้องกันกับที่ บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529 : 4) กล่าวว่า วิธีสอนของคณิตศาสตร์ใหม่ยึดตัวเด็กเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ทำการค้นคว้าและหาข้อสรุปเอง จนเกิดความเข้าใจจึงจะฝึกทักษะการสอนเพิ่มขึ้นก่อนสร้างความรู้เข้าใจก่อนฝึกทักษะดังนี้



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นผู้รับผิดชอบในการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์แผนใหม่ ซึ่งปรับปรุงทุกส่วนของหลักสูตร โดยกำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และคำนึงถึงความต่อเนื่องของเนื้อหาอีกด้วย ในด้านวิธีการสอนนั้นก็ได้พยายามที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และให้สอดคล้องกับทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget's Theory) โดยจัดลำดับขั้นตอนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและนำไปสรุปเป็นกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และในวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ (สสวท., 2520 : 9)

ถึงแม้ว่าวิธีสอนตามขั้นตอนนี้ได้กำหนดไว้ในคู่มือครูคณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จะสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้และพัฒนาการของเด็ก

แต่ก็มีบางส่วนที่ผลของการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การสอนตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในคู่มือครุศึกษาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น เน้นการสอนความเข้าใจอย่างกว้าง และเน้นในด้านการฝึกทักษะมากกว่า จึงทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดไม่ชัดเจน และบางเรื่องไม่เกิดความคิดรวบยอด นักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียน (วรรณภา เพียรสูชสวัสดิ์, 2528 : 2)

นอกจากนั้นการเรียนการสอนในโรงเรียนส่วนใหญ่เป็นแบบการสอนกลุ่มใหญ่ คือ สอนโดยใช้วิธีสอน วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการสอนอย่างเดียวกันโดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ดังนั้น นักเรียนที่มีความสามารถสูงย่อมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้รวดเร็ว ส่วนนักเรียนที่มีความถนัดต่ำ หรือความสามารถน้อยก็ควรต้องอาศัยวิธีต่างกันอย่างมาก และความแตกต่างกันนั้นเป็นปัญหาในการจัดการเรียนการสอนสำหรับครูเป็นอย่างมาก (คณะกรรมการดำเนินงานระหว่างชาติ, 2520 : 20 - 21)

จากสภาพการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว จำเป็นจะต้องแก้ปัญหาโดยการหาวิธีสอนให้เหมาะสมกับความแตกต่างของเด็กแต่ละคนที่จะช่วยนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็วและทั่วถึง โดยจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมสนับสนุนนักเรียนที่เก่งและช่วยเหลือนักเรียนที่อ่อน ดังนั้น จึงมีผู้เชี่ยวชาญทางจิตศาสตร์หลายท่านได้คิดหารูปแบบในการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

เมื่อไม่นานมานี้ (ค.ศ. 1974) การวิจัยเกี่ยวกับความรู้เข้าใจของครู (teachers' cognitions) ส่วนใหญ่ได้หันมาสนใจศึกษาเกี่ยวกับการสอนที่เหมือนกับวิธีปฏิบัติทางอายุรเวท และได้บรรยายการสอนในรูปแบบของการแก้ปัญหาทางคลินิก มโนทัศน์ของการแก้ปัญหาทางคลินิก ในระยะแรกเรียกตามศัพท์เดิมคือ การวินิจฉัยและการกระทำกับการหยุดทำงานในหน้าที่ตามปกติ (diagnosis and treatment of dysfunction) ปัจจุบันหลังจากการศึกษาเกี่ยวกับความรู้เข้าใจของครูเป็นเวลา 14 ปี นักวิจัยทางการศึกษากำลังเริ่มค้นหารูปแบบของการสอนในชั้นเรียนที่สะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างกันมาก คือ การสอนตามลำดับขั้นแบบการแก้ปัญหาทางคลินิก (Kagan, 1988 : 482)

เลนฮาร์ท และกรีน (Kagan, 1988 : 491 Citing Leinhardt and Greeno, 1986) ได้กลั่นกรองโครงสร้างการแก้ปัญหาทางคลินิกจากการตรวจสอบบทเรียนจิตศาสตร์ในระดับ

ประถมศึกษาเชิงประจักษ์ เบิร์น และแอนเดอร์สัน (Kagan, 1988 : 491 Citing Burns and Anderson, 1987) ใ้แนะ้โครงแบบคล้ายคลึงกันโดยให้รายละเอียดและใช้ศัพท์เฉพาะที่แตกต่างกันออกไป ตามโครงแบบของเลนฮาร์ท และกรีโน (Kagan, 1988 : 491 Citing Leinhardt and Greeno, 1986) โครงแบบการแก้ปัญหาที่มีพื้นฐานมาจากการสอนที่มีทักษะประกอบขึ้นด้วยชุดที่สัมพันธ์กันของการกระทำที่เป็นระบบ ครูที่มีทักษะมีการนิยามชุดของกลุ่มความรู้ (schemata) สำหรับการกระทำกิจกรรมทั้งหลายได้ดี และกลุ่มความรู้เหล่านี้จะรวมอยู่ด้วยโครงสร้างที่มีขนาด (ลักษณะของหน่วยปัญหา) และระดับของคุณลักษณะโดยทั่วไปแตกต่างกัน โดยที่บางระดับจะเป็นการกระทำกิจกรรมโดยทั่วไป บางระดับเป็นการกระทำกิจกรรมย่อย ๆ และเฉพาะเจาะจง

การเปลี่ยนแปลงของขนาดโครงสร้าง และระดับของคุณลักษณะทั่วไป ทำให้โครงสร้างมีสิ่งที่เหมือน ๆ กันในการจัดลำดับขั้นหนึ่ง ๆ ในบทเรียนคณิตศาสตร์ที่เป็นแบบฉบับครั้งหนึ่ง ๆ เราสามารถพบกับตัวอย่างของโครงสร้างกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การตรวจการบ้าน การนำเสนอสิ่งใหม่ ๆ หรือการให้ทำงานอิสระ สำหรับในบางโครงสร้างกิจกรรมที่จะทำหน้าที่สนับสนุนงานประจำ จะต้องกระทำให้เกิดขึ้นได้ โครงสร้างกิจกรรมเหล่านี้เป็นโครงสร้างย่อย เป็นแบบฉบับของพฤติกรรมที่รู้และเข้าใจกันดีในระหว่างครูและนักเรียนด้วยกัน ยกตัวอย่างเช่น การแจกกระดาษ การตรวจสอบความพร้อมของนักเรียน การเรียกนักเรียนไปแก้ปัญหาบนกระดาน และอื่น ๆ

การสร้างลำดับขั้นภายใต้การรวมเอาส่วนต่าง ๆ ของการสอนเข้าด้วยกัน ได้รับการเสนอโดย เลนฮาร์ท และกรีโน (Kagan, 1988 : 491 Citing Leinhardt and Greeno, 1986) เหมือนการวางแผนในการได้รับสาร (Planning net) การวางแผนในการได้รับสาร สำหรับในส่วนของการนำเสนอบทเรียนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา มักจะเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Algorithmic) มโนทัศน์ หรือการทบทวน

การสอนตามลำดับขั้นการแก้ปัญหาของเลนฮาร์ท และกรีโนนี้ เป็นวิธีสอนแบบการแก้ปัญหาทางคลินิก โดยยึดทฤษฎีการแก้ปัญหานี้เวล และไซมอน (Kagan, 1988 : 485 Citing Newell and Simon, 1972) คือ โครงสร้างของปัญหา หรือการเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม (Task environment) จะเป็นตัวกำหนด ลักษณะของหน่วยปัญหา (Problem space) ดังนั้นการสอนตามลำดับขั้นการแก้ปัญหาก็เป็นการวางแผนในการได้รับสารมาใช้ในการตัดสินใจ

ระดับหนึ่ง และนำไปสู่อีกระดับหนึ่ง โดยที่จะทำให้ขนาดของหน่วยปัญหา เล็กลงไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดก็สามารถแก้ปัญหาได้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งวิธีสอนตามแนวนี้กำลังเป็นที่สนใจของนักวิจัยในสาขาความรู้เข้าใจของครู และมีแนวโน้มว่าจะได้รับการวิจัยกันอย่างกว้างขวางในอนาคต ผู้วิจัยจึงนำวิธีสอนตามลำดับขั้นการแก้ปัญหาของเลนฮาร์ท และกรีโนมาศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของ สสวท. ว่าวิธีสอนแบบใดจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากัน

นอกจากปัญหาวิธีสอนของครูจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่ำแล้ว ปัญหาสำคัญสำหรับทั้งครูและนักเรียนอีกปัญหาหนึ่งก็คือ "โจทย์ปัญหา" กล่าวคือ เด็กจำนวนมากพบว่าการแก้โจทย์ปัญหายากที่สุด (Anthony and Hudgins, 1978 : 63) ครูประถมศึกษาที่มีปัญหาการสอนกลุ่มทักษะวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในสิ่งที่เกี่ยวกับการสอน โจทย์ปัญหา (อุทัย เพชรช่วย, 2532 : 48) ดังนั้น การสอนโจทย์ปัญหามันว่าเป็น เรื่องที่ยากสำหรับครู และก็เป็นเรื่องที่ยากสำหรับนักเรียนที่จะเรียนด้วย (Clyde, 1964 : 346)

จากรายงานผลการประเมินคุณภาพนักเรียน ป. 6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2532 เป็นรายสมรรถภาพพบว่า คะแนนเฉลี่ยเทียบ 10 ของโจทย์ปัญหาค่าที่สุดคือ 3.60 ความก้าวหน้า 0.10 ร้อยละนักเรียนมีผลน่าพอใจ 25 ความก้าวหน้า 2 (สพช. 2532 : 12) ซึ่งจะเห็นว่าการสอนโจทย์ปัญหายังไม่สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโจทย์ปัญหาเป็นที่พึงพอใจตามเกณฑ์ของ สพช. หรือกล่าวได้ว่า การสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ยังไม่บรรลุเป้าหมายสูงสุดของการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

ช่วงเวลา 10 - 20 ปี มานี้ มีงานวิจัยหลายฉบับที่พยายามศึกษาถึงวิธีการที่จะพัฒนาคุณภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหาของนักเรียน ทั้งในแง่ของการจัดสถานการณ์หรือกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และในแง่ของการสำรวจตรวจสอบสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกตัวนักเรียน ที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน (จรรยา จัยโชค, 2532 : 29) ทั้งนี้เพราะปัจจุบันมีความเชื่อกันว่าการที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้นั้น จะต้องขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ และกระบวนการต่าง ๆ หลากหลายกระบวนการ (จรรยา จัยโชค, 2532 : 29) อ้างอิงมาจาก Howard and Dumas, 1963 : 340)

กรีโน (Anthony and Hudgins, 1978 : 63 Citing Greeno, 1973) แนะนำ
 ภาวะของผู้แก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับการถอดรหัสสารจากความจำ ซึ่งทำให้เขาสร้างแผนภาพการเปลี่ยน
 แปลง เพื่อที่จะเปลี่ยนสถานการณ์ขั้นต้น (ตัวแปรที่กำหนดมาให้) ไปสู่สถานการณ์ที่ต้องการ หรือ
 การแก้ปัญหา (ตัวแปรที่ยังไม่รู้) ระบบความจำ 2 ระบบที่เข้ามาเกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา
 คือ ระบบความจำปฏิบัติการ (Working memory) และระบบความจำ ความหมาย (Semantic
 memory) ระบบความจำปฏิบัติการบรรจุสาขาที่แตกออกไปของความรู้ ซึ่งถูกสร้างขึ้นในกระบวนการ
 ของการอ่าน และการทำความเข้าใจปัญหา (นักเรียนที่เข้าใจปัญหาจะสร้างโครงสร้างในแต่ละส่วน
 ของปัญหาเป็นกลุ่มเซตของตัวแปรที่กำหนดมาให้ และตัวแปรที่ยังไม่รู้) ในการสร้างเครือข่าย (Net
 work) ของการโยงสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่กำหนดมาให้ กับตัวแปรที่ยังไม่รู้ กรีโนเสนอว่า
 "นักเรียนจะถอดรหัสสารจากระบบความจำความหมายมาใช้ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ปฏิบัติ
 การอยู่ในระบบความจำปฏิบัติการ ดังนั้น ในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องมีเซตที่เหมาะสมของความ
 สัมพันธ์ที่จะนำมาเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเก็บอยู่ในระบบความจำความหมาย และนักเรียนสามารถที่
 จะถอดรหัสความสัมพันธ์นั้น"

บลูม และบรอดเตอร์ (Anthony and Hudgins 1978 : 63 Citing Bloom
 and Broder, 1950) เขียนถึงบทความที่เขาเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาของนักศึกษาปี 1
 ที่ประสบความสำเร็จ และไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เขาพบความแตกต่างโดยทั่วไป
 หลายอย่างระหว่างนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม นักศึกษาที่แก้ปัญหาไม่คอยได้ มีความสามารถในการทำ
 ความเข้าใจเรื่องราวของปัญหาน้อย หรือดำเนินการแก้ปัญหายากในขอบเขตหรือข้อจำกัดของปัญหา
 เขาจะพัฒนาและมุ่งต่อระบบของความมีเหตุผลได้น้อยกว่านักศึกษาที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา
 และเขามักจะสรุปว่าการพยายามที่จะแก้ปัญหาเป็นเรื่องที่เปล่าประโยชน์ บลูมและบรอดเตอร์ได้ยื่น
 ข้อเสนอที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุผลทางทฤษฎีว่า การสอนซ่อมเสริม (Remedial instruction)
 สามารถสร้างขึ้นเพื่อปิดช่องว่างระหว่างพฤติกรรมที่กระทำโดยนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม ข้อเสนอแนะ
 ของเขาคืออยู่บนสมมติฐานที่ว่า ถ้าครูสามารถสอนนักศึกษาที่แก้ปัญหาไม่คอยได้ให้มีเทคนิค และ
 เจตคติเหมือนกับนักศึกษาที่แก้ปัญหาได้ดีแล้ว ครูก็สามารถที่จะพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของ
 นักศึกษากลุ่มแรกให้ดีขึ้น

จากสมมติฐานนี้ ผู้วิจัยจึงนำตัวแปรความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาศึกษาเพื่อหาข้อเท็จจริงในการวิจัยครั้งนี้ด้วย

คำว่า "โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์" ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

แอนเดอร์สัน และพินกรี (Anderson and Pingry, 1973 : 228) ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาคงทำได้ดีเพียงไรนั้น จะต้องมีวิธีการที่เหมาะสมโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ และการตัดสินใจประกอบกัน

อดัมส์ (Adams, 1977 : 176) ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ และต้องมีการตัดสินใจลงมือกระทำเพื่อหาคำตอบ โดยปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่ใช้ภาษา เรื่องราว หรือคำพูดก็ได้

คราเมอร์ (Kramer, 1978 : 478) ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาเชิงปริมาณที่ใช้ภาษาอธิบายสถานการณ์ โดยในสถานการณ์นั้นประกอบด้วยคำถามที่บุคคลไม่สามารถตอบได้เลยในขณะนั้น

มณู อรุณไพโรจน์ (2517 : 17) ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สภาพปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยจำนวนและตัวเลข ตลอดจนคำห่อหุ้มที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดและตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการอะไรทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหานั้น

จากความหมายที่กล่าวมา พอจะสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาเกี่ยวกับตัวเลขที่อธิบายด้วยภาษา ซึ่งผู้แก้ปัญหาคงต้องทำความเข้าใจปัญหาแล้วเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมคิดคำนวณหาคำตอบ

การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถวิเคราะห์ออกมาเป็นกระบวนการที่สำคัญได้ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการทำความเข้าใจปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Lewis and Mayer, 1987 : 363 Citing Mayer, 1985, 1986 ; Mayer, Larkin and Kadane, 1984) กระบวนการทำความเข้าใจปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การแปลแต่ละประโยคของปัญหา เป็นสิ่งที่อยู่ภายในสมอง (internal representation) และการรวบรวมสารเป็นโครงสร้างหนึ่ง ๆ

ในขณะที่การแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับ การวางแผน การหาวิธีการ และการคิดคำนวณ (Lewis and Mayer, 1987 : 363)

ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะเห็นว่าผู้แก้ปัญหาก็ต้องมีความสามารถในการทำความเข้าใจภาษาที่เขาสามารถแปลแต่ละประโยคของปัญหา เป็นสารที่อยู่ภายในสมองได้ สามารถตีความหมายได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ และโจทย์ต้องการทราบอะไร และสามารถขยายความจากโจทย์ได้ว่าข้อมูลที่โจทย์ให้มานั้น จะทำให้ผู้แก้ปัญหารู้อะไรเพิ่มเติมขึ้นมาบ้าง ซึ่งเราจะเห็นว่า ถ้าผู้แก้ปัญหาลมเลวต่อการทำความเข้าใจปัญหาแล้ว เขาก็ไม่สามารถที่จะแก้ปัญหได้เลย

