

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของบลูม เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมเอกสาร รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการวิจัยและดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์
 - 1.2 หลักการและวิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.3 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

- 1.3.1 สาระหลักของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 1.3.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 1.3.3 ทศนิยมและเศษส่วนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.4 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

- 1.4.1 ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 1.4.2 การจำแนกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 1.4.3 แนวการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 1.4.4 เกณฑ์การวัดและประเมินผลทักษะและกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์

1.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.6 แนวคิดพื้นฐานการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.7 การประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.7.1 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.7.2 แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

- 2.1 แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
- 2.2 หลักการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
- 2.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
3. เทคนิคการใช้คำถาม
 - 3.1 ความสำคัญของการใช้คำถาม
 - 3.2 เทคนิคการใช้คำถามในการเรียนการสอน
 - 3.3 การใช้คำถามตามแนวคิดของบลูม (Bloom)
4. การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.2 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.3 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
 - 5.4 แนวการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
6. เจตคติ
 - 6.1 ความหมายของเจตคติ
 - 6.2 การวัดเจตคติ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ ทำให้เกิดการพัฒนาด้านต่างๆ ทุกคนจึงปฏิเสธไม่ได้ถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่มีต่อความเจริญก้าวหน้าและการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ ดังนี้

สุชาติ ผุดผอง (2542, หน้า 2-3) กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทำให้มีการพัฒนาด้านต่างๆ อย่างรวดเร็ว กล่าวคือ

คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญต่อการเรียนรู้ ช่วยฝึกความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการแก้ปัญหา รวมทั้งความเป็นระเบียบ รอบคอบ ความละเอียดถี่ถ้วน

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 1) กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้าทางดานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลกในปัจจุบันเจริญขึ้นต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่มีสมบูรณ์ เป็นพลเมืองที่ดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความคิดที่มีเหตุผล ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิดมีการวางแผนในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมีลักษณะของความเป้นผู้นำในสังคม

นวิวรรณ เสวตมาลย (2545, หน้า 20-21) กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อมนุษย์ 3 ดาน คือ

1. การนำไปใช้ใ้ชีวิตจริง (Practical values) ได้แก่ การนำไปใช้ในชีวิิตประจำวัน และในงานอาชีพ ซึ่งอาชีพเกือบทุกแขนงไม่ว่าจะเป็นทางดานวิทยาศาสตร์หรือสังคมศาสตร์ จำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์
2. การฝึกวินัย (Disciplinary values) คณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัย และเจตคติดานความมีระเบียบวินัยให้แกผู้เรียน รวมไปถึงความมีเหตุผล การเคารพกฎกติกาของสังคม
3. คุณคาคานวัฒนธรรม (Cultural values) คณิตศาสตร์ถือว่าเป็นความรู้เบื้องต้นที่มนุษย์ได้เรียนรู้และสืบทอดต่อกันมาแต่โบราณจนถึงปัจจุบัน แสดงให้เห็นถึงรากเหงา และความเป็นอยู่ของมนุษย์ ซึ่งความเจริญงอกงามทางดานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นผลมาจากความเจริญและวิวัฒนาการทางคณิตศาสตร์นั่นเอง

สุวร กาญจนมยุร (2549, หน้า 1) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพทางสมองในดานความคิด การตัดสินใจให้เหตุผล การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของวิชาการแขนงต่างๆ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 1) กล่าวว่า คณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยใหคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ใน

ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางดานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาทั้งหลายได้สรุปได้ว่า คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้าในด้านต่างๆ และจากการสืบทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์จากอดีตถึงปัจจุบัน ได้ทำให้เกิดการพัฒนาดานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ รวมไปถึงการพัฒนาความคิดที่เป็นระบบ ทำใ้มนุษย์รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพของชีวิต และเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. หลักการและวิธีจัดการเรียนรูคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรูคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนจำเป็นต้องทราบถึงหลักการและวิธีจัดการเรียนรูคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์สูงสุดในการเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการจัดการเรียนรูคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 หลักการจัดการเรียนรูคณิตศาสตร์

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544, หน้า 9) ได้เสนอแนวคิด เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ และประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนต้องรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล ต้องรู้ว่ากำลังจัดการเรียนรู้ในเรื่องอะไร และต้องรู้วิธีการจัดการเรียนรูอย่างมีศิลปะ ควรเริ่มต้นบทเรียนโดยการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรูอย่างมีประสิทธิภาพ และวางแผนการจัดการเรียนรูให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบ เพื่อช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สิริพร ทิพยคง (2545, หน้า 110-111) ได้เสนอแนวคิด เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรูคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม
2. ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวก่อนที่จะเรียนรู้สิ่งที่อยู่ไกลตัว
3. เรียนรูจากเรื่องที่ยากก่อนเรื่องที่ยาก

4. เรียนรู้โดยตรงตามเนื้อหาที่ต้องการ
5. เรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนโดยใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล
6. ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานเพลิดเพลิน
7. ครูต้องมีจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้ผู้เรียน
8. จัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการกับวิชาอื่นๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 9-10)

ไดเสนอแนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ต้องมีความสอดคล้องระหว่างแนวทางการวัดผลประเมินผลของสถานศึกษา กับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ความต้องการของท้องถิ่น ความเหมาะสมกับวัย ระดับพัฒนาการและประสบการณ์ของผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

2. กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และแนวทางการวัดผลประเมินผล มีความหลากหลายและเหมาะสมต่อความสามารถของผู้เรียน

3. การมีส่วนร่วมของผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ในการจัดทำกรอบการวัดผลประเมินผล เกณฑ์การให้ระดับคุณภาพ และดำเนินการวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอตามมาตรฐานที่กำหนด

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552 ก, หน้า 9) ไดเสนอแนวคิดเกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ ที่ช่วยให้ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา และปฏิบัติงานเพื่อสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนเป็นผู้นับสนุนจัดสถานการณ์ ให้เอื้อต่อการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล พัฒนาผู้เรียนอย่างสมวัย ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญา ครูผู้สอนจึงควรมีข้อมูลของผู้เรียนเป็นรายบุคคล สำหรับใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความแตกต่างของผู้เรียน

3. การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการพัฒนาการทางสมอง โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสมกับการทำงานของสมอง ซึ่งจะส่งผล

ให้ผู้เรียนมีจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ทำงานและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

2.2 วิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วิธีจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ เป็นสิ่งสำคัญ และมีความจำเป็นที่ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ต้องรู้ เพื่อจะได้จัดการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งได้มีนักการศึกษาเสนอแนะวิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

ทองระยา นัยชิต (2544, หน้า 12-14) ได้เสนอแนะวิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอภิปรายโดยการระดมความคิด เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีวิธีจัดการเรียนรู้ที่สามารถสรุปได้ดังนี้

1. วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์จริงมากที่สุด
2. สำรวจความรู้พื้นฐานของผู้เรียน เพื่อให้ทราบความต้องการของผู้เรียน
3. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน
4. ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการทบทวนความรู้พื้นฐาน จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามเนื้อหา มีการอภิปรายและสรุปความรู้ที่ได้ รวมทั้งให้ฝึกทักษะ และประเมินผลงานรวมกัน

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 116-117) ได้เสนอแนะวิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. วิธีจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย โดยครูเล่าเนื้อหาให้นักเรียนฟัง เน้นลักษณะและความสำคัญของเนื้อหาที่ต้องให้นักเรียนทราบ ซึ่งเหมาะกับนักเรียนจำนวนมาก เช่น การเล่าประวัติของจำนวนและตัวเลข ประวัติตรีโกณมิติ เป็นต้น
2. วิธีจัดการเรียนรู้แบบอธิบายและแสดงเหตุผล โดยครูเป็นผู้อธิบาย แสดงเหตุผล วิเคราะห์ เหมาะกับนักเรียนที่มีประสบการณ์น้อย ไม่สามารถคิดได้ด้วยตนเองได้ทั้งหมด
3. วิธีจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม มุ่งให้ความรู้กับนักเรียนด้วยการถามตอบ โดยใช้คำถามอย่างต่อเนื่องแล้วให้นักเรียนคิดตามจนสามารถสรุปเองได้
4. วิธีจัดการเรียนรู้แบบสาธิต ครูทำหน้าที่แสดงหรือกระทำเป็นตัวอย่าง โดยใช้สื่อรูปธรรมเพื่ออธิบายสิ่งที่เป็นามธรรม และอาจใช้คำถามประกอบให้

นักเรียนคิดตาม

5. วิธีจัดการเรียนรู้แบบทดลอง นักเรียนทำหน้าที่ทดลองด้วยตนเอง แล้วสรุปเป็นความคิดรวบยอดในสิ่งที่ได้ทดลอง

6. วิธีจัดการเรียนรู้แบบระดมความคิด โดยให้นักเรียนระดมความคิดอภิปรายในการพิจารณาปัญหาใดปัญหาหนึ่ง และใช้เหตุผลคนหาข้อเท็จจริง

7. วิธีจัดการเรียนรู้แบบวิเคราะห์-สังเคราะห์ ซึ่งนำมาใช้ในการพิสูจน์ พิจารณาจากผลไปหาเหตุ โดยศึกษาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร แล้วเชื่อมโยงกับสิ่งที่โจทย์ถามกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปของสิ่งที่ต้องการทราบ

โกสุม กรีทอง (2551, หน้า 40-41) ได้เสนอแนะวิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบใช้คำถามเพื่อชี้แนวทางการปฏิบัติกิจกรรม และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดทางคณิตศาสตร์ มีวิธีจัดการเรียนรู้ ที่สามารถสรุปได้ดังนี้

1. คำถามเริ่มต้น เพื่อตีกรอบความคิดของนักเรียนให้อยู่ในขอบเขตที่ต้องการ เช่น นักเรียนจะจัดกลุ่มรูปเรขาคณิตเหล่านี้ได้อย่างไรดี รูปที่กำหนดให้สามารถนำมาประกอบเป็นรูปอะไรได้บ้าง เป็นต้น

2. คำถามกระตุ้นความคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้สังเกตเห็นแบบรูปและความสัมพันธ์ เช่น รูปที่กำหนดให้มีอะไรเหมือนกัน นักเรียนสามารถนำรูปที่กำหนดให้มาจัดกลุ่มได้หรือไม่ เป็นต้น

3. คำถามวัดและประเมินผล โดยให้นักเรียนอธิบายระดับความเหมาะสมของกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ หรืออาจทำโจทย์ที่มีการแสดงวิธีทำ ตัวอย่างคำถาม เช่น นักเรียนได้คนพบอะไรบ้าง นักเรียนหาได้อย่างไร เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตัดสินใจเช่นนี้ เป็นต้น

4. คำถามอภิปรายสรุป เป็นการระดมความคิดของนักเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเปรียบเทียบวิธีการคิดและคำตอบ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินผลงานตนเอง ตัวอย่างคำถาม เช่น ใครได้คำตอบที่แตกต่างจากนี้บ้าง นักเรียนคิดว่าเราได้คำตอบที่ดีที่สุดหรือยัง เป็นต้น

จากหลักการและวิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่นักการศึกษาได้เสนอแนวคิดไว้ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า หลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนต้องจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและ พัฒนาการทางสมอง จัดกิจกรรมใหม่ที่มีความน่าสนใจด้วยสื่อการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม

เพื่อกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ วางแผนจัดการเรียนรู้ใหม่มีความสอดคล้องของ
 ระหวางหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล โดยคำนึงถึงการพัฒนา
 ผู้เรียนใหม่คุณภาพในทุกๆ ด้าน รวมทั้งครูผู้สอนต้องมีวิธีจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องต่อ
 ความต้องการของผู้เรียน ซึ่งวิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบต่างๆ ควรเริ่มจากการปรับ
 ความรู้และประสบการณ์พื้นฐาน จนกระทั่งให้นักเรียนได้อภิปรายและสรุปความรู้ที่ได้โดย
 ใช้วิธีจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้มีโอกาสซักถาม แสดงความคิดเห็น ตอบคำถาม
 และมีส่วนรวมในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นสนใจเรียน

3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย องค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ และ
 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 จำเป็นต้องเรียนรู้ ดังนี้ การนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการ
 การแก้ปัญหา การดำเนินชีวิตและศึกษาต่อ การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
 พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 10)
 ตามแนวทางของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิด
 โอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระ
 หลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551,
 หน้า 1)

3.1 สาระหลักของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

จำนวนและการดำเนินการ : ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน
 ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน
 ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด : ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและ
 เวลา หน่วยวัด ระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ
 การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

เรขาคณิต : รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และ
 สามมิติ การนึ่งภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลง

ทางเรขาคณิต(geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation)

การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

พีชคณิต : แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต และการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต อนุกรมเลขคณิต ลำดับเรขาคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น : การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็นในการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

3.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้ อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3.3 ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดตัวชี้วัดชั้นปี และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไว้ดังนี้

3.3.1 ตัวชี้วัดชั้นปี

3.3.1.1 ระบุหรือยกตัวอย่างและเปรียบเทียบ เศษส่วนและทศนิยม

3.3.1.2 บวก ลบ คูณ และหารเศษส่วนและทศนิยม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารเศษส่วนและทศนิยม

