บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด

ตอนที่ 2 ผลการประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด มีขั้นตอนการสร้าง 6 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่นำไปสู่การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ประกอบด้วย

2.1 การศึกษาแนวคิดการประมวลสารสนเทศ

2.2 การศึกษาแนวคิดการรู้คิด

ขั้นที่ 3 การสร้างกระบวนการเรียนการสอน

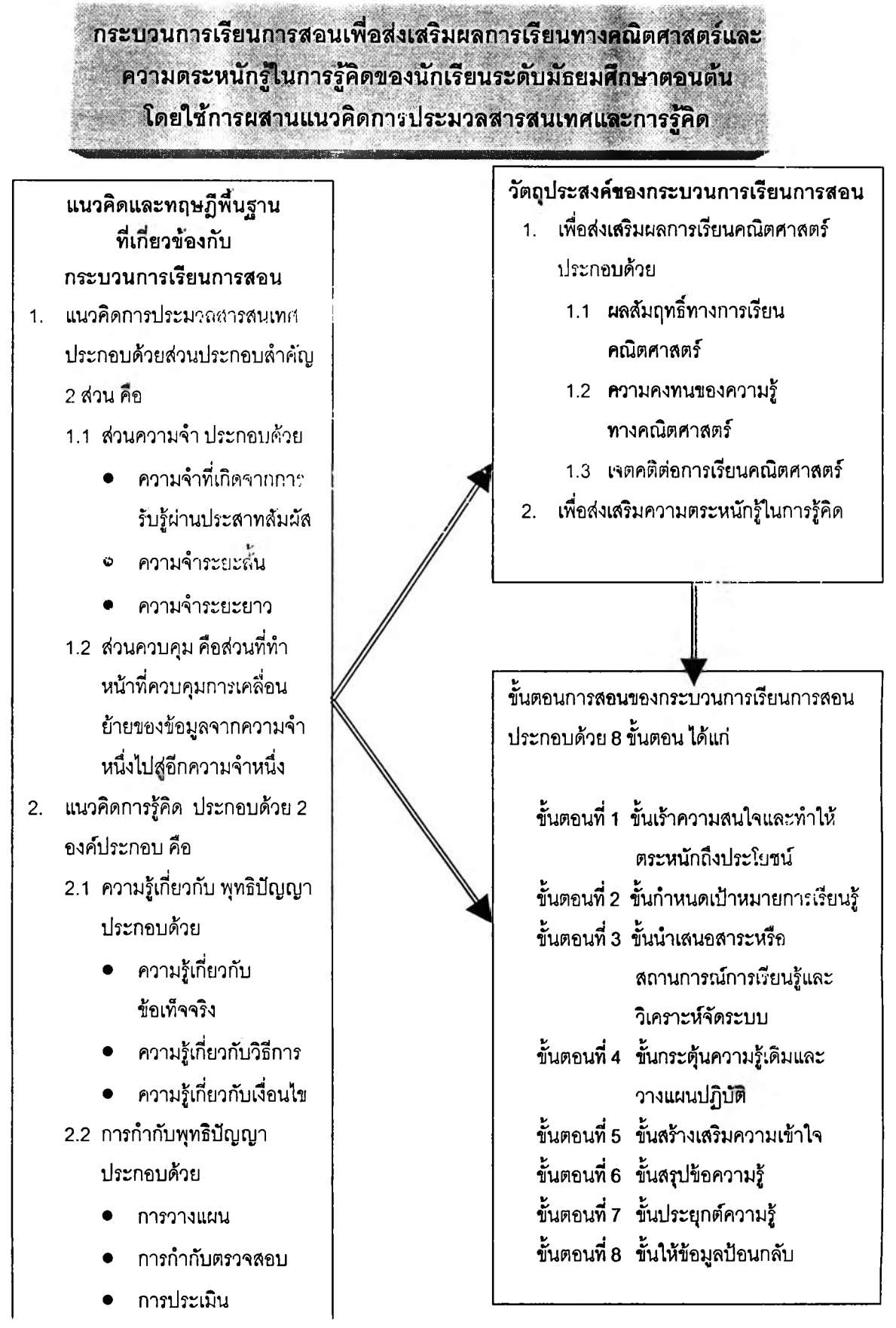
ขั้นที่ 4 การจัดทำคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอน และคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน

ขั้นที่ 6 การแก้ไขปรับปรุง

ผลการดำเนินการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนดังกล่าว ได้กระบวนการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์ สรุปได้ตามแผนภาพที่ 13

แผนภาพที่ 13 สรุปกระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด



แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

แนวคิดและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของกระบวนการเรียนการสอน มีรายละเอียดดังนี้

1. แนวคิดการประมวลสารสนเทศ

แนวคิดการประมวลสารสนเทศ จัดอยู่ในกลุ่มพุทธิปัญญานิยม ซึ่งให้ความสนใจกับกระบวนการคิด และการให้เหตุผลของผู้เรียน นักทฤษฎีประมวลสารสนเทศ เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการภายในหรือเป็นกิจกรรมทางปัญญามากกว่าที่จะเป็นเงื่อนไขจากภายนอก ผู้เรียนเป็นผู้ใขว่คว้าหรือกระตือรือร้นที่จะดำเนินการกับข้อมูลหรือการประมวลข้อมูล จดจำข้อมูล และเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม เพื่อให้ความรู้นั้นเป็นความรู้ที่มีความหมาย

ระบบการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการประมวลสารสนเทศ

ระบบการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการประมวลสารสนเทศ ประกอบด้วยส่วนสำคัญสองประการ คือ ส่วนความจำ และกระบวนการควบคุม ซึ่งส่วนของความจำประกอบด้วยความจำ 3 ส่วนที่ทำงานควบคู่ไปกับกระบวนการควบคุม ดังนี้

1.1 ความจำที่เกิดจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสและกระบวนการควบคุมของส่วนของความจำนี้ ประกอบด้วย

1.1.1 ส่วนความจำที่เกิดจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัส เป็นการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง ข้อมูลหรือประสบการณ์ที่รับเข้ามาจะบันทึกอยู่ในความจำส่วนนี้ ซึ่งเป็นความจำระบบแรก ความจำที่เกิดจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสมีหน้าที่เก็บข้อมูลต่าง ๆ ในระยะสั้น ๆ ประมาณ 1 ถึง 3 วินาที เพื่อให้บุคคลได้ตัดสินใจว่าจะให้ความสนใจต่อไปหรือไม่ ถ้าสนใจก็จะรับรู้เข้าสู่ความจำระยะสั้น

1.1.2 กระบวนการควบคุมในความจำที่เกิดจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัส กระบวนการที่จะควบคุมในส่วนความจำนี้จะช่วยให้ข้อมูลเข้าสู่ความจำระยะสั้นคือ การรับรู้และการเลือกใส่ใจ

1.2 ความจำระยะสั้นและกระบวนการควบคุมของส่วนความจำระยะสั้น

1.2.1 ส่วนความจำระยะสั้น ข้อมูลที่ผ่านเข้าส่วนความจำที่เกิดจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสจะถ่ายโยงไปอยู่ในความจำระยะสั้น ความจำระยะสั้นจะเป็นความจำที่บุคคลใช้ขณะดำเนินการคิดในกิจกรรมบางอย่างในเวลาใดเวลาหนึ่ง ด้วยเหตุนี้ความจำส่วนนี้จึงเสมือนเป็นส่วนปฏิบัติการ ดังนั้นจึงเรียกความจำนี้ว่า "Working Memory" ความจำระยะสั้นสามารถรับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกันเลยได้ 7 ข้อมูลย่อย (หรืออยู่ระหว่าง 5 ถึง 9 ข้อมูลย่อย) และ