จากการรวบรวมงานวิจัยทางคณิตศาสตร์ของ ซายแดม และวีเวอร์ (Suydam and Weaver, 1977 : 42) พบว่า เด็ก ๆ ทำโจทย์ปัญหาผิดด้วยสาเหตุต่อไปนี้

1. มีเหตุผลที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง
2. ขาดความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ กฎ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ
3. ขาดทักษะในการคิดคำนวณ
4. มีความเข้าใจต่อความหมายของคำศัพท์ไม่ถูกต้อง
5. ลืมเลวต่อการอ่านเพื่อเก็บรายละเอียดต่าง ๆ

จากรายงานการวิจัยดังกล่าว เราจะเห็นว่า ข้อ 4 และ 5 เกี่ยวข้องกับภาษา ถ้าผู้แก้ปัญหามิสามารถทำความเข้าใจภาษาในโจทย์ปัญหาแล้ว ก็เชื่อแน่ว่า เขาก็ไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาก็ได้ ผู้วิจัยจึงเอาตัวแปรภาษาพามาศึกษาวิจัยในครั้งนี้ด้วย

ปัตตานีเป็นจังหวัดที่ประชากรร้อยละ 76.21 พูดภาษามลายูถิ่นในชีวิตประจำวัน เป็นเหตุให้มีเยาวชนในวัยศึกษาที่อยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปัตตานีถึงร้อยละ 85.38 พูดภาษามลายูถิ่นเป็นภาษาแม่ (สพจ. ปัตตานี 2528 : 3) และเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่พูดภาษาไทยเป็นภาษาแม่ กับนักเรียนที่พูดภาษามลายูถิ่นเป็นภาษาแม่ในระดับชั้นต่าง ๆ ปรากฏว่านักเรียนที่พูดภาษามลายูถิ่นเป็นภาษาแม่ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่า (สพจ. ปัตตานี 2528 : 10 - 11)

จากรายงานผลการประเมินคุณภาพนักเรียน ป.6 ระดับจังหวัด ปีการศึกษา 2532 ของ จังหวัดปัตตานี ปรากฏผลของคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ร้อยละ 53.38 ความก้าวหน้า 8.63 ร้อยละ นักเรียนมีผลนาพอใจ 55.94 ความก้าวหน้า 21.13 (สพจ. ปัตตานี, 2533 : 14) และเมื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นรายสมรรถภาพ พบว่า การแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์คะแนนเฉลี่ยเทียบ 10 ค่าที่สุด คือ 3.91 ความก้าวหน้า 0.70 ร้อยละนักเรียนมีผล นาพอใจ 26.68 ความก้าวหน้า 12.15 (สพจ. ปัตตานี, 2533 : 17) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ภาษา น่าจะมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย

จากสภาพที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละระดับของตัวแปรทั้งสาม คือ วิธีสอน ไคแก่ วิธีสอนของ เสนฮาร์ทและกรีโน กับวิธีสอนของ สสวท. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไคแก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ และภาษาพูดของนักเรียน ไคแก่ นักเรียนที่พูดสองภาษา และภาษาเดียว หรือศึกษาปฏิสัมพันธ์ (Interactions) ระหว่าง ตัวแปรทั้งสาม

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหาเป็นความสามารถทางเชาวน์ปัญญาของมนุษย์ ซึ่งเพียงแต่เชื่อว่า โครงสร้างทางเชาวน์ปัญญาไม่สามารถที่จะฝึกได้ แต่ความสามารถในการแก้ปัญหานี้สามารถที่จะ ฝึกกันได้ (เพ็ญศิริ ชูติกุล, 2522 : 3) ดังนั้น นักการศึกษาหลายท่านจึงได้อธิบายขั้นตอนและ วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหามาหลาย และในส่วนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้มีผู้อธิบายขั้นตอนไว้ดังนี้

โพลยา (Polya, 1957 : 5 - 40) ได้จัดลำดับขั้นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ 4 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหา สิ่งแรกที่จะต้องทำความเข้าใจคือ สัญลักษณ์ ต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องสามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้

สามารถบอกได้ว่า ประเด็นใหญ่ของปัญหาอยู่ตรงไหน โจทย์ถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่ให้มา อะไรคือเงื่อนไข และถ้าจำเป็นจะต้องให้ชื่อกับข้อมูลต่าง ๆ เขาควรจะเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้ นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ ช้าแล้วช้าอีกและหลาย ๆ แง่มุม จนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ในปัญหาชัดเจนเสียก่อน สิ่งที่ต้องการหาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ได้มาอย่างไร สิ่งสำคัญที่นักเรียนจะต้องทำในขั้นนี้คือ การนึกทบทวนความรู้ที่มีมาว่า มีความรู้อะไรบ้างที่เขามี ซึ่งสัมพันธ์กับปัญหานั้นบ้าง เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการวางแผนแก้ปัญหา ได้แก่ การพยายามนึกถึงปัญหาที่เคยแก้มาก่อน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาปัจจุบัน เพราะจะช่วยให้สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ใกล้เคียงกัน ในการวางแผนนั้นควรจะมีขั้น ๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ และในขั้นใหญ่แต่ละขั้นก็จะแบ่งออกเป็นขั้นเล็ก ๆ อีกมากมาย นอกจากนั้นในขั้นนี้นักเรียนต้องมองเห็นว่าถ้าเขาต้องการสิ่งหนึ่งเขาจะต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไร เพื่อที่จะให้ใครสิ่งนั้นมาตามต้องการ

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นลงมือทำตามแผน ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งนี้นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้คือ ทักษะการคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นตรวจวิธีการและหาคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจเหตุผล ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ของเขาและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

โคลด์ (Clyde, 1967 : 109 - 112) ได้แบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา เขากล่าวว่า สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเข้าใจปัญหาของนักเรียนคือ ความรู้เกี่ยวกับคำ หรือศัพท์ต่าง ๆ ที่ใช้ในปัญหานั้น ถ้านักเรียนไม่เข้าใจในคำหรือศัพท์ต่าง ๆ นั้น เขาก็ไม่อาจจะเข้าใจความหมายของปัญหาได้

ขั้นที่ 2 การหาสิ่งที่ต้องการใช้หาคำตอบของปัญหา นักเรียนต้องสามารถแยกแยะได้ว่า ข้อมูลที่ให้อาจเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ หรือบางอย่างจำเป็นต้องใช้แต่ก็ขาดไป จึงจำเป็นต้องหามาเพิ่มเติมเอง

ขั้นที่ 3 ดูความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่จะให้หาคำตอบ และความสัมพันธ์กับคำตอบ มองเห็นว่าต้องใช้การดำเนินการใดจึงจะได้คำตอบ ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นให้เหตุผลที่แท้จริง นักเรียนที่จะประสบผลสำเร็จในขั้นนี้จะต้องมีความสามารถ 3 ประการต่อไปนี้

3.1 มองเห็นเงื่อนไขอย่างชัดเจน เขาได้อธิบายโดยการยกตัวอย่างดังนี้ เช่น จากโจทย์ "จงหาระยะทางที่เด็กผู้ชายวิ่งได้ใน 10 วินาที เมื่อเขาวิ่งด้วยอัตราเร็ว 25 ฟุต/วินาที" เมื่อนักเรียนจะต้องผ่านกระบวนการให้เหตุผล เพื่อที่จะหาว่าจะแก้ไขปัญหายังไง นักเรียนจะต้องเข้าใจความหมายของโจทย์ที่ว่า "วิ่งด้วยอัตราเร็ว 25 ฟุต/วินาที" คือเสียก่อน จึงจะเห็นว่า ใน 10 วินาทีจะวิ่งได้เป็น 10 เท่าของ 25 ฟุต ถ้านักเรียนมองไม่เห็นเงื่อนไข วิธีหนึ่งที่จะช่วยได้คือ การวาดภาพประกอบ