3.3.2 สาระการเรียนรู้แกนกลาง

3.3.2.1 ทศนิยมและเศษส่วน การเปรียบเทียบทศนิยมและเศษส่วน

3.3.2.2 การบวก การลบ การคูณและการหารทศนิยมและ

เศษส่วน

3.3.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างทศนิยมและเศษส่วน

ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็มซึ่งประกอบด้วย ทศนิยมและการเปรียบเทียบทศนิยม การบวกและการลบทศนิยม การคูณและการหารทศนิยม เศษส่วนและการเปรียบเทียบเศษส่วน การบวกและการลบเศษส่วน การคูณและการหารเศษส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างทศนิยมและเศษส่วน โอกาสของเหตุการณ์ ซึ่งควรให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจถึงหลักเกณฑ์ และวิธีการในการบวก การลบ การคูณ และการหารทศนิยมและเศษส่วน ถ้าให้นักเรียนจำหลักเกณฑ์ และวิธีลัดโดยไม่เข้าใจที่มาและเหตุผล อาจทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริง ไม่เห็นธรรมชาติและวิวัฒนาการของคณิตศาสตร์

จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับระบบจำนวนเต็มดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความจำเป็นสำหรับผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูต้องจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นอกจากนี้ครูยังต้องใช้รูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อให้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองเต็มตามศักยภาพ

แนวคิดเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต้องให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้และด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ควบคู่กันไป เพื่อให้สามารถนำความรู้ที่ได้รับ ไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งมีนักการศึกษาให้ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สิริพร ทิพยคง (2545, หน้า 97) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 136) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการพิสูจน์ การสื่อสาร การเชื่อมโยง การนำเสนอและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยผู้เรียนมีการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหา สามารถให้

เหตุผลและใช้วิธีการพิสูจน์ที่หลากหลาย นำเสนอแนวคิดได้อย่างตรงประเด็น และเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งสามารถสังเคราะห์แนวคิด ตัดสินใจและสร้างผลงานชิ้นใหม่ได้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 3) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้ เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ดนิตา ชื่นอารมณ (2552, หน้า 21) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้งานหรือนำไปใช้ในชีวิตจริง ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง และความคิดสร้างสรรค์ ครูผู้สอนควรเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน โดยเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้และวุฒิภาวะของผู้เรียน

จากความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษา กล่าวไว้ สรุปได้ว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. การจำแนกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 2-4) ได้จำแนกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ได้แก่ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน สรุปได้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การให้ผู้เรียนรู้จักเรียนรู้การแก้ปัญหา นับว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้แนวคิด

เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแง่มุมต่างๆ ดังนี้

จิวรรณ เศวตมาลย์ (2544, หน้า 55) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบลองผิดลองถูก ด้วยการคิดอย่างมีเหตุผลไปพร้อมกับการแก้ปัญหา การใช้สื่ออุปกรณ์ที่เหมาะสมมาประกอบเพื่อทำให้สถานการณ์ดูเหมือนจริง มีการคนหารูปแบบที่ท้าทายความคิด และการแสดงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้การแก้ปัญหา

สิริพร ทิพยคง (2545, หน้า 97) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนฝึกฝนการใช้ความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการกฎหรือสูตร ครูผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ โดยเริ่มทำความเข้าใจวิเคราะห์ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาแล้วพิจารณาคำตอบ

รัชดา ยাত্রา (2552, หน้า 36) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้ยึดการหาคำตอบ แต่เน้นที่วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และนำไปสู่คำตอบพร้อมด้วยเหตุผลในการหาคำตอบ ซึ่งการแก้ปัญหาย่อมเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และมีการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนกลุ่มเล็กๆ ซึ่งจะทำให้ได้ผลดีกว่าคิดเพียงคนเดียว

Polya (1957, pp. 16–17) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ประกอบด้วย การทำความเข้าใจกับปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผล โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิดและตัดสินใจอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา มีเงื่อนไขอะไรบ้าง เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ จากนั้นกำหนดแนวทางและยุทธวิธีที่จะนำไปใช้แก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติตามแนวทางที่ได้วางแผนไว้แล้ว ดำเนินการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ รวมทั้งพิจารณาวามีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาลักษณะอื่นอีกหรือไม่

จากแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาถวิลหาได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการค้นหาคำตอบโดยอาศัยทักษะการคิดวิเคราะห์ การใช้เหตุผล วางแผนการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การลงมือปฏิบัติตามแผนจนได้คำตอบที่มีความสมเหตุ

สมผล ครูผู้สอนจึงควรมีเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล เป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 99) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนในด้านความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดสถานการณ์โจทย์ปัญหาที่น่าสนใจ ไม่น่าเบื่อเกินไป เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและใช้เหตุผลของตนเอง ควรมีการตรวจสอบข้อมูลด้วยการร่วมกันสรุปอภิปรายผล นอกจากนี้ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจคนหาคำตอบ ซึ่งคำถามที่ใช้ควรกระตุ้นนักเรียนด้วยคำว่า ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด

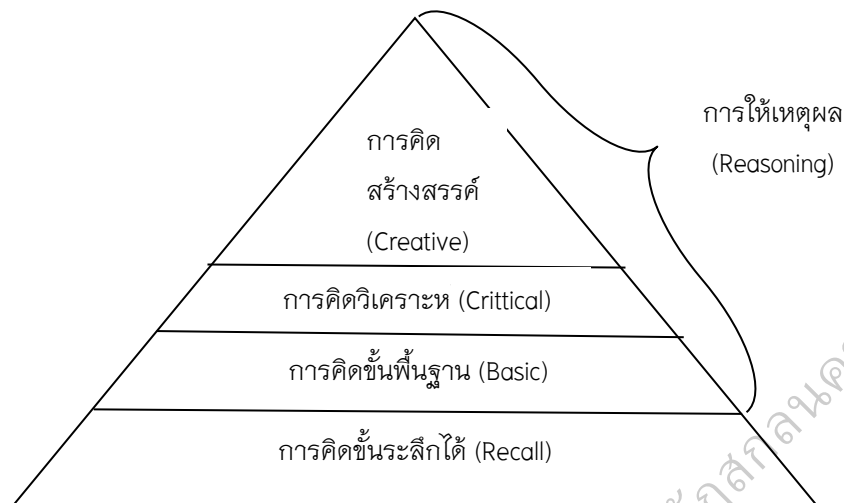
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 38-39) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมแนวคิด หรือสถานการณ์ต่างๆ มาเชื่อมโยงกัน เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงหรือเกิดสถานการณ์ใหม่ ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

2.1 การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหารูปแบบนำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งเชื่อว่าน่าจะถูกต้อง หรือเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริง และยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนี้ว่า ขอความคาดการณ