จัดเก็บข้อมูลนี้ไว้ในระยะเวลาจำกัด ประมาณ 20 ถึง 30 วินาที ถึงเกือบ 1 นาที ข้อมูลย่อยเหล่านี้สามารถจับกลุ่มรวมกันเป็นชุดของข้อมูลได้ ทำให้ง่ายต่อการจำข้อมูล เหมือนกับการจับกลุ่มเพื่อจำหมายเลขโทรศัพท์

1.2.2 กระบวนการควบคุมในส่วนความจำระยะสั้น กระบวนการควบคุมที่จำเป็นต่อความจำระยะสั้น ได้แก่ การท่องจำ (Rehearsal) การเข้ารหัสหรือการเชื่อมโยงข้อมูล (Encoding) และ การสร้างรหัสใหม่หรือการปรับการเชื่อมโยงใหม่ (Recoding)

1.2.3 การลืมในความจำระยะสั้น การลืม หมายถึงการที่ข้อมูลนั้นสูญหายไปจากความจำระยะสั้น และไม่สามารถดึงข้อมูลจากความจำระยะยาวมาใช้ได้ สาเหตุเกิดมาจากการเสื่อมลง (decay) และจากสิ่งรบกวนหรือการสอดแทรก (interference) ระหว่างข้อมูลใหม่และข้อมูลเดิมที่อยู่ในความจำ

1.3 ความจำระยะยาวและกระบวนการควบคุมในความจำระยะยาว

1.3.1 ส่วนความจำระยะยาวมีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ให้สามารถคงอยู่ได้นาน ข้อมูลจะเข้าไปเก็บในความจำระยะยาวได้ ต้องใช้เวลาและต้องใช้ความพยายามในการเก็บข้อมูล ความจำระยะยาวมีความจุไม่จำกัด รูปแบบการเก็บข้อมูลในความจำระยะยาวที่ถูกถ่ายโอนมาจากความจำระยะสั้นมีลักษณะต่าง ๆ กันดังนี้

1.3.1.1 ความจำเชิงความหมาย ข้อมูลจะเก็บในรูปข้อความ ภาพ และโครงสร้างความรู้

1.3.1.2 ความจำเชิงเหตุการณ์ เป็นความจำที่เกี่ยวข้องกับสถานที่และเวลาโดยเฉพาะเหตุการณ์ในชีวิตของตนเอง

1.3.1.3 ความจำเชิงวิธีการ เป็นความจำที่เกี่ยวกับวิธีการที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1.3.2 กระบวนการควบคุมการเก็บข้อมูลไว้ในความจำระยะยาวที่มีประสิทธิภาพสามารถกระทำได้ ดังนี้

1.3.2.1 การขยายความเข้าใจ คือการขยายความเข้าใจกับข้อมูลใหม่ โดยการเชื่อมต่อกับความรู้ที่มีอยู่ก่อน

1.3.2.2 การจัดระบบข้อมูล คือกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมในการเรียนรู้ เพราะการจัดระบบข้อมูลไว้อย่างดี จะง่ายต่อการเรียนรู้และการจำมากกว่าข้อมูลที่แยกเป็นส่วน ๆ

1.3.2.3 การใช้บริบท คือการใช้สภาวะที่เป็นทางด้านกายภาพและทางด้านอารมณ์ พบว่าจะมีผลต่อการเรียนรู้ บุคคลจะจำข้อมูลได้ดีขึ้น

1.3.3 การดึงหรือการเรียกข้อมูลจากความจำระยะยาว ข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำระยะยาวจะสามารถนำออกมาใช้ โดยการกระตุ้นหรือการเรียกข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งจะอยู่ในรูปกระบวนการค้นหาข้อมูลในความจำระยะยาว โดยอาจจะนำออกมาได้ในลักษณะของการระลึกได้เองโดยไม่มีสิ่งกระตุ้น เรียกว่า การระลึกได้ (Recall) หรือการนำข้อมูลออกมาโดยที่ต้องมีตัวกระตุ้น เรียกว่าการจำได้ (Recognition) การนำข้อมูลออกมาลักษณะนี้จึงเป็นการสร้างรหัสหรือการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีการใช้ตัวชี้แนะ (Cues) มาช่วยจะทำให้การเรียกข้อมูลแบบมีตัวชี้แนะนี้จะทำได้ดีมากขึ้น

2 การรู้คิด (Metacognition)

การรู้คิด คือการที่บุคคลมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดของตนเอง แสดงถึงการรับรู้ ไตร่ตรอง กำกับตรวจสอบการกระทำของตนเอง การรู้คิดมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

2.1 ความรู้ด้านพุทธิปัญญา ประกอบด้วย

2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ได้แก่

2.1.1.1 รู้ความสามารถทางปัญญาของตนเอง

2.1.1.2 รู้ลักษณะงาน องค์ประกอบและปัจจัยสู่ความสำเร็จ

2.1.1.3 รู้แหล่งข้อมูล

2.1.1.4 รู้เป้าหมายหรือสิ่งที่คาดหวังในการทำงาน

2.1.2 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ ได้แก่

2.1.1.1 รู้ทักษะที่นำมาใช้และวิธีการจัดการทักษะเหล่านั้น

2.1.1.2 รู้กลยุทธ์ที่จะเลือกใช้และลำดับการใช้เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

2.1.3 ความรู้เกี่ยวกับเงื่อนไข รู้ว่าเมื่อไรจึงจะนำปฏิบัติการทางปัญญามาใช้และทำไมต้องใช้

2.2 การกำกับพุทธิปัญญา ประกอบด้วย

2.2.1 การวางแผน เป็นการวางแผนการทำงาน โดยเลือกกลยุทธ์และลำดับกลยุทธ์ที่จะใช้ จัดสรรแหล่งความรู้ จัดสรรเวลา เลือกใส่ใจข้อมูลหรือตั้งเป้าหมายก่อนทำงาน

2.2.2 การกำกับตรวจสอบ ได้แก่

2.2.2.1 ติดตามตรวจสอบความเข้าใจ และการปฏิบัติการต่าง ๆ ที่มีต่องานอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

2.2.2.2 ทบทวนแผน วิธีการที่เลือกและแก้ไขหากพบว่ามีปัญหา

2.2.2.3 ทดสอบหรือตรวจสอบความถูกต้องของสิ่งที่เรียนรู้

2.2.3 การประเมิน ได้แก่

2.2.3.1 ประเมินผลงานที่ได้

2.2.3.2 ประเมินกระบวนการการกำกับการเรียนรู้ที่นำมาใช้และความพยายามในการทำงาน ว่าทำให้งานบรรลุผลได้มากน้อยเพียงใด

2.2.3.3 ตัดสินระดับความเข้าใจโดยรวมของตนเอง

วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจากการผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิดนี้ เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมุ่งส่งเสริมนักเรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ เป็นการส่งเสริมผลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถด้านความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

1.2 ความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่จะจดจำหรือย้อนระลึกถึงความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาก่อน โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังจากครูสอนจบแล้ว 2 สัปดาห์

1.3 เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึก และความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ที่เป็นไปในทางบวกต่อสิ่งที่เรียนรู้และการกระทำต่าง ๆ ในการเรียนคณิตศาสตร์

2. ส่งเสริมความตระหนักรู้ในการรู้คิด เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการกระทำที่แสดงถึงการรู้และเข้าใจเกี่ยวกับความสามารถในการไตร่ตรอง ทำความเข้าใจ และควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง ประกอบด้วยความตระหนักรู้ในด้านความรู้เกี่ยวกับพุทธิปัญญา และด้านการกำกับพุทธิปัญญาดังนี้

2.1 ความตระหนักรู้ในด้านความรู้เกี่ยวกับพุทธิปัญญา ประกอบด้วยความตระหนักรู้ 3 ด้าน ดังนี้

2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นการกระทำที่แสดงถึงการรับรู้และเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ความสามารถต่างๆ ของตนเอง รวมถึงทักษะและกลยุทธ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการเรียนรู้