3.2 การวางแผนแก้ปัญหาและให้เหตุผล เขาอธิบายโดยยกตัวอย่างดังนี้ สมมุติว่านักเรียนมีปัญหาว่า "ชายคนหนึ่งซื้อมันฝรั่งมา 20 หัว ในราคาหัวละ 1.50 บาท แล้วเน่าเสีย 4 หัว ที่เหลือขายไปหัวละ 2 บาท ชายคนนี้ได้กำไรเท่าไร" วิธีการในการแก้ปัญหามีดังนี้ สิ่งแรกที่นักเรียนควรจะทำตามตัวเองคือ "ฉันกำลังต้องการหาอะไร (กำไร)" ต่อไปควรจะคิดว่า "ฉันจะหากำไรได้อย่างไร (เอาราคาขายลบด้วยราคาทุน)" แต่ราคาขายและราคาทุนไม่ได้เขียนออกมา ดังนั้นเขาจะต้องคิดต่อไปว่า "ฉันจะหาราคาทุนและราคาขายได้อย่างไร (โดยคูณจำนวนของควยราคาของแต่ละหัว)" ซึ่งข้อมูลที่มีอยู่แล้วในปัญหา เขาก็จะได้คำตอบตามกระบวนการที่ตามมา

3.3 ตัดสินว่าคำตอบเป็นคำตอบที่มีเหตุผล หรือสมเหตุสมผลเพียงใด เพราะบางครั้งอาจจะตอบผิดได้ ถ้าคำนวณผิดแล้วไม่ได้ตรวจสอบดูอีกที หรือไม่ได้ดูว่าคำตอบนั้นน่าจะเป็นไปได้หรือไม่

ขั้นที่ 4 การคำนวณ ขั้นนี้ไม่เพียงแต่นักเรียนจะ บวก ลบ คูณ และหารเป็นเท่านั้น แต่จะต้องมีทักษะเป็นอย่างดี

เลอ บลองค์ (Le Blanc, 1977 : 17 - 25) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า จะต้องประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 การเข้าใจปัญหา ในการที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหา ครูควรจะถามให้นักเรียนหว่า อะไรคือข้อมูลหรือเงื่อนไขที่ใหม่ และในที่สุดนักเรียนจะต้องทราบได้ว่าปัญหานั้นถามอะไร

ขั้นที่ 2 เลือกวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ครูควรจะนำอภิปรายกลวิธี ซึ่งจะใช้ในการแก้ปัญหา และครูควรจะเสนอแนะกลวิธีที่เป็นไปได้ให้นักเรียนดู จากนั้นให้นักเรียนตัดสินใจเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่งเอง

ขั้นที่ 3 ลงมือแก้ปัญหา ขั้นนี้กลวิธีที่คิดเอาไว้ในขั้นที่ 2 ถูกนำออกมาใช้ ในบางครั้งแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 อาจจะไม่นำไปสู่คำตอบเลย ถ้าเป็นเช่นนั้นนักเรียนจะต้องย้อนกลับไปสู่ขั้นที่ 2 อีกครั้งหนึ่ง

ขั้นที่ 4 ทบทวนปัญหาและคำตอบ กล่าวได้ว่าในการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความสำคัญมากที่สุด ขั้นนี้แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกเป็นการมองขั้นตอนต่าง ๆ ย้อนกลับ และลักษณะที่สองเป็นการขยายสถานการณ์ของปัญหา เพื่อจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป

แอนโทนี และฮัดกินส์ (Anthony and Hudgins, 1978 : 66) เสนอขั้นตอนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อจะช่วยเหลือผู้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ค่อยจะได้ ควรจะพัฒนาโปรแกรมการสอน ซึ่งมีขั้นตอนเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ให้แยกประเภทตัวแปรที่กำหนดมาให้และตัวแปรที่ยังไม่รู้ ในการพยายามที่จะพัฒนาความเข้าใจปัญหาของผู้แก้ปัญหา เขาจะต้องถูกถามเพื่อที่จะให้ตอบว่า "เธอต้องการที่จะหาอะไร" และ "อะไรเป็นข้อมูลที่สำคัญ ข้อมูลไหนสำคัญและข้อมูลไหนไม่สำคัญในแต่ละประโยคของปัญหา" วิธีนี้นักเรียนจะได้รับการฝึกให้ทำความเข้าใจในตัวคำถาม และจำแนกหาข้อมูลใดที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลใดไม่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบจากปัญหา

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจวิธีการปฏิบัติทางคณิตศาสตร์ การรู้จักความจริงที่ว่าผู้แก้ปัญหาจะต้องถอดรหัสสารที่จำเป็นจากระบบความจำความหมาย เพื่อที่จะเปลี่ยนแปลงสถานการณ์

ขั้นต้นไปสู่การแก้ปัญหา โปรแกรมทั้งหมดถูกกระทำขึ้น เพื่อที่จะค้นหาวิธีปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ที่แน่นอนและเหมาะสม นักเรียนจะถูกเราให้รู้จักคำแนะนำที่แท้จริงในปัญหาที่ใหม่ ซึ่งจะต้องใช้วิธีปฏิบัติทางคณิตศาสตร์ (เช่น มีสิ่งของทั้งหมดอยู่เท่าไร เป็นการแนะนำให้ใช้วิธีบวก มีสิ่งของเท่าไรที่เอาออกไป เป็นการแนะนำให้ใช้วิธีลบ) อย่างไรก็ตาม คำแนะนำไม่ได้เป็นกฎตายตัว และนักเรียนยังคงถูกถามให้พิจารณาประโยคแต่ละประโยค เพื่อที่จะให้ตอบว่า เธอต้องการหาอะไร อะไรเป็นข้อมูลที่สำคัญและ เธอจะค้นหาคำตอบได้อย่างไร

ขั้นที่ 3 การกระทำกับปัญหาที่ต้องคำนวณ 2 ขั้นตอน ในส่วนสุดท้ายของโปรแกรมเกี่ยวกับข้อกัปัญหาที่ต้องคำนวณ 2 ขั้นตอน ไม่เพียงแต่เป็นการกำหนดให้นักเรียนได้พบทบทวนปัญหาเท่านั้น แต่ทำให้นักเรียนมองเห็นว่า มีวิธีการที่ถูกต้องมากกว่า 1 วิธี ในการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ

จากขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถสรุปได้ดังนี้

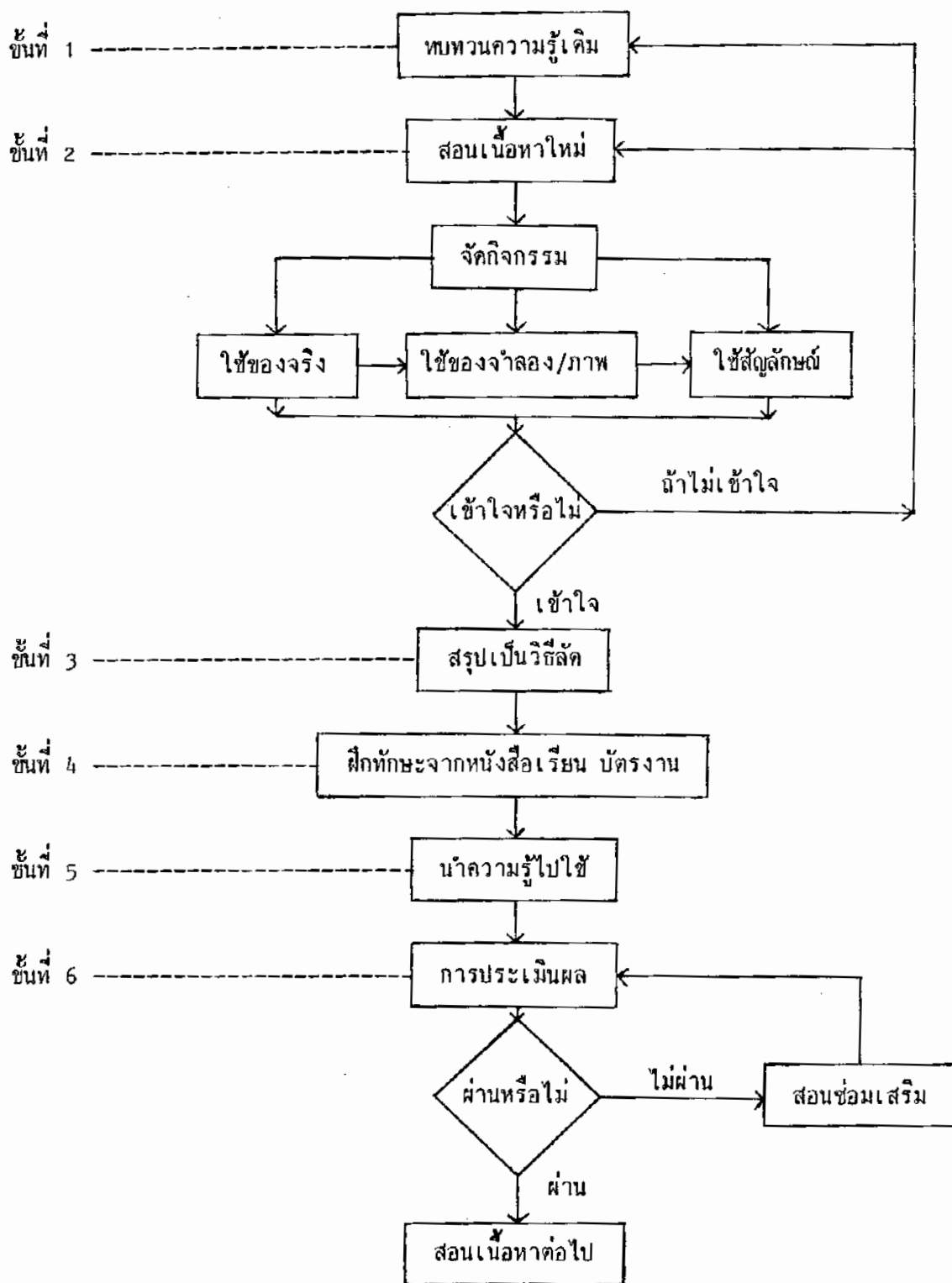
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องสามารถที่จะจัดเซตของตัวแปรเป็น 2 ประเภทได้ คือ ตัวแปรที่กำหนดมาให้และตัวแปรที่ยังไม่รู้ นอกจากนั้นผู้แก้ปัญหาก็จะต้องบอกได้ว่าข้อมูลใดที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม นักเรียนสามารถที่จะเลือกตัวแนะนำจากปัญหาที่ถูกต้อง กล่าวคือ เป็นคำแนะนำที่เป็นข้อมูลสำคัญและตรงกับโจทย์ต้องการหาคำตอบ และรู้ว่าตัวแนะนำเหล่านั้นจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์วิธีใด