2.2 การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่นำสิ่งที่รู้ว่า เป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อ้างจากสิ่งที่รู้ว่า เป็นจริงนั้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ ซึ่งผลสรุปที่สมเหตุสมผลนั้นอาจเป็นเท็จก็ได้ ดังนั้นในการให้เหตุผลแบบนิรนัยต้องตรวจสอบก่อนว่าเหตุที่ยอมรับนั้นเป็นจริงหรือไม่

Krulik and Rudnick (1995, p. 3) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นสวนสำคัญของกระบวนการคิดโดยแบ่งกระบวนการคิดออกเป็น การคิดขั้นระลึกได้ การคิดขั้นพื้นฐานการคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ โดยการให้เหตุผลนั้นจะอยู่เหนือระดับการ

คิดขั้นระลึกได้ ซึ่งประกอบด้วยการคิดขั้นพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์
ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ลำดับขั้นการให้เหตุผล

ที่มา : Krulik and Rudnick (1995, p. 3)

จากภาพประกอบ 2 แสดงลำดับขั้นการให้เหตุผล ซึ่งจะเห็นได้ว่าการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการคิดในขั้นต่างๆ ตั้งแต่การคิดขั้นพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการ ด้านการให้เหตุผลของผู้เรียน

จากแนวคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผลโดย การเชื่อมโยงข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ต่างๆ ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ ความคิดอย่าง เป็นอิสระ ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์ อันนำไปสู่ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในที่สุด

3. การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ
การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูผู้สอนสามารถสอดแทรกกิจกรรมเพื่อ
ให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะและกระบวนการด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทาง

คณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ได้ในทุกเนื้อหา ซึ่งมีนักการศึกษาให้แนวคิดเกี่ยวกับการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ดังนี้

สิริพร ทิพยคง (2545, หน้า 100) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะและกระบวนการในดานการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ซึ่งครูผู้สอนสามารถทำได้ในทุกเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา อาจมีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง ตาราง กราฟ โดยการสอดแทรกอยู่ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์

สุจิตา เกตุแก้ว (2547, หน้า 21) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอโดยการเขียนวิธีการคิด กระบวนการแก้ปัญหาหรือแนวความคิดของตนเอง ว่ามีความเข้าใจเป็นอย่างดี เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ไม่กล้าแสดงออกโดยการพูดได้แสดงออกโดยการเขียน และยังทำให้ครูผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ เพราะสิ่งที่เขียนนั้นได้แสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกัน ซึ่งการสื่อความหมายหรือนำเสนอโดยการเขียนนั้น เป็นทักษะที่จำเป็นในการคิดขั้นพื้นฐาน ที่จะกระตุ้นให้เกิดความคิดในระดับสูงต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 60-63) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ สามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งไปยังผู้รับสาร ซึ่งจะมีประสิทธิภาพ ถ้าการสื่อสารนั้นมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และรูปแบบของการสื่อสารที่ถูกต้องชัดเจน มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ส่งและผู้รับสาร ส่วนการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นกระบวนการสื่อสารที่มีการนำเสนอผ่านช่องทางสื่อสาร และมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน และแบบจำลอง เป็นต้น มาช่วยในการสื่อความหมายด้วย นอกจากนี้กิจกรรมที่จะช่วยส่งเสริมการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ที่ครูผู้สอนสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ ได้แก่ การสืบสวนสอบสวน การเขียนอนุทิน การเขียนรายงาน และการเขียนโปสเตอร์

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 1989, p. 214) ได้ให้แนวคิดว่าการสื่อสาร การสื่อความหมาย

ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ด้วยการพูด การเขียน การสาธิต หรือการแสดงความคิดเห็นจากข้อมูล ซึ่งผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์ ทำความเข้าใจ แปลความหมาย สรุปแนวคิด และนำเสนอข้อมูลด้วยการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ หรือโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

จากที่นักการศึกษาให้แนวคิดเกี่ยวกับการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ สรุปได้ว่า การฝึกฝนให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ดี ย่อมช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดและรับรู้ข้อมูล แสดงความคิดเห็น และพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น ตลอดจนช่วยให้การเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน สามารถเข้าใจได้อย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง

4. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการอีกด้านหนึ่งที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้เรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาให้แนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 102) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัด ผูกทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องของระหว่างความรู้ ทักษะและกระบวนการที่มีเนื้อหากับงานที่เกี่ยวข้องกัน นอกจากนี้ควรฝึกทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่างๆ ตลอดจนสร้างความรู้ความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นๆ อย่างสมเหตุสมผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 83) ได้ให้แนวคิดว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็เหตุเป็นผลระหว่างความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้

แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งรูปแบบของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
แบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

4.1 การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยง
ที่นำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุ
เป็นผล ทำให้แก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือกะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์
มีความหมายสำหรับนักเรียน

4.2 การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เป็นการเชื่อมโยงที่
นำความรู้ ทักษะและกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุ
เป็นผลกับเนื้อหาวิชาอื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนรู้
คณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียน
คณิตศาสตร์

ศรีสุตา แซ่อึ้ง (2551, หน้า 11) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยง
ทางคณิตศาสตร์ว่าการเชื่อมโยงมีความเกี่ยวข้องของการเรียนรู้และเกิดขึ้นกับผู้เรียน
ตลอดเวลา การเชื่อมโยงทำให้สามารถจัดการกับเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมและแปลความ
หมายของการกระทำ แลวนำเสนอออกมาเป็นรูปภาพ ตารางข้อมูล กราฟ และสัญลักษณ์
ซึ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีหลากหลายรูปแบบ สามารถทำได้โดยให้
ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of
Teachers of Mathematics, 2000, pp. 1-2) ได้ให้แนวคิดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องบูรณาการเนื้อหาสาระทาง
คณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการสร้างแนวคิดต่างๆ ทาง
คณิตศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ หรือขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการ
การแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ ตลอดจนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์
อื่นๆ หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขาย การวางแผนในการออมเงิน การชั่ง
ตวง การคำนวณระยะทาง และเวลา เป็นต้น โดยสามารถใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็น
เครื่องมือในการเรียนรู้ ผู้เรียนจะมีความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และทำให้
การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความหมายต่อผู้เรียน

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ รวมไปถึงการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น โดยสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดขึ้นต้องสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง

5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การจัดการเรียนรู้โดยฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างอิสระ จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในแง่มุมต่างๆ ดังนี้

ศิริกาญจน โกล่อมภ และดารณี คำว่าจัน (2545, หน้า 78) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ โดยพัฒนาได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในทางตรง ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การฝึกฝนอบรม สำหรับทางอ้อม ได้แก่ การจัดบรรยากาศ สิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียน ภายในห้องเรียน ให้ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ โดยการยอมรับในความสามารถของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระเป็นตัวของตัวเอง และกล้าแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