2.1.2 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงการรับรู้และเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการ วิธีการ หรือขั้นตอนต่าง ๆ ที่ต้องนำมาใช้ในการเรียนรู้หรือแก้ปัญหา

2.1.3 ความรู้เกี่ยวกับเงื่อนไข เป็นการกระทำที่แสดงถึงการรับรู้และเข้าใจว่าเมื่อไรและทำไมนักเรียนจึงต้องใช้ความรู้ ทักษะ วิธีการ และขั้นตอนต่าง ๆ ในการเรียนรู้นั้น ๆ

2.2 ความตระหนักรู้ในด้านการกำกับพุทธิปัญญา ประกอบด้วยความตระหนักรู้ 5 ด้าน ดังนี้

2.2.1 การวางแผน เป็นการกระทำที่แสดงถึงการรับรู้และเข้าใจในการวางแนวทางการดำเนินการ การตั้งเป้าหมาย การจัดสรรแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ และการจัดสรรเวลาก่อนการเรียนรู้

2.2.2 การจัดการข้อมูล เป็นการกระทำที่แสดงถึงการรับรู้และเข้าใจในการดำเนินการเกี่ยวกับการใช้ทักษะและลำดับกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการประมวลข้อมูลต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การจัดระบบข้อมูล การให้รายละเอียด การสรุป และการเลือกสนใจข้อมูล

2.2.3 การกำกับตรวจสอบ เป็นการกระทำที่แสดงถึงการรับรู้และเข้าใจในการติดตามตรวจสอบการเรียนรู้ หรือผลของการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ของตนเอง

2.2.4 การแก้ไขข้อบกพร่อง เป็นการกระทำที่แสดงถึงการรับรู้และเข้าใจในการใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อแก้ไขความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานของตนเอง

2.2.5 การประเมินผล เป็นการกระทำที่แสดงถึงการรับรู้และเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ เพื่อพิจารณาผลของการปฏิบัติงาน และประสิทธิผลของกลยุทธ์ต่าง ๆ ภายหลังการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง

ขั้นตอนการสอนของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจากการผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 8 ขั้น คำอธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการสอนและแนวทางการจัดการเรียนการสอนมีรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 คำอธิบายขั้นตอนการสอนและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการสอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจและทำให้ตระหนักถึงประโยชน์ เป็นกิจกรรมเพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจและใส่ใจอยู่กับ สิ่งที่จะเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงเหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับสิ่งที่จะเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์ของเรื่องที่จะเรียนรู้ เห็นความเกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่เดิม ตัวอย่างเทคนิคหรือวิธีสอนที่สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น การใช้คำถาม การอธิบาย การใช้เหตุการณ์จากประสบการณ์ของนักเรียน หรือการใช้สื่อต่าง ๆ เช่น รูปภาพ อุปกรณ์ของจริง เป็นต้น	การทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและทำให้ตระหนักถึงประโยชน์ในสิ่งที่จะเรียนรู้มีความสำคัญต่อการคงการใส่ใจและการที่จะเลือกรับรู้ข้อมูลต่างๆ ของนักเรียน ดังนั้นในขั้นของการเร้าความสนใจและทำให้ตระหนักถึงประโยชน์ ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนคงการใส่ใจต่อสิ่งที่จะเรียนรู้ และเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้ในเรื่องนั้น ซึ่งกิจกรรมควรมีลักษณะที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจดังนี้ 1. เตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมทางความคิดโดยจัดเตรียมวางแผนให้นักเรียนใส่ใจในสิ่งที่จะเรียนรู้อย่างตั้งใจ 2. เสนอสิ่งเร้าที่มีความชัดเจนมีความเข้มเพียงพอ ถ้าเป็นเสียงก็ควรมีเสียงดังพอและมีการเปลี่ยนระดับเสียง สิ่งเร้าต้องมีลักษณะที่แปรเปลี่ยนเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและคงการใส่ใจอยู่ตลอด 3. ให้นักเรียนมีสภาพทางสรีระที่พร้อมในการเรียนรู้มีความพร้อมด้านร่างกาย เช่นไม่หิว ไม่ง่วง อยู่ในสภาพที่สุขสบาย และไม่มีภาวะเครียด จนเกินไป

ตารางที่ 15 คำอธิบายขั้นตอนการสอนและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น(ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
	แนวทางการรักษาให้ความใส่ใจดำรงอยู่ต่อไป 1. เนื้อหาควรเน้นประเด็นสำคัญ ถ้าหากเนื้อหานั้นนักเรียนเป็นผู้เลือกด้วยตนเอง การใส่ใจก็จะคงอยู่ เนื่องจากเป็นแรงจูงใจที่มีอยู่เดิมในตัวนักเรียน แต่ถ้าหากครูเป็นผู้เลือกเนื้อหาให้นักเรียน ครูต้องมีเทคนิคในการสร้างจุดสนใจในเนื้อหานั้น 2. ครูควรใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนได้ทั้งก่อน และหลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาที่มอบหมาย และคำถามควรเป็นคำถามในระดับสูง เช่น ทำไม อย่างไร 3. การใช้ภาพรวม เช่นการจัดระบบความคิดล่วงหน้า (Advance Organizer) เป็นการให้ความรู้อย่างกว้าง ๆ ที่เกี่ยวกับระดับของโครงสร้างทางความคิดได้ดี
ขั้นตอนที่ 2 ขั้นกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมที่มุ่งให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่คาดหวังในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมองเห็นทิศทางการเรียนรู้ของตนเอง เป็นแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจ กระตือรือร้น ต้องการที่จะให้ตนเองมีความเข้าใจในเรื่องที่จะเรียนรู้นั้นและสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เทคนิคหรือวิธีการสอนที่อาจนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ คือ การระดมสมอง การเรียนแบบร่วมมือ การอภิปราย	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนกำหนดสิ่งที่คาดหวังในการเรียนรู้ หรือร่วมกันกำหนดสิ่งที่คาดหวังในการเรียนรู้ ซึ่งอาจครอบคลุมทั้งเป้าหมายการเรียนรู้ในบทเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนตั้งเป้าหมายการเรียนรู้เฉพาะของตนเอง

ตารางที่ 15 คำอธิบายขั้นตอนการสอนและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น(ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นนำเสนอสาระหรือสถานการณ์เรียนรู้และวิเคราะห์จัดระบบ เป็นกิจกรรมเพื่อนำเสนอสาระหรือสถานการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนรับรู้ โดยครูจะต้องคอยเน้นและกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาสนใจจุดสำคัญต่าง ๆ ของสิ่งที่นำเสนอ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของภาษาหรือภาพประกอบกันเพื่อให้นักเรียนเกิดการรับรู้สูงสุด หรือเป็นอุปกรณ์การเรียน ครูจะต้องกระตุ้นและเน้นให้นักเรียนใส่ใจพิจารณาเลือกรับรู้ข้อมูล สังเกตข้อมูล จัดประเภท หมวดหมู่ และจัดลำดับของข้อมูลแล้วให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลด้วย นอกจากนั้นครูอาจต้องให้นักเรียนจัดกลุ่มข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ โดยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้จัดกลุ่มข้อมูลด้วยตนเองเพื่อสะดวกในการจำและการคงอยู่ของข้อมูลในความจำ ในขณะที่คิดหรือเพื่อการเก็บจำในระยะยาว รวมทั้งการนำข้อมูลออกมาใช้ต่อไป ตัวอย่างเทคนิคหรือวิธีสอนที่สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น การสืบค้น การระดมสมอง การเรียนแบบร่วมมือ เป็นต้น	ครูกำหนดและนำเสนอสิ่งที่จะเรียนรู้แก่นักเรียน สาระที่นำเสนอควรมีลักษณะที่ดึงดูดความสนใจ เน้นจุดสำคัญ ๆ ของสิ่งที่นำเสนอ เช่น การขีดเส้นใต้เน้นจุดสำคัญของข้อมูล การนำเสนอด้วยแผนภาพที่สื่อความหมายได้ง่าย ชัดเจน หรือครูอาจใช้คำถามชี้นำให้นักเรียนเห็นจุดสำคัญ ๆ ของข้อมูล เพื่อนำประเด็นต่าง ๆ มาวิเคราะห์ เรียบเรียงและจัดระบบ ครูสามารถเสนอตัวอย่างของการจัดระบบข้อมูลแก่นักเรียน และให้นักเรียนได้สร้างหรือจัดระบบข้อมูลด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจและจดจำข้อมูลเหล่านั้นได้ง่ายขึ้น
ขั้นตอนที่ 4 ขั้นกระตุ้นความรู้เดิมและวางแผนปฏิบัติ เป็นกิจกรรมที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ของตนเอง ค้นหาและระลึกถึงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่กำลังเรียน	ครูจะต้องให้นักเรียนพิจารณาสิ่งที่จะเรียนรู้ แล้วไตร่ตรองดูว่าต้องใช้ความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องอะไรบ้าง ความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องอาจ