ขั้นที่ 3 คำนวณหาคำตอบ ขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องเข้าใจว่าปัญหานั้นมีวิธีคิดกี่ขั้นตอน จะต้องหาอะไรก่อน และนักเรียนจะต้องรู้หรือเข้าใจว่า วิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นมีวิธีการมากกว่า 1 วิธี สุกแต่คำว่าวิธีใดจะง่ายและสั้นกว่า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของ สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (บุญทัน อยู่ชมบุญ, 2529 : 67 - 69) ได้เสนอแนะการจัดกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ใหม่ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเน้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน ดังแผนภูมิการสอนต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิการสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของ สสวท.

จากแผนภูมิจะเห็นว่า การสอนตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของ สสวท. ได้จัดลำดับชั้นไว้ ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นเตรียมความพร้อมของนักเรียน เพื่อเชื่อมความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อนแล้ว กับความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกัน อันจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและมีความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ อย่างแจ่มแจ้ง

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ ชั้นนี้จะต้องเลือกใช้วิธีสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาแต่ละบทวิธีใดวิธีหนึ่ง โดยมีการจัดลำดับชั้นการเรียนรู้ดังนี้

ก. ขั้นใช้ของจริง เป็นขั้นที่ไท้ประสบการณ์ที่ใช่ของจริง เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น ถ้าสอนจำนวน 5 ก็ใช้ ก้อนหิน 5 ก้อน หรือมะม่วง 5 ผล

ข. ขั้นใช้ของจำลอง หรือรูปภาพแทนของจริงที่ใช่สอนไปแล้ว เช่น แทนที่จะใช้ส้ม 5 ผล ก็วาดส้ม 5 ภาพ เป็นต้น

ค. ขั้นใช้สัญลักษณ์ ถึงขั้นนี้แล้ว นักเรียนจะนำประสบการณ์เดิมที่ครูเคยให้นักเรียนเห็น/ทำ คือ ก้อนหิน 5 ก้อน และให้เห็นภาพส้ม 5 ผล มาใช้เมื่อครูเขียนเลข 5 แทน

3. ขั้นสรุปนำไปสู่วิธีลัด ก่อนจะถึงการสรุป ครูจะต้องตรวจสอบดูว่า นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาใหม่ที่สอนไปหรือไม่ ถ้ายังไม่เข้าใจก็อาจต้องเริ่มตั้งแต่ทบทวนความรู้เดิมเป็นต้นมา หรือจะเริ่มที่เนื้อหาใหม่ ก็แล้วแต่ความจำเป็นของแต่ละเรื่อง

ถ้านักเรียนเข้าใจแล้ว ในกรณีที่เนื้อหาใหม่ยังมีวิธีคิดหลายวิธี และมีวิธีลัดในการคิดอยู่ด้วย ก็ช่วยกันสรุปหลักเกณฑ์ในการคิด นำเข้าสู่วิธีลัด เพื่อนำไปใช้ต่อไป

ในการสรุปควรให้นักเรียนเป็นผู้สรุปเอง โดยครูเป็นผู้ซักถามนำเพื่อชี้แนะ

4. ขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีคิดคำนวณแล้ว จึงให้นักเรียนฝึกทักษะจากแบบเรียน และบัตรงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น หรือใช้เกมคณิตศาสตร์เข้ามาให้นักเรียนเล่น ซึ่งก็เป็นการทำแบบฝึกหัดชนิดหนึ่ง และได้ผลดีกว่า เพราะสนุกสนานกว่า

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และใช้ในวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือคิดโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของเด็กมาทำเป็นโจทย์แบบฝึกหัดในเรื่องนั้น ๆ หรือให้ทำกิจกรรมที่มีประสบการณ์อยู่ในชีวิตจริง

6. ชั้นการประเมินผล นำโจทย์เรื่องที่สอนมาทดสอบให้นักเรียนทำ ถ้าทำไม่ได้ ต้องสอนซ่อมเสริมให้ ถ้าทำได้ก็ขึ้นเนื้อหาใหม่ต่อไป

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามลำดับชั้นการแก้ปัญหของเลนฮาร์ท และกรีน

เลนฮาร์ท และกรีน (Leinhardt and Greeno, 1986 : 75 - 95) เสนอบทความบรรยายลักษณะการสอนเหมือนกับทักษะความรู้เข้าใจเชิงซ้อน สามารถที่จะทดสอบได้โดยการวิเคราะห์ในลักษณะของการกระทำที่คล้ายคลึงกันกับทักษะอื่น ๆ ที่บรรยายโดยจิตวิทยาพุทธินิยม (Cognitive psychology) โครงแบบของกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ ในระดับประถมศึกษา ได้รับการเสนอและตรวจสอบด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์จากครูผู้เชี่ยวชาญ และครูผู้อบรมประสบการณ์ ความสัมพันธ์ที่เห็นชัดระหว่างส่วนที่แตกต่างกันของโครงแบบนี้คือ ทักษะการสอนเน้นตั้งอยู่บนระบบความรู้พื้นฐาน 2 ระบบ คือ ความรู้การสร้างบทเรียน และความรู้เนื้อหาวิชา ส่วนต่าง ๆ ของการสอนได้รับการวิเคราะห์โดยรอบคอบ เพื่อที่จะทำให้เข้าใจลักษณะของการกระทำการสอน และระบบของเป้าหมายต่าง ๆ ที่สนับสนุนความสามารถในการสอน เขาได้พยายามสนับสนุนจิตวิทยากลุ่มพุทธินิยมด้วย โดยการเริ่มต้นวิเคราะห์การเคลื่อนไหว หรือการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอของผู้เรียน (socially dynamic) และการกระทำงานเชิงซ้อน

เลนฮาร์ท และกรีน (Leinhardt and Greeno, 1986 : 75) ต้องการที่จะทำความเข้าใจวิธีการของครูที่ประสบความสำเร็จในการสอนว่า เขาทำอะไรบ้าง เขาได้สังเกตครูที่นักเรียนของเขา เรียนรู้ได้ไม่ดีเท่าที่ควร และเขาเปรียบเทียบการกระทำของครูเหล่านั้นว่าเป็นการกระทำของครูผู้อบรมประสบการณ์ บนพื้นฐานของการสังเกตนี้ เขาได้เสนอสมมติฐานเกี่ยวกับกระบวนการทางความรู้เข้าใจ และความรู้ที่เป็นตัวกำหนดพื้นฐานสำหรับการสอนที่มีประสิทธิภาพ

สมมติฐานของเขาตั้งอยู่บนพื้นฐานของการบรรยายลักษณะการสอนเหมือนกับทักษะความรู้เข้าใจเชิงซ้อน ทักษะนี้ต้องการการสร้างแผนการสอน และทำความเข้าใจในการตัดสินใจ การระของการสอนเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์เกี่ยวกับโครงสร้างที่ไม่ดีของปัญหา (Ill structured) และลักษณะของผู้เรียนที่จะต้องมีการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (dynamic environment) เป้าหมายและผู้แก้ปัญหจะไม่ได้รับการระบุไว้อย่างชัดเจน การเปลี่ยนแปลงผู้เรียน