อารี พันธมณี (2545, หน้า 5-6) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ว่าเป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอ่อนกนัย อันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ซึ่งมีใช้เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็เหตุเป็นผลอย่างเดียวกันนั้น หากแต่ความคิดจินตนาการ ก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่กันไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการให้เป็นไปได้ หรือที่เรียกว่าจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 112-113) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ วาเป็นกระบวนการคิดที่อาศัย ความรู้พื้นฐาน การจินตนาการ และวิจารณญาณในการคิด ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานไปจนกระทั่งเป็นความคิดระดับสูง ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ระดับพื้นฐานนั้นเป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นเกือบตลอดเวลา เมื่อต้องการแก้ปัญหาที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ส่วนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ระดับสูงเป็นความคิดที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างกว้างขวาง ดังเช่นผลงานของนักคณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ให้กำเนิดวิชาการบางแขนงทางคณิตศาสตร์ เช่น วิชาแคลคูลัส ซึ่งเป็นวิชาหนึ่งที่มีคุณประโยชน์อย่างมากในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น

Torrance (1962, pp. 91-93) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบสำคัญที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนี้

5.1 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิด เพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกัน หรือหลากหลายวิธี ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วของสมองของนักเรียนที่จะกลั่นคำตอบของปัญหาออกมา

5.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ แลวนำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

5.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้แนวคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดอื่นๆ ที่มีอยู่เดิมและอาจไม่เคยมีใครคิดมาก่อน

จากแนวความคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางการคิดที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ และการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั้น ครูผู้สอนต้องเข้าใจกระบวนการคิดและจัดกิจกรรมที่ฝึกกระบวนการคิดให้กับนักเรียนได้ โดยการจัดประสบการณ์หรือกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดตามองค์ประกอบของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีอิสระในการแสดงออกตามจินตนาการของตนเอง

3. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แนวทางการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่จำเป็นมีดังนี้

(กรมวิชาการ, 2545, หน้า 194)

3.1 การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

การสอนเพื่อให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ต้องให้โอกาสนักเรียนได้คิดด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ จัดสถานการณ์ที่น่าสนใจ ทำท่ายให้ยากคิด เริ่มต้นด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน หรือนักเรียนในกลุ่มโดยเริ่มจากปัญหาที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วประยุกต์ จากนั้นจึงให้สถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างออกไปเรื่อยๆ ในกรณีที่นักเรียนมีความสามารถสูงอาจใช้ปัญหาที่ยากซับซ้อน ต้องใช้ความรู้เพิ่มเติม นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

การพัฒนานักเรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา ครูผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานการเรียนรู้ให้เกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ผูกทักษะการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 11-13)

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะการอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทักษะการแปลความหมายทางภาษา ควรวิเคราะห์ให้ได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร และโจทย์ต้องการให้หาอะไร

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะการนำความรู้ หลักการเรียนรู้หรือทฤษฎีที่เรียนมาแล้ว ทักษะการเลือกวิธีที่เหมาะสม เช่น การเขียนภาพ ใช้ตารางวิเคราะห์ ใช้การสังเกตหาแบบรูป และความสัมพันธ์เขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในบางปัญหาใช้ทักษะใช้ทักษะการประมาณค่า คาดการณ์หรือคาดเดาคำตอบมาประกอบการวางแผน ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญครูผู้สอนควรหากลวิธีฝึกวิเคราะห์แนวคิดในขั้นนี้ให้มาก

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณ หรือวิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะการพิสูจน์ การอธิบาย หรือการแสดงผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะการคำนวณการประมาณค่าตอบ การพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยอาศัยความรู้เชิงจำนวน (number sense) หรือความรู้เชิงปริภูมิ (spatial sense)

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไปและควรเริ่มจากปัญหาที่ง่าย ใกล้ตัวนักเรียนก่อน โดยกำหนดประเด็น

ปัญหาให้คิดและหาคำตอบเป็นลำดับเรื่อยไป จนนักเรียนสามารถหาคำตอบได้ หลังจากนั้นครูผู้สอนค่อยๆ ลดคำถามขึ้นมา สุดท้ายเมื่อเห็นว่านักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาเพียงพอแล้ว จึงให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว อาจให้นักเรียนแก้ปัญหาต่อ แต่ละปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลาย

3.2 การพัฒนาทักษะกระบวนการให้เหตุผล

การสอนให้นักเรียนรู้จักคิดและรู้จักให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ สามารถสอดแทรกได้ทุกเนื้อหา โดยมีองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 14-15)

3.2.1 ให้นักเรียนได้พบโจทย์หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจ ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของนักเรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบ

3.2.2 ให้นักเรียนมีโอกาสเป็นอิสระที่แสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง

3.2.3 ครูผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้นักเรียนว่า เหตุผลของนักเรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

จากที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การเริ่มต้นสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้ และเกิดทักษะในการให้เหตุผล ครูผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ครูผู้สอนต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและคอยช่วยเหลือ พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น ถ้า...แล้ว นักเรียนคิดว่า...จะเป็นอย่างไร นักเรียนที่ให้เหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ ครูผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า ไม่ถูกต้อง แต่อาจให้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่าคำตอบที่นักเรียนตอบมามีส่วนถูกต้อง นักเรียนคนใดจะให้คำตอบ อธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีก เพื่อให้นักเรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น สถานการณ์ที่กำหนดให้ ควรเป็นปัญหาปลายเปิด (open-ended problem) ที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

3.3 การพัฒนาทักษะกระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ

การพัฒนาทักษะกระบวนการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอเป็นทักษะกระบวนการสูง ที่นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนให้รู้จักคิด วิเคราะห์ วางแผน ประเมินเนื้อหาอย่างมีเหตุผล นักเรียนจะเห็นความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์กับเรื่องอื่นๆ สามารถสื่อความหมายของปัญหาที่พบด้วยคณิตศาสตร์ เป็นการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้รับรู้และนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันในงานอาชีพ และการศึกษาคณิตศาสตร์

หรือศาสตร์อื่นๆ ในขั้นสูงต่อไป การสอนเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการสื่อสาร สื่อ ความหมายและการนำเสนอ หลักสำคัญต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยเน้น นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้สื่อที่เป็นรูปธรรมเพื่อนำไปสู่เรื่องที่เป็นนามธรรม เนื้อหาที่ใช้ในการฝึกทักษะกระบวนการนี้ทำได้ในทุกเรื่องที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา นักเรียนต้องฝึกทักษะการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่างๆ เพื่อสื่อ ความหมายแล้วนำความรู้อธิบายปรากฏการณ์ และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน

การจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะกระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายและ การนำเสนอ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล มีแนวทางใน การดำเนินการดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 15-18)