ตารางที่ 15 คำอธิบายขั้นตอนการสอนและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น(ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
โดยนำความรู้ดังกล่าวออกมาจากความจำระยะยาว เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่หรือเพื่อตรวจสอบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ และ/หรือเพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลสำหรับการสร้างความรู้ใหม่ การช่วยให้นักเรียนนำความรู้เดิมออกจากความจำนั้น ครูต้องสอนให้นักเรียนใช้ตัวชี้แนะแบบต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนสามารถดึงความรู้ได้เร็ว เช่น การใช้คำถามที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม การใช้เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับความรู้เดิม เป็นต้น นอกจากนั้นครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความพยายามในการกำหนดแนวทางในการเรียน หรือวางแผนปฏิบัติในการเรียนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ โดยครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับวิธีการ ทักษะที่เกี่ยวข้องและจำเป็น เช่น ทักษะการอ่าน ทักษะการคำนวณ เป็นต้น เลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสมกับงาน เช่น กลยุทธ์การแก้ปัญหา กลยุทธ์การทำจากส่วนย่อยไปหาส่วนรวม กลยุทธ์แบบทำย้อนกลับ หรือ กลยุทธ์สร้างแบบแผน เป็นต้น รวมทั้งการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ถ้าหากจำเป็น เพื่อช่วยในการวางแผนในการเรียนรู้และแก้ปัญหา ตัวอย่างเทคนิคหรือวิธีสอนที่สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น การระดมสมอง การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เป็นต้น	จะเป็นสาระเนื้อหา ทักษะ วิธีการ หรือกลยุทธ์ต่าง ๆ วิธีการกระตุ้นความรู้เดิมกระทำโดยการใช้ตัวชี้แนะ เช่น การใช้คำถามที่เชื่อมโยงกับความรู้ที่ต้องการ การใช้เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับความรู้ที่ต้องการ เป็นต้น ขณะเดียวกันครูจะต้องให้นักเรียนกำหนดแนวทางหรือวางแผนในการปฏิบัติงาน โดยครูจะยกตัวอย่างแผนการในการปฏิบัติงาน เช่น แผนการแก้ปัญหาโจทย์ นักเรียนจะต้องค้นหาหรือใช้ความรู้ใดบ้าง วิธีการหรือกลยุทธ์ที่เลือกใช้ในการแก้ปัญหาและการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหานั้น ครูอาจให้นักเรียนกำหนดแนวทางในการปฏิบัติงาน เช่น การใช้ใบงานที่ให้นักเรียนกำหนดขั้นตอนในการทำงานของตนเอง

ตารางที่ 15 คำอธิบายขั้นตอนการสอนและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น(ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นตอนที่ 5 ขั้นสร้างเสริมความเข้าใจ เป็นกิจกรรมที่ครูต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษในการสนับสนุนให้นักเรียนนำความรู้เดิมที่ได้นำออกมาจากความจำระยะยาวในขั้นกระตุ้นความรู้เดิม นำมาอธิบายข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับตนเอง หรือเพื่อตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้องของข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ สำหรับกรณีการสร้างความรู้ใหม่ ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนนำข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีการเตรียมไว้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ในรูปของข้อสรุปความรู้ การเติมต่อขยายรายละเอียด และการสร้างภาพความรู้ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้สร้างความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวให้กับตนเอง และเป็นความเข้าใจอย่างมีความหมาย รวมทั้งต้องสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีของข้อความรู้นั้น นอกจากนี้ครูจะต้องกระตุ้นและชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของ กิจกรรมการประเมินความเข้าใจของตนเอง และต้องกระทำอยู่เสมอเพราะจะเป็นการตรวจสอบและตรวจทานความเข้าใจของตนเองไปด้วย หากขาดความเข้าใจในเรื่องใด เช่น เกิดความไม่ชัดเจนหรือไม่กระจ่างเพียงพอ ครูจะต้องให้นักเรียนปรับแก้ไขในทันทีในเรื่องที่เกิดปัญหานั้น	ครูใช้คำถามกระตุ้นและท้าทายให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาอธิบาย ข้อมูลใหม่ เพื่อสร้างความเข้าใจหรือตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้องของข้อมูลใหม่ ขณะเดียวกันครูสนับสนุนให้นักเรียนนำข้อมูลใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีการเตรียมไว้เพื่อสร้างความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวโดยเฉพาะการสร้างความเข้าใจอย่างมีความหมาย ครูอาจเสนอแนะให้นักเรียนใช้วิธีการขยายรายละเอียด การสร้างภาพจินตนาการ การใช้ระบบวิธีการจำ การสรุปย่อ เป็นต้น ขณะเดียวกันอาจให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความเข้าใจใหม่กับเพื่อนและนำเสนอความเข้าใจกับกลุ่ม โดยครูคอยชี้แนะ และแก้ไขหากความเข้าใจใหม่ของนักเรียนยังไม่ถูกต้อง หรือยังไม่ชัดเจน นอกจากนี้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ครูจะต้องพยายามให้นักเรียนประเมินความเข้าใจของตนเองอยู่เสมอ หากไม่เข้าใจในเรื่องใด จะต้องให้นักเรียนปรับแก้ไขในทันทีในเรื่องที่เกิดปัญหา

ตารางที่ 15 คำอธิบายขั้นตอนการสอนและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น(ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ตัวอย่างเทคนิคหรือ วิธีสอนที่สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น การถามคำถาม การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบค้นพบ เป็นต้น	
ขั้นตอนที่ 6 : ขั้นสรุปข้อความรู้ เป็นกิจกรรมที่มุ่งให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้มาจัดระเบียบความรู้ใหม่ เพื่อเป็นการสรุปความรู้ โดยครูอาจจะต้องเสนอแนะและแสดงวิธีการจัดระบบให้ดูเป็นแบบอย่างสำหรับในระยะต้น ๆ ของการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นแบบวิธีการในการสร้างหรือจัดระบบโครงสร้างความรู้เพื่อเป็นตัวแทนความรู้ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เช่น ผังภาพความรู้ เครือข่ายความรู้ ซึ่งจะช่วยนักเรียนในการเก็บจำอย่างมีความหมายและเกิดการคงอยู่ของความรู้ได้ดี ในกรณีโครงสร้างความรู้เดิมที่เป็นตัวแทนความรู้ยังบกพร่อง ไม่ชัดเจน จำเป็นจะต้องให้นักเรียนแก้ไขทันที นอกจากนี้ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้พิจารณาความรู้ไปใช้ในแนวทางอื่น ๆ เพื่อขยายความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างและหลากหลาย ตัวอย่างเทคนิคหรือวิธีสอนที่สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น การเรียนแบบสร้างผังภาพความรู้ เช่น ผังภาพมโนทัศน์ ผังภาพใยแมงมุม เป็นต้น	ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้มาพิจารณาดูความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงกันเพื่อจัดระเบียบความรู้ใหม่ เป็นการสรุปความรู้ สร้างเป็นตัวแทนความรู้ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง โดยในระยะแรกที่นักเรียนยังไม่มีประสบการณ์ในการจัดระเบียบความรู้ ครูอาจจะเสนอรูปแบบต่าง ๆ ของการจัดระเบียบความรู้เป็นตัวอย่างให้นักเรียนก่อน เช่น สร้างผังภาพความรู้ สร้างเครือข่ายความรู้ ซึ่งจะช่วยนักเรียนในการเก็บจำอย่างมีความหมายและเกิดความคงทน ครูให้นักเรียนตรวจสอบโครงสร้างความรู้เดิมของนักเรียนว่ายังบกพร่อง ไม่ชัดเจนหรือไม่ ถ้ามีจะต้องให้นักเรียนแก้ไขทันที นอกจากนี้ครูคอยแนะนำให้นักเรียนพิจารณาแนวทางในการขยายความรู้ความเข้าใจ ไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างและหลากหลายขึ้น