ไปในทางหนึ่งทางใดนั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้ที่ควบคุมจากการกระทำของครูอยู่เสมอ และสารจะปรากฏขึ้นในระหว่างการทำนั้น โดยที่สารนั้นมีความจำเป็นสำหรับทำให้การกระทำนั้นสำเร็จ โดยสมบูรณ์ โดยความสัมพันธ์เหล่านี้ การสอนจึงคล้ายคลึงกับงานอื่น ๆ ที่ได้ศึกษากันมาเมื่อเร็ว ๆ นี้ คือ การวินิจฉัยทางอายุรเวท (medical diagnosis) (Leinhardt and Greeno, 1986 : 75 Citing Johnson et al., 1981 ; Lesgold, Glaser, Feltovich and Wang, 1981 ; Pople, 1982)

เลนฮาร์ดท์ และกรีนโน (Leinhardt and Greeno, 1986 : 75) เห็นว่า ทักษะในการสอนตั้งอยู่บนระบบพื้นฐานของความรู้ 2 ระบบ คือ ความรู้การสร้างบทเรียน และความรู้เนื้อหาวิชา ความรู้แรกเป็นความรู้ที่ต้องการการสร้างขึ้นมา และเป็นคว้านำบทเรียน ความรู้ถูกสนับสนุนและถูกควบคุมโดยความรู้เนื้อหาวิชา (ความรู้ในส่วนที่สอง) และถูกบังคับให้สร้างโดยสภาพหรือเขตของนักเรียนที่แตกต่างกัน (Leinhardt and Greeno, 1986 : 75 Citing Leinhardt and Smith, 1985) ความรู้ที่สองเป็นความรู้เนื้อหาวิชาที่ใช้สอน ความรู้เนื้อหาวิชาสนับสนุนความรู้การสร้างบทเรียน โดยที่ความรู้เนื้อหาวิชาถูกกล่าวถึง และใช้ในระหว่างหลักสูตรของบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความรู้เนื้อหาวิชาบังคับการสร้างบทเรียนให้มีรูปแบบของเนื้อหาแตกต่างกัน ซึ่งจำเป็นจะต้องได้รับการสอนแตกต่างกันด้วย ในระดับเดียวกัน การสอนจะแตกต่างกันระหว่างการสอนคณิตศาสตร์หรือวิชาอื่น ๆ ในระดับอื่น ๆ การสอนจะแตกต่างกันในระหว่างการสอนบทเรียนมโนทัศน์ ซึ่งเป็นขั้นนำสำหรับการหอนเคชัน และบทเรียนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับการหอนเคชัน แม้ว่าเขาตระหนักและกำลังสืบสวนถึงความแตกต่างของพื้นฐานความรู้เหล่านี้ บทความในปัจจุบันมุ่งสนใจศึกษาส่วนของทักษะการสอนในด้าน การสร้างบทเรียน ก่อทั้งหมด

ความรู้ของครูสำหรับการสอนที่มีทักษะ

เลนฮาร์ดท์ และกรีนโน (Leinhardt and Greeno, 1986 : 75) เสนอว่า ครูที่มีทักษะ มีโครงสร้างความรู้เชิงซ้อนประกอบขึ้นด้วยเขตของการกระทำ ที่มีการจัดระบบอย่างสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เขากล่าวถึงการกระทำที่มีการจัดระบบเหล่านี้ว่าเหมือนกับ กลุ่มความรู้ (schemata) กลุ่มความรู้เหล่านี้ ถูกประยุกต์ใช้ได้อย่างยืดหยุ่น และใช้ความสามารถทางความรู้เข้าใจเพียงเล็กน้อย

ACC. No. 076989
DATE RECEIVED 23 ส.ค. 2534
CALL No.

น้อยในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ลักษณะหลักของโครงสร้างความรู้ของครูที่มีทักษะคือ เซตของกลุ่มความรู้สำหรับกิจกรรมการสอน กลุ่มความรู้เหล่านี้ประกอบด้วยโครงสร้างที่มีระดับโดยทั่วไปแตกต่างกัน โดยในบางกลุ่มความรู้จัดขึ้นสำหรับกิจกรรมโดยทั่วไป ดังเช่น การตรวจการบ้าน และบางกลุ่มความรู้จัดขึ้นสำหรับหน่วยของกิจกรรมย่อย ๆ ดังเช่น การแจกกระดาษให้กับนักเรียน ความคิดที่ว่า ความรู้สำหรับการกระทำที่มีทักษะประกอบด้วยกลุ่มความรู้ที่มีระดับโดยทั่วไปแตกต่างกันถูกพัฒนาขึ้นโดย ซาเชอร์โดตี (Leinhardt and Greeno, 1986 : 75 Citing Sacerdoti, 1977) ระบบของซาเชอร์โดตี เป็นการสร้างแผนสำหรับการทำงาน โดยการเลือกกลุ่มความรู้โดยทั่วไปที่ทำให้เป้าหมายทั่วไปได้รับความพอใจ แล้วจึงเลือกกลุ่มความรู้โดยทั่วไปย่อยๆ ที่ทำให้เป้าหมายเฉพาะได้รับความพอใจ และต้องการกลุ่มความรู้ในระดับที่สูงกว่า ดังนั้น การวิเคราะห์ของซาเชอร์โดตี จึงแสดงให้เห็นว่า โครงสร้างของกลุ่มความรู้ที่มีระดับโดยทั่วไปแตกต่างกัน กำหนดพื้นฐานสำหรับการกระทำในงานที่ใช้ความรู้เข้าใจ ซึ่งซ่อน โดยเกี่ยวข้องกับมารวมเอาเป้าหมาย และการกระทำในระดับสูง กับส่วนประกอบของเป้าหมายและการกระทำในระดับที่ต่ำกว่าทั้งหลาย ความคิดนี้สามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ทักษะความรู้เข้าใจ ซ้ำซ่อนของการสอนได้ด้วย

ลักษณะของการกระทำที่มีทักษะที่ว่า การกระทำที่เป็นส่วนประกอบทั้งหลายถูกกระทำโดยใช้ความสามารถเพียงเล็กน้อย เพราะว่าการกระทำทั้งหลายได้กลายมาเป็นอัตโนมัติทั้งหมด เขาสรุปว่าครูที่มีทักษะมีเรื่องราวในการแสดงกิจกรรมมากมาย ซึ่งเขาสามารถกระทำได้อย่างคล่องแคล่วคววย เขากล่าวถึงกิจกรรมเหล่านี้ว่าเหมือนงานประจำ (Leinhardt and Greeno, 1986 : 76 Citing Leinhardt, Weidman and Hammoned, in press) สำหรับงานประจำที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนักเรียนและครูจะต้องมีการพัฒนาการจัดระบบการกระทำต่าง ๆ หรือกลุ่มความรู้การกระทำที่ได้กระทำขึ้น งานประจำแสดงบทบาทอันสำคัญในการกระทำที่มีทักษะเพราะว่า งานประจำมีความสัมพันธ์กับการกระทำกิจกรรมในระดับต่ำ ให้เกิดผลสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปราศจากการทำให้จิตใจหันเหไปเกินกว่าปกติ และนำกลับมาสู่กิจกรรมและเป้าหมายของการสอนแทน ดังนั้นงานประจำจึงนำกลับมาสู่ความรู้เข้าใจ และเพิ่มความสะดวกให้กับครูที่จะเกี่ยวข้องกับส่วนต่าง ๆ ของงานที่ไม่อาจจะทำนายได้

เลนฮาร์ท และกรีน (Leinhardt and Greeno, 1986 : 76) ตั้งสมมติฐานด้วยว่า กลุ่มความรู้สำหรับกิจกรรมการสอน ยังประกอบด้วยโครงสร้างที่ เขา เรียกว่า กลุ่มความรู้เกี่ยวกับสารเพิ่มเติมเข้ามา เพื่อเป็นตัวนำกิจกรรมที่กำลังกระทำอยู่ไปสู่กิจกรรมลำดับต่อไป ครูที่มีทักษะจะไตร่ตรองและบันทึกสารที่จะต้องใช้ในการกิจกรรมลำดับต่อไป พื้นฐานความรู้สำหรับการสอนที่มีทักษะประกอบด้วยความรู้ชนิดของสารที่จำเป็นสำหรับกิจกรรมการสอนต่าง ๆ และการจัดหาหรือจัดเตรียม เพื่อให้ได้รับสารนั้นมารวมอยู่ในกลุ่มความรู้ สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ในกรณีที่สารนั้นพอที่จะหามาได้โดยสะดวก ความรู้เกี่ยวกับสารทำให้ครูที่มีทักษะสามารถที่จะยุ่งเกี่ยวกับปฏิกริยารวมระหว่างเป้าหมายและกิจกรรมที่ไม่สอดคล้องกัน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของความยุ่งยากที่สำคัญในการทำงานเชิงซ้อน