3.3.1 กำหนดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและไม่ยากเกินที่ นักเรียนจะตอบได้

3.3.2 นักเรียนลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางในการให้เหตุผลของนักเรียนได้ถูกต้อง

การฝึกทักษะกระบวนการด้านนี้ต้องทำอย่างต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ ทุกขั้นตอนของการสอนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนคิดตลอดเวลาที่เป็นปัญหาว่า ทำไมต้อง เป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร จะใช้ภาพตาราง หรือกราฟช่วยในการสื่อความหมาย เขียนรูปแบบของปัญหาอย่างไร และใช้วิธีใดหาคำตอบ การสอนเพื่อให้นักเรียนมีทักษะ กระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มีกระบวนการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การใช้คำถามให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา โดยถามสิ่งที่โจทย์ ต้องการหาและสิ่งที่โจทย์บอก

ขั้นที่ 2 การใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐานที่ต้องนำมาใช้ในการ แก้ปัญหา เช่นทฤษฎีที่อ้างอิงหรือสมบัติต่างๆ

ขั้นที่ 3 การใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเขียนรูปแบบ แผนภาพ กราฟ หรือตารางในการสื่อความหมายที่จะโยงไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การหาคำตอบของปัญหา บางปัญหาต้องใช้การคิดคำนวณ บางปัญหาต้องใช้กระบวนการใช้เหตุผลประกอบ ซึ่งนักเรียนอาจต้องฝึกวิธีนำเสนอโดยการ พูดหรือเขียนเพื่อแสดงความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.4 การพัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยง

ในการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีเนื้อหาสาระหลายเรื่อง หลายหัวข้อ การที่จะเรียนคณิตศาสตร์ให้เกิดความรู้และเป็นพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อขั้น จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องการวัดนำไปใช้ในการหาความยาวรอบรูปและพื้นที่ตลอดจนการเขียนแผนผังเป็นต้น นอกจากนี้การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์แล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหาองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์อื่น ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 18-19)

3.4.1 มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น

3.4.2 มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงสถานการณ์หรืองานอื่นได้เป็นอย่างดี

3.4.3 มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้อง เชื่อมโยงระหว่างความรู้ทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหาและงานอื่นที่เกี่ยวข้อง

3.4.4 มีทักษะในการสร้างแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

3.4.5 มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดคล้องกับการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ สาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้กระบวนการคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง และมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยง ครูผู้สอนอาจมอบหมายงาน หรือกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าความรู้เกี่ยวกับกิจกรรม แล้วนำเสนองานต่อครูผู้สอน นักเรียนมีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกันได้

3.5 การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ การเปิดโอกาสให้นักเรียนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ ภายใต้การให้คำแนะนำของครูผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถเริ่มต้นจากการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะกับวัยของนักเรียน และปัญหาของนักเรียน สามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาควรจัดกิจกรรมในลักษณะร่วมกันแก้ปัญหา ให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา ปัญหาที่มีหลายคำตอบ หรือปัญหาที่หลายแนวคิด เป็นปัญหาที่ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และศักยภาพของนักเรียน ครูผู้สอนต้องแสดงให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของแนวคิด หรือวิธีการหาคำตอบนั้น ด้วยการส่งเสริมและยอมรับแนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลายของนักเรียน การให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้แนวคิด หรือวิธีการที่หลากหลายเป็นสิ่งที่มีคุณค่ามากกว่าการให้นักเรียนมีประสบการณ์แก้ปัญหาหลายๆ ปัญหา โดยใช้แนวคิดหรือวิธีคิดเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้การให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้นเอง โดยอาศัยประสบการณ์ของนักเรียน ที่ได้จากการแก้ปัญหาที่คล้ายกัน ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจปัญหาได้อย่างแท้จริง และเป็นการส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 20-22)

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การตั้งคำถามต้องไม่จำกัดความคิด ว่ามีเพียงคำตอบเดียว ควรให้นักเรียนได้สร้างสถานการณ์เอง ในด้านการประเมินชิ้นงาน ต้องประเมินอย่างน้อย 4 ด้าน คือ ความคล่อง ความยืดหยุ่น ความเป็นต้นตำหรับ และการแสดงรายละเอียด ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตั้งเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

4. เกณฑ์การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 135-139) ได้อธิบายว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ สามารถกำหนดวิธีการและเครื่องมือสำหรับวัดและประเมินผล วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ได้แก่ การสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การประเมินชิ้นงาน เครื่องมือ ได้แก่ แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบประเมินคุณภาพ

เกณฑ์การประเมินเป็นแนวทางให้ครูผู้สอน ใช้เป็นกรอบแนวทางในการประเมินคุณภาพนักเรียนด้านต่างๆ เช่น แบบทดสอบที่เป็นปรนัยเลือกตอบ สามารถกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างกว้างๆ คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน แบบทดสอบที่เป็นอัตนัยหรือแบบความเรียง สามารถกำหนดได้มากกว่า 2 ระดับ เช่น อาจกำหนดเป็น 4 คะแนน แล้วพิจารณากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนลดหลั่นลงมา

เกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบทดสอบอัตนัย พิจารณาจากการแสดงวิธีการหาคำตอบและความถูกต้อง รายละเอียดปรากฏดังตาราง 1

ตาราง 1 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบทดสอบแบบอัตนัย

คะแนน : ความหมาย	เกณฑ์การประเมิน
4 : ระดับดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
3 : ระดับดี	การแสดงวิธีทำไม่ชัดเจน คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
2 : ระดับพอใช้	การแสดงวิธีทำไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
1 : ระดับปรับปรุง	การแสดงวิธีทำไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบไม่ถูกต้อง

นอกจากพิจารณาการแสดงวิธีทำในการหาคำตอบ และความไม่ถูกต้องของคำตอบแล้ว เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบอัตนัย อาจพิจารณาด้านอื่นอีกก็ได้ ส่วนเกณฑ์การให้คะแนนด้านการสังเกต การสัมภาษณ์ และการประเมินชิ้นงาน สามารถสร้างเกณฑ์ทำนองเดียวกันก็ได้

ทั้งนี้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพจะต้องสอดคล้องกับการเรียนการสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างเที่ยงตรงและครอบคลุม โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริง โดยกำหนดเกณฑ์การให้ระดับคุณภาพ ดังตาราง 2 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 22-27)

ตาราง 2 เกณฑ์การให้ระดับคุณภาพ

ค่าร้อยละ	คุณภาพ
80 ขึ้นไป	ดีมาก
60-79	ดี
50-59	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ปรับปรุง

5. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีดังนี้

5.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget' Theory of Intellectual Development)