ตารางที่ 15 คำอธิบายขั้นตอนการสอนและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น(ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นตอนที่ 7 : ขั้นประยุกต์ความรู้ เป็นกิจกรรมให้นักเรียนได้มีโอกาสนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และเป็นการบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ที่นักเรียนจะนำมาใช้ประกอบกันในการทำงานตลอดจนให้นักเรียนได้ฝึกฝน ทบทวนความรู้ความเข้าใจในสาระที่ได้เรียนรู้มา ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจ จดจำ และมีความชำนาญมากขึ้น ในการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ครูควรเน้นให้ นักเรียนใส่ใจพิจารณารับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ของสถานการณ์อย่างระมัดระวัง กำหนดเป้าหมายของงาน วางแผนปฏิบัติในการทำงาน เลือกวิธีการ ทักษะ และกลยุทธ์ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ ทั้งนี้เพื่อต้องการให้บรรลุเป้าหมาย และครูเน้นให้นักเรียนดำเนินการตามแผน และการประเมินตรวจสอบความเข้าใจงานในแต่ละขั้นตอน ตัวอย่างเทคนิคหรือวิธีสอนที่สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น การเรียนแบบแก้ปัญหา การเรียนแบบร่วมมือ	ครูกำหนดปัญหาที่เป็นสถานการณ์ใหม่เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ ในการประยุกต์ใช้ความรู้ครูจะต้องกระตุ้นเตือนให้นักเรียนได้ระมัดระวังในการใส่ใจพิจารณารับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ของสถานการณ์ ให้นักเรียนกำหนดเป้าหมาย การสร้างแผนการทำงาน เลือกวิธีการ ทักษะ และกลยุทธ์ที่ต้องนำมาใช้ ดำเนินการตามแผนและการประเมินตรวจสอบความเข้าใจงานในแต่ละขั้นตอน

ตารางที่ 15 คำอธิบายขั้นตอนการสอนและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น(ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นตอนที่ 8 : ขั้นให้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้พิจารณาตรวจสอบงานของตนเอง ประเมินผลลัพธ์ของงานที่ทำ เพื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในการเป็นข้อมูลป้อนกลับ โดยจะสะท้อนให้ทราบถึงการทำงานของนักเรียนว่าส่วนใดมีความถูกต้องชัดเจนแล้วและส่วนใดที่ยังบกพร่อง และต้องปรับปรุงแก้ไข ข้อมูลป้อนกลับดังกล่าวครูเป็นผู้ให้หรือนักเรียนให้ข้อมูลป้อนกลับต่อผลงานของตนเอง หรือนักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลป้อนกลับซึ่งกันและกัน ตัวอย่างเทคนิคหรือวิธีการสอนที่สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน การเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคคู่คิด เป็นต้น	ครูให้นักเรียนนำผลงานของตนเองมาพิจารณา เพื่อประเมินผลลัพธ์จากการประยุกต์ใช้ความรู้ของนักเรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับต่อผลงานของนักเรียน การประเมินและให้ข้อมูลป้อนกลับนี้ใช้ทั้งการประเมินและให้ข้อมูลป้อนกลับจากครูโดยตรง หรือนักเรียนเป็นผู้ประเมินผลงานของตนเอง โดยระบุจุดบกพร่องของงานและตนเองจะต้องปรับแก้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลป้อนกลับต่อตนเอง

แนวทางในการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ ดำเนินการวัดและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งระยะก่อนเรียน ระยะหลังเรียน และระยะติดตามผลหลังเรียน 2 สัปดาห์เพื่อประเมินความคงทนของความรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวัดและประเมินผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดในระยะก่อนการใช้กระบวนการเรียนการสอน สำหรับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และการวัดและประเมินผลความตระหนักรู้ในการรู้คิดโดยใช้แบบวัดความตระหนักรู้ในการรู้คิด

2. การวัดและประเมินผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดในระยะหลังการใช้กระบวนการเรียนการสอน สำหรับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และการวัดและประเมินผลความตระหนักรู้ในการรู้คิดโดยใช้แบบวัดความตระหนักรู้ในการรู้คิด

3. การวัดและประเมินความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดและประเมินความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังสิ้นสุดการเรียน 2 สัปดาห์ โดยใช้แบบสอบความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอน

การประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด โดยการทดลองสอน วิชา คณิตศาสตร์ ค 102 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา จำนวน 2 ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 แบ่งห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้เรียนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมได้เรียนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ เพื่อประเมินคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอน โดยวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ และค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และความตระหนักรู้ในการรู้คิด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และความตระหนักรู้ในการรู้คิด ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t - test

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และความตระหนักรู้ในการรู้คิดหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t – test

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t - test

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเจคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความตระหนักรู้ในการรู้คิด

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

1.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามเนื้อหาในแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามเนื้อหาในแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 16 และ 17

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง จำแนกตามเนื้อหาในแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (n = 52)

เนื้อหาในแบบสอบ	คะแนนเต็ม	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
		$\overline{X}$	$S.D.$	ร้อยละ	$\overline{X}$	$S.D.$	ร้อยละ
สมการ	12	6.42	2.19	53.50	7.83	2.06	65.25
คู่อันดับและกราฟ	7	3.48	1.04	49.57	3.69	1.21	52.71
อัตราส่วนและร้อยละ	11	4.98	1.71	45.27	6.33	1.93	57.55
รวม	30	14.87	3.37	49.57	17.85	3.69	59.56

จากตารางที่ 16 พบว่า ก่อนการทดลอง นักเรียนในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 14.87 คิดเป็นร้อยละ 49.57 โดยมีคะแนนเนื้อหาเรื่องสมการ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 53.5 ($\overline{X}$ =6.42) และมีคะแนนในเนื้อหา อัตราส่วนและร้อยละน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.27 ($\overline{X}$ =4.98) หลังการทดลอง นักเรียนในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 17.87 คิดเป็นร้อยละ 59.56 โดยมีคะแนนเนื้อหาเรื่องสมการ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 65.25 ($\overline{X}$ =7.83) และมีคะแนนในเนื้อหา คู่อันดับและกราฟน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52.71 ($\overline{X}$ =3.69)

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลอง ของควบคุม จำแนกตามเนื้อหาในแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (n = 52)