การกระทำการสอน

เลนฮาร์ท และกรีน (Leinhardt and Greeno, 1986 : 76) ตั้งสมมติฐานว่าการนำบทเรียนตั้งอยู่บนพื้นฐานของแผนปฏิบัติการที่เขาเรียกว่า แผนการสอน (agenda) แผนการสอนประกอบด้วยแผนของบทเรียนเดิม อีกทั้งยังประกอบด้วยโครงสร้างกิจกรรมและงานประจำเชิงปฏิบัติการที่ระบุทิศทางของความรู้ในพื้นฐานความรู้ทั่วไปของครู แผนการสอนยังประกอบด้วยส่วนของการตัดสินใจที่จะให้มีการปรับปรุง และบทวนแก้ไข แผนการสอนนั้นใหม่ไปในตัวอยู่เสมอ

ระยะเวลาของบทเรียนหนึ่ง ๆ จะสอดคล้องกับคาบเวลาของชั้นเรียน 50 นาทีอยู่เสมอ แต่ในการบรรจุบทเรียนเข้ากับคาบเวลาของชั้นเรียน มีบทเรียนหลายบทสั้นกว่าหรือยาวกว่าคาบเวลาของชั้นเรียน ในระหว่างบทเรียนหนึ่ง ๆ จะมีหน่วยย่อยต่าง ๆ เช่น การนำเสนอเนื้อหาวิชา และส่วนของกิจกรรมต่าง ๆ เขากล่าวถึงส่วนสำคัญของบทเรียนนี้ว่าเหมือนโครงสร้างกิจกรรม

แผนการสอน สำหรับบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประกอบด้วยโครงสร้างกิจกรรมโดยทั่วไปหลายโครงสร้าง ดังเช่น การตรวจการบ้าน การนำเสนอสิ่งใหม่ ๆ การให้ทำงานบนกระดาน การให้ทำงานโดยอิสระ และอื่น ๆ พร้อมด้วยลักษณะโดยทั่วไปเหล่านี้ยังประกอบด้วยเป้าหมายและเงื่อนไขปลายทาง ที่ได้รับในกลุ่มความรู้นั้น ๆ โครงสร้างกิจกรรมยังประกอบด้วยส่วนประกอบที่ครูคัดเลือก สำหรับระบุวัสดุอุปกรณ์ในบทเรียน ดังเช่น ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ในการอธิบายโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และให้นักเรียนได้ฝึกกระทำเพื่อให้เกิดความ

ชำนาญ

สำหรับโครงสร้างส่วนที่ทำหน้าที่สนับสนุนงานประจำจำเป็นจะต้องกระทำได้ งานประจำเป็นงานเฉพาะเป็นพฤติกรรมปฏิกิริยาที่เป็นแบบฉบับทางสังคม ซึ่งครูและเข้าใจกันดีในระหว่างครูและนักเรียน ยกตัวอย่างเช่น งานประจำสำหรับการแจกกระดาษมักจะเริ่มจากครูเดินมาหน้าชั้นเรียนพร้อมด้วยห่อกระดาษ และส่งแผนกระดาษจำนวนหนึ่งให้กับนักเรียนแต่ละคนในแถวหน้า นักเรียนคนแรกของแต่ละแถวจะรับกระดาษไว้ 1 แผน แล้วส่งกระดาษที่เหลือไปข้างหลัง นักเรียนคนต่อไปก็กระทำเช่นเดียวกับคนแรกจนถึงคนสุดท้าย งานประจำนี้ทำให้เกิดความรวดเร็วและเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแจกกระดาษ เพื่อที่จะต้องการให้เกิดโครงสร้างกิจกรรมเป็นจำนวนมาก งานประจำด้านวาทะจะอยู่ในรูปของการตอบสนองพร้อมกันทางวาจา หรือให้บทวนด้วยวาจา โดยปราศจากการอธิบายซ้ำ งานประจำทางสติปัญญาจะอยู่ในรูปของการให้แก้ปัญหาในรูปแบบใหม่ๆ อยู่เสมอ ครูจะพูดว่า "คู และ พัง" และ "คราวนี้เธอลองพยายามแก้ปัญหา" โดยครูไม่พูดแนะนำการกระทำเช่นนั้น (Leinhardt and Greeno, 1986 : 76 Citing Leinhardt, 1983 ; Leinhardt et al., in press)

สารมีความสำคัญสำหรับการตัดสินใจในบางโครงสร้างกิจกรรมที่สามารถที่จะได้รับมาโดยง่าย ในระหว่างการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ครูที่มีทักษะจะบันทึกสารนั้น ๆ เหมือนกับส่วนของการกระทำการสอนของเขา กิจกรรมการตรวจการบ้านสามารถกระทำโดยวิธีหนึ่งวิธีใดที่จะทำให้ครูรู้ว่า ใครมีความลำบาก และอาจจะเป็นไปได้ที่เขาจะไม่คอยเข้าใจมันโดยอัตโนมัติที่เป็นสิ่งจำเป็นเบื้องต้นสำหรับการเรียนรู้สิ่งต่อมา ครูที่มีทักษะยังใช้การกระทำที่บันทึกว่านักเรียนคนไหนมีความลำบาก เพื่อว่าสารเช่นนั้นสามารถที่จะใช้ให้เป็นประโยชน์ในครั้งต่อมา

ตามที่ได้วิเคราะห์มานี้ หน้าที่สำคัญอย่างของการวางแผนและการตัดสินใจจะขึ้นอยู่กับการกระทำการสอนในบทเรียนหนึ่ง ๆ ดังนั้น แผนการสอนทำหน้าที่เหมือนกับแผน รายการทั้งหลายในแผนการสอน ถูกระบุไว้อย่างกว้าง ๆ โดยอาศัยจิตสำนึกของครูมากกว่าที่จะเป็นการกระทำการสอนโดยชัดเจน ดังนั้น กิจกรรมที่วางแผนไว้จึงสะท้อนออกมาเพียงส่วนย่อยของแผนเต็มรูปที่บรรยายการสอนที่มีทักษะอย่างแท้จริง

การสอนที่มีทักษะต้องการการตัดสินใจว่า จะดำเนินการสอนส่วนประกอบของบทเรียน ส่วนต่อไปหรือไม่นั้น ตั้งอยู่บนความพร้อมของนักเรียนสำหรับที่จะเรียนสิ่งใหม่ ๆ และความอาจจะ เป็นไปได้ที่นักเรียนจะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาการสอน หรือการเกี่ยวข้องกับการเลือก นักเรียนเพื่อที่จะถามคำถามหรือให้การช่วยเหลือเป็นพิเศษ ยกตัวอย่างเช่น ขณะที่ตรวจสอบว่า นักเรียนเข้าใจและระลึกคำศัพท์ที่เป็นสิ่งจำเป็นเบื้องต้นของบทเรียนหรือไม่ ครู อาจจะเรียกนักเรียนที่เรียนอ่อนกว่าคนอื่น ๆ เพราะว่ามันนักเรียนดังกล่าวอาจจะมีความเป็นไปได้ มากกว่าคนอื่น ๆ ที่เขาจะเข้าใจผิดหรือล้มเหลวต่อการเรียนเนื้อหาในสมมติฐานของเขาได้ ตั้งไว้ว่า สารมีความจำเป็นสำหรับการตัดสินใจเหล่านี้ ซึ่งจะได้รับมาจากครูที่มีทักษะเพื่อใช้ใน กระบวนการของการนำไปสู่กิจกรรมอื่น ๆ ดังนั้น สารที่ได้รับจึงเป็นเสมือนกับผลที่จะทำให้เป้าหมายอื่น ๆ ได้รับความพอใจได้ ซึ่งค่อนข้างจะเป็นกิจกรรมที่จะต้องตรึงตรองโดยรอบคอบ อย่างไรก็ตาม สารจะเป็นสิ่งที่กำหนดให้ครูได้ตระหนักถึงการประเมินความพร้อมของนักเรียนเป็นรายบุคคลและความต้องการทางการสอน

ตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของการสอน

เลนฮาร์ด และกรีน (Leinhardt and Greeno, 1986 : 76) ได้เสนอสมมติฐานของเขาในรูปศัพท์ทั่วไปมาแล้ว เขาย้อนกลับไปให้รายละเอียดในการสำรวจการสอนอีกครั้ง หนึ่ง อันคัมแรก เขาแสดงให้เห็นชุดของการวางแผนในการได้รับสาร (Planning nets) สำหรับเป็นตัวอย่างส่วนที่เป็นกิจกรรม การวางแผนในการได้รับสารเหล่านี้แสดงโครงสร้างของการกระทำและเป้าหมายที่ทำให้เกิดขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ที่เขาได้ตั้งสมมติฐานไว้ ส่วนที่ทำให้การวิเคราะห์นี้แตกต่างไปจากการวิเคราะห์เหตุการณ์ทางการศึกษาอื่น ๆ ก็คือ การวางแผนในการได้รับสารนี้รวมเอาส่วนของกิจกรรมที่สามารถสังเกตได้โดยง่ายกับเป้าหมาย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะไม่บรรยายรายละเอียดไว้อย่างชัดเจน การวางแผนในการได้รับสารแสดงตัวอย่างของเป้าหมาย และการกระทำอย่างเฉพาะเจาะจงที่สามารถทำให้เกิดขึ้นจากการกระทำที่เป็นจริง โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ที่เขาได้ตั้งสมมติฐานไว้

เพื่อที่จะทำให้ครูทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูจะต้องมีการจัดระบบกลุ่มความรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถจะเรียกได้ เช่นเดียวกับการทำให้บทเรียนก้าวไป บางทีกลุ่มความ

รู้ที่สำคัญมากที่สุดคือ กลุ่มความรู้ที่สนับสนุนการนำเสนอทฤษฎีทั้งหลาย เขาตั้งสมมติฐานว่า มีกลุ่มความรู้การนำเสนอทฤษฎีมากมาย แต่มีเพียงสามกลุ่มความรู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงคือ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ และการทบทวน กลุ่มความรู้เหล่านี้ประกอบด้วยลักษณะร่วมกันหลายอย่าง เช่น การตรวจสอบสถานภาพความรู้ที่จำเป็นเบื้องต้นของนักเรียน การเลือกทฤษฎีหรือวิธีนำเสนอทฤษฎี การเลือกตัวอย่าง การติดตามควบคุมความเข้าใจของนักเรียน และการก้าวไปเพื่อเปลี่ยนจากการนำเสนอทฤษฎีไปสู่ส่วนของทฤษฎีส่วนต่อไป การนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะต้องให้นักเรียนได้รับความรู้สำหรับการอธิบาย และการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสำหรับการใช้ตัวแทนที่เป็นรูปธรรมใด ๆ จะต้องรวมอยู่ด้วย

ความรู้การกระทำเป็นการแสดงการกระทำโดยทั่วไป (ที่บางระดับ) ที่ครูแต่ละคนสามารถจะกระทำให้เกิดขึ้น ความรู้ประกอบด้วยสารที่ระบุผลการกระทำของการกระทำนั้นอย่างเดียวหรือหลายอย่าง และเงื่อนไขที่จำเป็นที่ต้องการสำหรับการกระทำนั้น เงื่อนไขที่จำเป็นเบื้องต้นจะต้องได้รับการกระทำให้เป็นที่ยอมรับก่อนการกระทำของการกระทำนั้น เงื่อนไขที่จำเป็นร่วมกันจะต้องได้รับการกระทำให้เป็นที่ยอมรับในระหว่างการกระทำของการกระทำนั้น และเงื่อนไขที่จำเป็นภายหลังจะต้องได้รับการกระทำให้เป็นที่ยอมรับเมื่อการกระทำนั้นสำเร็จสมบูรณ์ การแสดงกลุ่มความรู้การกระทำนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวางระบบของซาเซอร์โดติ (Leinhardt and Greeno, 1986 : 77 Citing Sacerdoti, 1977) กับลักษณะที่เพิ่มเข้ามาบางอย่างที่ใช้โดยกรีน ไรเลย์ และเยลแมน (Leinhardt and Greeno, 1986 : 77 Citing Greeno, Riley and Gelman, 1984) และโดยสมิธและกรีน (Leinhardt and Greeno, 1986 : 77 Citing Smith and Greeno, 1983) การวางแผนเริ่มต้นด้วยเป้าหมายโดยทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น การสอนสิ่งที่อยู่ในหน่วยหนึ่งของหลักสูตร ผู้วางแผนมีกระบวนการโดยทั่วไปประกอบด้วยการค้นหาความรู้การกระทำที่ผลการกระทำคู่กับเป้าหมายที่กำหนดไว้ เมื่อพบความรู้เช่นนั้นแล้ว เงื่อนไขที่จำเป็นที่จะทำให้เป็นที่ยอมรับจะต้องรวมอยู่ในการวางแผนด้วย เงื่อนไขต่าง ๆ อาจจะทำให้สำเร็จบนพื้นฐานของความรู้เนื้อหาวิชา หรือโดยการใช้ลักษณะของผู้เรียนบางประการ นอกจากนั้น เงื่อนไขต่าง ๆ จะทำให้เป็นที่ยอมรับได้โดยการกำหนดเป้าหมายสำหรับการวางแผนครั้งต่อไป และรวมถึงการค้นหาความรู้การกระทำเพิ่มเติมเข้ามาด้วย

ส่วนของกิจกรรมที่เขาเสนอนี้มี 3 ส่วนที่เกิดขึ้นบ่อยมากในบทเรียน และมีโครงสร้างแตกต่างจากกันมาก คือ การตรวจการบ้าน การนำเสนอบทเรียน การฝึกโดยการช่วยเหลือ ส่วนของบทเรียนส่วนอื่น ๆ อีกหลายส่วนถูกใช้บ่อยด้วย เช่น การใช้ครูที่เลี้ยง การฝึก และการทดสอบ ส่วนของกิจกรรมทั้งสามที่เขาได้วิเคราะห์มาได้รับการเลือกสำหรับเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นบ่อยๆ และมีความสำคัญต่อการสอน การตรวจการบ้านเป็นตัวอย่างของวิธีการอย่างหนึ่ง ที่ค่อนข้างจะเป็นส่วนประกอบของบทเรียนย่อย ๆ (ใช้เวลาเพียง 2 - 5 นาที นาน ๆ ครั้งจะถูกกล่าวถึงโดยครู ครูฝึกสอน หรือค้ำรา) สามารถช่วยให้เป้าหมายหลายอย่างประสบความสำเร็จ การนำเสนอบทเรียนเป็นกิจกรรมการสอนที่เป็นศูนย์กลาง การฝึกโดยการช่วยเหลือแสดงการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในการนำไปสู่การทำงานโดยอิสระของนักเรียน

ตัวอย่างแรกของกลุ่มความรู้การกระทำที่ใช้กันบ่อย ๆ ในการตรวจการบ้าน ให้พิจารณาการกระทำที่เรียกว่า การตรวจการทำการบ้าน การตรวจด้วยวาจา และการสรุปด้วยวาจา

การตรวจการทำการบ้าน

- ผลการกระทำ : รู้การทำการบ้านของนักเรียนทุกคน
- สิ่งจำเป็นภายหลัง : นักเรียนทุกคนได้รับการตรวจ
- ผล : นักเรียนได้รับการติดตามควบคุม
- ผล : ครูจะบันทึกนักเรียนที่ไม่คอยจะมีสาร (ไม่ทำการบ้าน)

การตรวจด้วยวาจา

- ผลการกระทำ : การบ้านทุกข้อได้รับการตรวจ
- สิ่งจำเป็นร่วมกัน : คำตอบสามารถที่จะได้รับจากครูหรือนักเรียน
- สิ่งจำเป็นภายหลัง : รู้จำนวนนักเรียนที่ทำการบ้านถูกและผิดในแต่ละข้อ
- ผล : รู้การบ้านข้อที่ยาก (การบ้านข้อเหล่านั้นมีนักเรียนทำผิดมาก)

การสรุปด้วยวาจา

- ผลการกระทำ : รู้ระดับความยากของการบ้าน
- สิ่งจำเป็นภายหลัง : รู้จำนวนข้อที่นักเรียนแต่ละคนทำผิด
- ผล : รู้จำนวนนักเรียนที่มีความลำบาก (นักเรียนเหล่านั้นทำการบ้านผิดมาก)