เนื้อหาในแบบสอบ	คะแนนเต็ม	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
		$\overline{X}$	$S.D.$	ร้อยละ	$\overline{X}$	$S.D.$	ร้อยละ
สมการ	12	6.02	1.78	50.17	6.79	2.04	56.58
คู่อันดับและกราฟ	7	3.37	1.44	48.14	3.58	1.33	51.14
อัตราส่วนและร้อยละ	11	4.75	1.82	43.18	5.31	2.13	48.27
รวม	30	14.12	3.30	47.07	15.67	4.12	52.23

จากตารางที่ 17 พบว่า ก่อนการทดลอง นักเรียนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 14.12 คิดเป็นร้อยละ 47.07 โดยมีคะแนนเนื้อหาเรื่องสมการ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50.17 ($\overline{X}$ =6.02) และมีคะแนนในเนื้อหา อัตราส่วนและร้อยละน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.18 ($\overline{X}$ =4.75) หลังการทดลอง นักเรียนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 15.67 คิดเป็นร้อยละ 52.23 โดยมีคะแนนเนื้อหาเรื่องสมการ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 56.58 ($\overline{X}$ =6.79) และมีคะแนนในเนื้อหา อัตราส่วนและร้อยละน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.27 ($\overline{X}$ =5.31)

1.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม แสดงผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม

	n	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	p
		$\overline{X}$	$S.D.$	$\overline{X}$	$S.D.$		
กลุ่มทดลอง	52	14.87	3.37	17.85	3.69	6.600*	.000
กลุ่มควบคุม	52	14.12	3.30	15.67	4.12	3.387*	.001

* $p < .05$

จากตารางที่ 18 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุมสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงผลดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	n	$\overline{X}$	$S.D.$	t	p
กลุ่มทดลอง	52	17.85	3.69	2.833*	.006
กลุ่มควบคุม	52	15.67	4.12		

* $p < .05$

จากตารางที่ 19 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบสอบความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละของคะแนนความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

2.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนความคงทนของความรู้ทางเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามเนื้อหาในแบบสอบความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ (n = 52)

เนื้อหาในแบบสอบ	คะแนนเต็ม	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
		$\overline{X}$	$S.D.$	ร้อยละ	$\overline{X}$	$S.D.$	ร้อยละ
สมการ	12	6.77	2.30	56.42	6.25	2.02	52.08
คู่อันดับและกราฟ	7	4.08	1.53	58.29	3.90	1.14	55.71
อัตราส่วนและร้อยละ	11	7.60	1.62	69.09	6.67	2.00	60.64
รวม	30	18.44	4.28	61.47	16.83	3.87	56.10

จากตารางที่ 20 พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 18.44 คิดเป็นร้อยละ 61.47 โดยมีคะแนนเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 69.09 ($\overline{X}$ =7.60) และมีคะแนนในเนื้อหาเรื่อง สมการ น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 56.42 ($\overline{X}$ =6.77) นักเรียนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 16.83 คิดเป็นร้อยละ 56.10 โดยมีคะแนนเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.64 ($\overline{X}$ =6.67) และมีคะแนนในเนื้อหาเรื่อง สมการ น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52.08 ($\overline{X}$ =6.25)

2.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงผลดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	n	$\overline{X}$	$S.D.$	t	p
กลุ่มทดลอง	52	18.44	4.28	2.020*	.044
หลังควบคุม	52	16.83	3.87		

* $p < .05$

จากตารางที่ 21 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ วิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม จำแนกตามรายด้านของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 22 และ 23

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง จำแนกตามรายด้านของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (n = 52)

เจตคติรายด้าน	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	$\overline{X}$	$S.D.$	$\overline{X}$	$S.D.$
ความรู้สึก	4.30	0.89	4.64	0.66
พฤติกรรม	4.19	0.64	4.50	0.61
ความคิด	4.53	0.66	4.83	0.50
รวม	4.37	0.67	4.69	0.51

จากตารางที่ 22 พบว่า ก่อนการทดลอง นักเรียนในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในภาพรวม เท่ากับ 4.37 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างสูง โดยมีเจตคติด้านความคิดอยู่ในระดับสูง และมีเจตคติด้านความรู้สึกและด้านพฤติกรรมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง หลังการทดลอง นักเรียนในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในภาพรวม เท่ากับ 4.69 ซึ่งอยู่ในระดับสูง และมีเจตคติรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับสูง

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มควบคุม จำแนกตามรายด้านของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (n = 52)

เจตคติรายด้าน	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	$\overline{X}$	*S.D.*	$\overline{X}$	*S.D.*
ความรู้สึก	4.15	0.81	4.29	0.87
พฤติกรรม	4.30	0.56	4.35	0.60
ความคิด	4.54	0.59	4.63	0.67
รวม	4.35	0.61	4.45	0.67

จากตารางที่ 23 พบว่า ก่อนและหลังการทดลอง นักเรียนในกลุ่มควบคุมมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง (ก่อนการทดลอง $\overline{X}$ =4.35 และ หลังการทดลอง $\overline{X}$ =4.45) และทั้งก่อนและหลังการทดลอง นักเรียนในกลุ่มควบคุมมีเจตคติด้านความคิดอยู่ในระดับสูง และมีเจตคติด้านความรู้สึกและด้านพฤติกรรมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

3.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม แสดงผลดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม

	n	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	p
		$\overline{X}$	*S.D.*	$\overline{X}$	*S.D.*		
กลุ่มทดลอง	52	4.37	0.67	4.69	0.51	4.257*	.000
กลุ่มควบคุม	52	4.35	0.61	4.45	0.67	1.221	.278

* $p < .05$

จากตารางที่ 24 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

3.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงผลดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (n =52)

	$\overline{X}$	$S.D.$	t	p
กลุ่มทดลอง	4.69	0.51	2.052*	.045
กลุ่มควบคุม	4.45	0.67		

* $p < .05$

จากตารางที่ 25 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความตระหนักรู้ในการรู้คิด

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความตระหนักรู้ในการรู้คิด วิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบวัดความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีคะแนนเต็ม 4 คะแนน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิด และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามรายด้านของความตระหนักรู้ในการรู้คิด แสดงดังตารางที่ 26 และ 27

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง จำแนกตามรายด้านของความตระหนักรู้ในการรู้คิด (n = 52)

ความตระหนักรู้ในการรู้คิด	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
รายด้าน	$\overline{X}$	*S.D.*	$\overline{X}$	*S.D.*
ความรู้เกี่ยวกับพุทธิปัญญา	2.20	0.36	2.24	0.31
ความรู้เกี่ยวกับการกำกับพุทธิปัญญา	2.83	0.45	3.02	0.38
รวม	2.84	0.49	3.01	0.38

จากตารางที่ 26 พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนการปฏิบัติเกี่ยวกับความตระหนักรู้ในการรู้คิดในภาพรวม ก่อนการทดลองเท่ากับ 2.84 และหลังการทดลองเท่ากับ 3.01 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี และมีค่าเฉลี่ยคะแนนการปฏิบัติเกี่ยวกับความตระหนักรู้ในการรู้คิดด้านความรู้เกี่ยวกับพุทธิปัญญา อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ส่วนความรู้เกี่ยวกับการกำกับพุทธิปัญญาอยู่ในเกณฑ์ดี ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มควบคุม จำแนกตามรายด้านของความตระหนักรู้ในการรู้คิด (n = 52)

ความตระหนักรู้ในการรู้คิด	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
รายด้าน	$\overline{X}$	*S.D.*	$\overline{X}$	*S.D.*
ความรู้เกี่ยวกับพุทธิปัญญา	2.15	0.28	2.16	0.31
ความรู้เกี่ยวกับการกำกับพุทธิปัญญา	2.84	0.39	2.81	0.43
รวม	2.84	0.37	2.83	0.38

จากตารางที่ 27 พบว่า นักเรียนในกลุ่มควบคุมมีการปฏิบัติเกี่ยวกับความตระหนักรู้ในการรู้คิดในภาพรวม ก่อนการทดลองเท่ากับ 2.84 และหลังการทดลองเท่ากับ 2.83 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี และมีค่าเฉลี่ยคะแนนการปฏิบัติเกี่ยวกับความตระหนักรู้ในการรู้คิดด้านความรู้เกี่ยวกับพุทธิปัญญา อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ส่วนความรู้เกี่ยวกับการกำกับพุทธิปัญญาอยู่ในเกณฑ์ดี ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

4.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม แสดงผลดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม

	n	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	p
		$\overline{X}$	$S.D.$	$\overline{X}$	$S.D.$		
กลุ่มทดลอง	52	2.84	0.36	3.01	0.31	2.690*	.010
กลุ่มควบคุม	52	2.84	0.37	2.83	0.40	0.049	.961

* $p < .05$

จากตารางที่ 28 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดหลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการรู้คิดก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

4.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงผลดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความตระหนักรู้ในการรู้คิดหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	n	$\overline{X}$	$S.D.$	t	p
กลุ่มทดลอง	52	3.01	0.38	2.272*	.025
กลุ่มควบคุม	52	2.83	0.40		

* $p < .05$

จากตารางที่ 29 พบว่าคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในการรู้คิดหลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากการวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ข้างต้นแล้ว จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และที่ได้จากการประมวลผลงานต่าง ๆ ของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า มีการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งแสดงถึงกระบวนการที่จะนำไปสู่ผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิด ดังนี้

1. การวางแผนการเรียนและแผนการทำงานของตนเอง

จากการที่ครูให้นักเรียนเขียนสิ่งที่คาดหวังที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียนรู้ และวิธีการที่จะทำให้บรรลุตามความคาดหวังนั้น พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการกำหนดเป้าหมายในการเรียนหรือการทำงานของตนเอง รวมถึงการกำหนดแนวทางในการเรียนหรือการทำงานของตนเอง เช่น ในการเรียนบทเรียนเรื่อง "การหาคำตอบของสมการชั้นเดียวสองตัวแปร" ซึ่งครูได้ยกตัวอย่างสถานการณ์ว่า ถ้านักเรียนไปซื้อตั๋วชมภาพยนตร์ และราคาตั๋วชมภาพยนตร์สำหรับเด็กมีราคาเป็นครึ่งหนึ่งของผู้ใหญ่ นักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ได้ตั้งเป้าหมายการเรียนไว้แตกต่างกัน เช่น "ราคาค่าตั๋วชมภาพยนตร์ของผู้ใหญ่และเด็กจะราคาเท่าไร จะเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร" "อยากทราบว่า วิธีคิดรูปแบบสมการจะเป็นอย่างไร" "อยากรู้วิธีหาคำตอบว่าเด็ก ผู้ใหญ่มีราคาตั๋วเท่าไร" และนักเรียนได้กำหนดแนวทางในการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่นักเรียนต้องการอยากจะรู้ เช่น "ต้องทำความเข้าใจทีละขั้นตอน" "ค่อย ๆ คิดโจทย์ไปทีละขั้นตอน" "ตั้งใจฟังสรุปเนื้อหา" "ใช้วิธีการถามเมื่อไม่เข้าใจ"และ "พยายามทำความเข้าใจ" เป็นต้น นักเรียนบางกลุ่มได้บอกถึงขั้นตอนในการทำงานของตนเองว่า "1) พิจารณาข้อมูล 2) ตั้งเป้าหมาย 3) ใช้ความรู้ 4) แสดงวิธีทำ และ 5) ตรวจคำตอบ" จะเห็นได้ว่า นักเรียนมีการวางแผนการเรียนของกลุ่มและมีการกำหนดแนวทางเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งแนวทางที่นักเรียนได้กำหนด หลายแนวทางมีลักษณะที่แสดงถึงการรู้คิด

2. การกำกับตรวจสอบการทำงานของตนเองและกลุ่ม

จากการสังเกตการทำงานของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีการกำกับตรวจสอบการทำงานของกลุ่ม เช่น มีการทักท้วงเมื่อกลุ่มไม่ได้ดำเนินการตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ ขณะที่นักเรียนในกลุ่มกำลังแก้โจทย์ปัญหา และนักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้ นักเรียนมีการกระตุ้นให้สมาชิกกลุ่มกลับไปทบทวนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการให้นักเรียนหาคำตอบ ตัวอย่างการสนทนาที่เกิดขึ้นในกลุ่มนักเรียน เช่น "ดูดี ๆ ก่อน" "อย่าข้ามขั้นตอน" "ลองดูข้อมูลให้ชัดชิว่าที่เราอ่านมาถูกต้องหรือเปล่า" "ข้อมูลส่วนนี้ต้องใช้หรือเปล่า" "วิธีการแบบนี้ใช้ได้หรือเปล่า" เป็นต้น จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีการกำกับตรวจสอบการทำงานของตนเองและของกลุ่ม

3. การประเมินตนเองและผลงาน

ในกระบวนการเรียนการสอน นักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงความสนใจในการประเมินผลงานของตนเองและของกลุ่ม และความสนใจในการประเมินการทำงานของตนเอง เช่น จากการให้นักเรียนเขียนเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นความสำเร็จและความบกพร่องในการทำงานของตนเอง นักเรียนบางคนให้ข้อมูลว่า "ตนเองสามารถทำงานได้ถูกต้องทั้งหมด" บางคนให้ข้อมูลว่า "ทำงานได้ไม่ถูก" "ต้องปรับปรุงข้อบกพร่องคือต้องรอบคอบ" "เมื่อหาคำตอบได้แล้วต้องมีการตรวจสอบคำตอบ" หรือบางคนบอกว่า "เป็นเพราะว่าทำงานข้ามขั้นตอนเลยหาคำตอบผิด" จากการมอบหมายให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะซักถามครูว่าผลลัพธ์ที่ทำถูกต้องหรือไม่ และมีการตรวจสอบผลลัพธ์ของตนเองกับกลุ่มอื่น ๆ เป็นต้น

4. การเชื่อมโยงสาระที่เรียนรู้

ในกระบวนการเรียนการสอน ได้กระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างแผนภาพความรู้ในบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจากผลงานการสร้างแผนภาพความรู้ของนักเรียนพบว่า นักเรียนทุกกลุ่มสามารถสร้างแผนภาพความรู้ในเนื้อหาของบทเรียนนั้นได้ และนักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งได้เสนอแผนภาพความรู้ที่มีการเชื่อมโยงความรู้จากบทเรียนที่ผ่านมา ขณะที่นักเรียนอีกส่วนหนึ่งสร้างแผนภาพความรู้ที่เชื่อมโยงเฉพาะในเนื้อหาที่เรียนในบทเรียนนั้น ๆ

ตัวอย่างของนักเรียนบางกลุ่มที่สร้างแผนภาพความรู้ที่มีการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนมาแล้ว เช่น การสร้างแผนภาพความรู้ในเนื้อหาเรื่อง การหาคำตอบของสมการชั้นเดียวสองตัวแปร พบว่า นักเรียนบางกลุ่มได้เชื่อมโยงเนื้อหาเรื่อง สมการชั้นเดียวสองตัวแปร กับสมการชั้นเดียวหนึ่งตัวแปร โดยนักเรียนได้ประมวลสาระที่ได้เรียนรู้มาก่อนและสาระที่กำลังเรียนรู้ แล้วจัดระบบเนื้อหา สร้างความเข้าใจของตนเอง ดังตัวอย่างในแผนภาพที่ 14 (ในภาคผนวก จ.) และในการเชื่อมโยงสาระที่เรียนรู้ของนักเรียน นอกจากการเชื่อมโยง โดยมีการประมวล จัดลำดับสาระแล้วยังพบว่า นักเรียนบางกลุ่มมีการจัดสาระที่เรียนรู้ แล้วสรุปเป็นข้อความรู้ เชื่อมโยงข้อความรู้ต่าง ๆ ของสาระนั้นไว้ด้วยกัน เช่น ตัวอย่างการสรุปข้อความรู้ในแผนภาพที่ 15 (ในภาคผนวก จ.)

แผนภาพที่นักเรียนนำเสนอแสดงให้เห็นถึงความรู้ที่นักเรียนได้ทำความเข้าใจและสร้างแผนภาพขึ้นมาเป็นตัวแทนความรู้ในเรื่องนั้น ๆ แผนภาพความรู้ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้เพื่อการทำความเข้าใจเนื้อหาสาระที่เรียนรู้ใน 2 ลักษณะ คือ

1) กระบวนการตามแนวคิดการประมวลสารสนเทศ นักเรียนได้แสดงถึงการประมวลข้อมูลและการจัดลำดับความคิดของนักเรียน โดยเริ่มจากนักเรียนให้ความสนใจในสาระเรื่องการหาคำตอบของสมการชั้นเดียวสองตัวแปร ผ่านการรับรู้จากการเห็นและการได้ยินแล้วผ่านเข้าสู่ความจำระยะสั้น ซึ่งเป็นส่วนปฏิบัติการในการประมวลข้อมูล นักเรียนมีการพิจารณาว่า การหาคำตอบของสมการชั้นเดียวสองตัวแปรจะต้องหาค่าตัวแปรสองตัวที่อยู่ในรูปของคู่อันดับ และจะต้องมีการตรวจสอบคำตอบก่อนจึงจะถือว่าเป็นคำตอบของสมการชั้นเดียวสองตัวแปรที่เพิ่งเรียนมา กับสมการชั้นเดียวตัวแปรเดียวหรือหนึ่งตัวแปรที่เคยเรียนมาก่อน หรือความรู้เดิมของนักเรียนที่อยู่ในความจำระยะยาว โดยดูจากคำตอบของสมการ ถ้าเป็นสมการชั้นเดียวตัวแปรเดียว คำตอบจะมีหนึ่งคำตอบ แต่ถ้าเป็นสมการชั้นเดียวสองตัวแปร คำตอบจะออกมาเป็นคู่เหมือนมีคำตอบสองคำตอบออกมาคู่กัน ซึ่งก็คือค่าของตัวแปรแต่ละตัวนั่นเอง

นอกจากนี้ในแผนภาพที่ 15 (ในภาคผนวก จ.) เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการสรุปข้อความรู้ของนักเรียนที่นักเรียนใช้กระบวนการตามแนวคิดการประมวลสารสนเทศมาดำเนินการกับข้อมูลที่เรียนรู้ โดยแสดงการจัดระเบียบข้อมูลที่แสดงความเชื่อมโยงของสาระข้อมูลที่เรียนรู้ใหม่ คือเรื่องร้อยละและเรื่องสมการชั้นเดียวสองตัวแปร กับความรู้เดิมที่เก็บอยู่ในความจำระยะยาว คือ การเปรียบเทียบข้อมูล ในที่นี้คือการเปรียบเทียบสิ่งของต่อจำนวนหนึ่งร้อย กับเรื่องการหาอัตราส่วน สำหรับเรื่องสมการชั้นเดียวสองตัวแปร ความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและใช้เปรียบเทียบ คือ ความรู้เรื่องสมการชั้นเดียวตัวแปรเดียว และการหาคำตอบของสมการ สาระข้อมูลที่เรียนรู้ใหม่ จะเชื่อมโยงอยู่กับความรู้เดิมที่นำออกมาจากความจำระยะยาว และจะเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบและมีความหมาย ทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย จึงเป็นตัวแทนความรู้ที่นำไปเก็บจำในความจำระยะยาวอย่างมีความหมาย และอย่างเข้าใจในเรื่องที่เรียนนั้น ซึ่งจะส่งผลต่อความคงทนของความรู้ ทำให้เก็บจำได้ดี และยังจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วย เนื่องจากนักเรียนมีการเรียนรู้สาระต่าง ๆ อย่างเข้าใจและมีความหมาย จึงทำให้การนำความรู้ออกมาใช้ สามารถกระทำได้อย่างมีประสิทธิผล

2) กระบวนการตามแนวคิดการรู้คิด นักเรียนได้แสดงการรู้คิดของตนเอง ผ่านการแสดงออกโดยการสร้างแผนผังความรู้และการสรุปข้อความรู้เป็นผังภาพความรู้ ซึ่งเป็นการแสดงตัวแทนความรู้ที่จะนำไปสู่การเก็บจำในความจำระยะยาวต่อไป การสร้างแผนภาพของนักเรียนได้สะท้อนให้เห็นถึงการรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ของนักเรียน ดังปรากฏในแผนภาพที่ 14 และ 15 (ในภาคผนวก จ.) นักเรียนได้ไตร่ตรองความคิดของตนเองในเรื่องข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียนรู้ ทั้งที่เป็นข้อมูลที่ผ่านการเห็นหรือการได้ยิน และข้อมูลที่นักเรียนมีความรู้อยู่เดิม

นอกจากนั้นนักเรียนก็จะคิดต่อไปว่า จะดำเนินการจัดระเบียบความรู้อย่างไรเพื่อที่จะสร้างแผนผังความรู้ออกมาให้สำเร็จ ซึ่งแสดงถึงนักเรียนได้สร้างเป้าหมายในการทำงานให้กับตนเอง ต่อจากนั้นนักเรียนได้มีการวางแนวทางในการจัดระเบียบความรู้ หรือลำดับความสัมพันธ์ของความรู้ที่เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกัน ข้อมูลใดควรจะอยู่ลำดับต้น ๆ และข้อมูลใดควรที่จะอยู่ลำดับถัดมา และมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันภายใต้กฎเกณฑ์หรือหลักการใด สิ่งเหล่านี้แสดงถึงนักเรียนได้มีการวางแผนในการทำงานให้กับตนเอง ดังตัวอย่างที่นักเรียนกำลังลำดับความคิดในเรื่องการหาคำตอบของสมการชั้นเดียวสองตัวแปรในแผนภาพที่ 14 (ในภาคผนวก จ.) และการสร้างแผนภาพสรุปข้อความรู้เรื่องร้อยละ และเรื่องสมการชั้นเดียวสองตัวแปรกับสมการชั้นเดียวตัวแปรเดียว ในแผนภาพที่ 15 (ในภาคผนวก จ.) เมื่อนักเรียนได้มีการวางแผนดังกล่าวข้างต้นแล้ว นักเรียนก็จะลงมือเขียนแผนผังความรู้และสรุปข้อความรู้ออกมา ตามที่ได้คิดและกำหนดไว้ ขณะเดียวกัน ก็จะตรวจสอบความเข้าใจไปด้วยว่าสิ่งที่เขียนออกมานั้น หรือคิดออกมานั้นถูกต้องหรือไม่ และมีความครบถ้วนหรือไม่ ยังมีส่วนใดที่ต้องปรับแก้ ซึ่งเป็นการประเมินผลงานที่ได้ออกมา การกระทำต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นนั้นของนักเรียน แสดงถึงนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในตนเองอย่างชัดแจ้งว่า จะต้องดำเนินขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้เสมอเมื่อต้องเรียนรู้หรือทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงถึงนักเรียนมีความตระหนักรู้ในการรู้คิดในตนเองของนักเรียน

จากข้อมูลเชิงคุณลักษณะข้างต้น จะเห็นได้ว่า ระหว่างการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น นักเรียนได้แสดงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการประมวลข้อมูล การสร้างความเข้าใจ การจัดระบบความคิด การเชื่อมโยงข้อมูล มีการกำหนดแนวทางในการทำงาน การกำกับตรวจสอบ การประเมินความรู้ความเข้าใจ ประเมินการทำงาน และประเมินผลงานของนักเรียน