เพียเจต์ กล่าวว่าองค์ประกอบทางปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วยการจัดระเบียบของความรู้ในสมอง วิธีการรับเอาความรู้ใหม่เข้าไปรวมกับความรู้เดิม (Assimilation) และวิธีการดัดแปลง ปรับปรุง แก้ไขความรู้เดิมให้เหมาะ (Accommodation) โดยที่บุคคลจะรับความรู้ใหม่เข้ารวมกับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่แล้ว คือกลุ่มโครงสร้างความรู้ในสมองนั่นเอง (รัญจวน คำวชิรพิทักษ์, 2538, หน้า 21) การพัฒนาสติปัญญาและความคิดของมนุษย์จะต้องอาศัยทั้งการจัดรวบรวมและการปรับตัว ซึ่งลักษณะพัฒนาการที่เกิดขึ้นจะดำเนินอย่างค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล โดยมีองค์ประกอบสำคัญที่เสริมพัฒนาการทางสติปัญญา 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) วุฒิภาวะ 2) ประสบการณ์ ที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และประสบการณ์เกี่ยวกับการหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา 3) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม 4) กระบวนการปรับให้เกิดความสมดุล นอกจากนี้เพียเจต์เชื่อว่าการพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ขั้นคือ (สุรางค์ คุ้มตระกูล, 2541, หน้า 50-59)

5.1.1 ขั้นประสาทสัมผัส และการเคลื่อนไหว (Sensory-Motor Stage อายุ 0-2 ปี) เป็นขั้นของการพัฒนาการทางสติปัญญาความคิดก่อนระยะเวลาที่เด็กก่อนจะพูดและใช้ภาษาได้ เพียเจต์กล่าวว่า สติปัญญาความคิดของเด็กในวัยนี้แสดงออกโดยการกระทำเด็กสามารถแก้ปัญหาได้แม้ว่าจะไม่สามารถที่จะอธิบายได้

5.1.2 ขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ (Preoperational Stage อายุ 2-7 ปี)

เป็นขั้นที่เขารู้ปัญหาและการรับรู้ของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถที่จะใช้ภาษาอย่างลึกซึ้งตั้งแต่เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาษาสามารถที่จะบอกชื่อสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเขา และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเขา สามารถที่จะเรียนรู้สัญลักษณ์ และใช้สัญลักษณ์ได้ แต่ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบสิ่งของมากและน้อย ยาวและสั้นได้อย่างแท้จริง มีการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ไม่สามารถที่จะเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

5.1.3 ขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม (Concrete Operational Stage อายุ 7-11 ปี)

เด็กวัยนี้มีเขารู้ปัญหาที่มีคุณภาพแตกต่างจากเด็กขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ คือสามารถที่จะอ้างอิงด้วยเหตุผล และไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น สามารถมองวัตถุได้ 2 ลักษณะพร้อมๆ กัน คือ ขนาดและน้ำหนัก หรือ ขนาดและปริมาตร เด็กวัยนี้สามารถแบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์หลายๆ อย่าง และคิดย้อนกลับได้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและความสัมพันธ์ของตัวเลขก็เพิ่มขึ้น

5.1.4 ขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน (Formal Operational Stage อายุ 12 ปีขึ้นไป)

เด็กวัยนี้จะเริ่มคิดเป็นผู้ใหญ่ เด็กสามารถที่จะคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ สามารถคิดปัญหาที่เป็นนามธรรมโดยใช้การคิดหาเหตุผลอย่างแท้จริง เข้าใจกระบวนการคิดย้อนกลับขั้นสูง และสามารถใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์สื่อสารความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ทฤษฎีดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการศึกษา เนื่องจากขั้นทั้งสี่กล่าวถึงข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับวิธีคิด ภาษา ปฏิบัติการและพฤติกรรมของเด็กที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ ดังนั้นการจัดการศึกษาให้เด็กจึงต้องมีรูปแบบที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ (Ginsburg & Opper, 1969) การนำแนวคิดนี้ไปใช้ในห้องเรียน ผู้สอนต้องเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ นอกจากนี้เพียเจต์ยังเน้นว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีบทบาทต่อการพัฒนาปัญญาทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพเป็นอย่างมาก การให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประเมินความคิดตนเองและผู้อื่น จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น (อัมพร ม้าคอง, 2546, หน้า 1-2) ในการสอนผู้สอนควรจัดให้ผู้เรียนได้พบปัญหา คิดทดลองแก้ปัญหา และหาเหตุผลในการแก้ปัญหา

แนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับครู รวมทั้งให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อเกิด

การพัฒนาทางสติปัญญา อีกทั้งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีอายุระหว่าง 12-13 ปี สามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและคำตอบที่ได้สมเหตุสมผล สามารถใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์สื่อสารความคิด มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถคิดย้อนกลับ คิดเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ตามขั้น การพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

5.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner's Theory of Instruction)

ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยบรูเนอร์เชื่อว่าการรับรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่เลือก หรือสิ่งรับรู้ที่เกิดขึ้นกับความใส่ใจของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งนั้นๆ การเรียนรู้จะเกิดจากการค้นพบเนื่องจากผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้เกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบขึ้น นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้การค้นพบด้วยตนเอง และให้ความสำคัญของกระบวนการคิดมากกว่าผลลัพธ์ที่ถูกต้อง บรูเนอร์เสนอหลักสำคัญสำหรับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบว่าประกอบด้วย 1) แรงจูงใจภายในของผู้เรียน ครูต้องมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน จัดสิ่งแวดล้อมและสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในตนเอง 2) โครงสร้างของบทเรียนต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน 3) การจัดลำดับความยากง่ายของบทเรียน และ 4) แรงเสริมด้วยตนเอง โดยครูควรให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน (สุรางค์ ไควตระกูล, 2541, หน้า 298-299) นอกจากนี้บรูเนอร์ได้เสนอกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิดและสติปัญญา 3 ระดับ ดังนี้

4.2.1 ระดับที่มีประสบการณ์ตรง และสัมผัสได้ (Enactive Stage)

เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำที่มีประสบการณ์โดยตรงจากการจับต้องเทียบได้กับขั้นประสาทสัมผัส และการเคลื่อนไหว (Sensory-Motor Stage) ของเพียเจต์

4.2.2 ระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) เป็นขั้น

ที่การคิดหรือตัดสินใจโดยใช้รูปภาพ ไดอะแกรม หรือสื่อทางตาที่เห็นเป็นหลักเทียบได้กับขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ (Preoperational Stage) ของเพียเจต์

4.2.3 ระดับของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage)

เป็นขั้นที่ใช้ภาษาเป็นสื่อจากการฟัง การอ่าน และการเขียน เทียบได้กับขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ต่อเนื่องกับขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน (Formal Operational Stage) ของเพียเจต์

จากการเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีของบรูเนอร์และทฤษฎีของเพียเจต์ที่ว่า มีความสัมพันธ์และมีส่วนที่คล้ายคลึงกันในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน แต่มีส่วนที่ต่างกันอยู่บางส่วนคือ บรูเนอร์ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์จากการทดลอง แต่เพียเจต์ศึกษาจากโครงสร้างทางชีววิทยา (รัฐจวน คำวชิรพิทักษ์, 2538, หน้า 23) ดังนั้นทฤษฎีพัฒนาการของบรูเนอร์จึงเป็นทฤษฎีที่คู่ขนานกับทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์โดยที่บรูเนอร์ศึกษาค้นคว้าโดยยึดหลักชั้นต่างๆ ของทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์เป็นหลัก

แนวคิดของบรูเนอร์ปรากฏอยู่ในผลงานของเลช (Lesh) เลชใช้แนวคิดของบรูเนอร์ในการสร้างโมเดลที่แสดงว่า ผู้เรียนสามารถใช้วิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายๆ รูปแบบ ได้แก่ ความรู้ที่เกิดจากการใช้สื่อรูปธรรม สามารถแสดงความรู้ในรูปของรูปภาพ ไดอะแกรม ภาษาเขียน ภาษาพูด และสถานการณ์จริง โมเดลนี้ทำให้เกิดการพัฒนาด้านอื่นๆ ที่ผู้สอนควรคำนึงถึง เช่นการให้ผู้เรียนได้พูด และได้เขียนมากขึ้น การพูดและการเขียนเป็นการเปลี่ยนวิธีแสดงความคิดที่สะท้อนถึงความเข้าใจของผู้เรียน (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 3-4)

จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ซึ่งมีแนวคิดเกี่ยวกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญา สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยผู้เรียนที่มีอายุ 12 ปีขึ้นไป จะอยู่ในระดับของการสร้างความสัมพันธ์ และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) ต่อเนื่องกับขั้นการปฏิบัติที่เป็นแบบแผน (Formal Operational Stage) เหมาะในการเรียนเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ที่มีกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์แสดงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในการดำเนินการต่างๆ ของระบบจำนวนและอภิปรายประเด็นต่างๆ ในการหาคำตอบ การจัดการเรียนรู้ควรจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มความสามารถ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดและเขียนมากขึ้น เพื่อเป็นการแสดงความคิดที่สะท้อนถึงความเข้าใจของผู้เรียนให้ผู้สอนและผู้เรียนคนอื่นทราบ จนเกิดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

5.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย (Gagne's Theory of Learning)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย มีสาระสำคัญเกี่ยวข้องกับการสอน คณิตศาสตร์ เนื่องจากกานเยใช้คณิตศาสตร์เป็นสื่อสำหรับการใช้ทฤษฎีของเขาอธิบายการเรียนรู้ กานเยเสนอแนวคิดว่าการเรียนการสอนจะต้องกำหนดจุดประสงค์เชิง

พฤติกรรมว่า จะให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์อะไร ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้ควรเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การวิเคราะห์พื้นฐานเดิมของผู้เรียน การจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ โดยการชี้แนะของครูผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความถนัด หรือพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของผู้เรียน และเชื่อว่าผู้เรียนจะสามารถจดจำความรู้ได้นาน มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เป็นลำดับ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 5)

5.3.1 ขั้นรับหรือจับใจความ (Apperhending Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งเร้าที่ตนเองประสบ ทำให้รับรู้ลักษณะสิ่งเร้าเหล่านั้น ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนอาจรับรู้ในสิ่งเดียวกันแตกต่างกัน การเรียนรู้ในขั้นนี้จึงสามารถใช้อธิบายว่า เพราะเหตุใดเมื่อผู้สอนสอนสิ่งเดียวกันนักเรียนจึงตีความสิ่งนั้นแตกต่างกัน

5.3.2 ขั้นได้มาซึ่งความรู้ (Acquisition Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนรับและครอบครองความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ทักษะ มโนทัศน์ และกฎหรือหลักการที่ตนเรียนภายหลังจากการได้สัมผัสกับสิ่งเร้าในขั้นที่หนึ่ง

5.3.3 ขั้นการจัดเก็บความรู้ (Storage Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจำหรือจัดเก็บสิ่งที่เรียนรู้มาเป็นความจำ ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ความจำระยะสั้น (Short-Team Memory) และความจำระยะยาว (Long-Team Memory)

5.3.4 ขั้นการระลึกถึงหรือดึงความรู้มาใช้ (Retrieval Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนระลึกถึงหรือดึงข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำออกมา ซึ่งขั้นตอนนี้มีความซับซ้อนทางสมองมากกว่าขั้นตอนอื่นๆ

กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดของกานเย มี 9 ขั้นตอน ดังนี้ (ทิตินา แคมมณี, 2545, หน้า 226)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับสิ่งเร้าหรือสิ่งที่เรียนรู้ได้ดี

ขั้นที่ 2 การแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้ความคาดหวัง

ขั้นที่ 3 การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิมเป็นการช่วยให้ผู้เรียนดึงข้อมูลที่มืออยู่ในหน่วยความจำระยะยาวให้มาอยู่ในความจำเพื่อการใช้งาน (Working Memory) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

ขั้นที่ 4 การนำเสนอสิ่งเร้า หรือเนื้อหาสาระใหม่ ผู้สอนควรจัดสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเห็นลักษณะสำคัญของสิ่งเร้านั้นอย่างชัดเจน เพื่อความสะดวกในการเลือกปฏิบัติของผู้เรียน

ขั้นที่ 5 การให้แนวการเรียนรู้ หรือการจัดระบบข้อมูลให้มีความหมาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับสาระที่เรียนได้ง่าย และเร็วขึ้น

ขั้นที่ 6 การกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือสาระที่เรียน ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

ขั้นที่ 7 การให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนและข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้เรียน

ขั้นที่ 8 การประเมินผลการแสดงออกของผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้มากน้อยเพียงใด

ขั้นที่ 9 การส่งเสริมความคงทน และการถ่ายโอนการเรียนรู้โดยการให้โอกาสผู้เรียนได้มีการฝึกฝนอย่างพอเพียง และในสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น และสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์อื่นๆ ได้

จากทฤษฎีดังกล่าว ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งงานนี้ให้แนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดเมื่อมีการสอนเนื้อหาใหม่โดยให้เชื่อมโยงหรือสอดคล้องกับเนื้อหาเดิมที่นักเรียนระลึกได้ ดังนั้นการจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ของเนื้อหาจึงมีความสำคัญในการนำมาเป็นแนวทางการกำหนดตัวชี้วัดและการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายใน และตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริง

6. แนวคิดพื้นฐานการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2545, หน้า 191-192) ได้ให้แนวคิดในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ว่าควรเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันแก้ปัญหา ปรึกษาหารือ อภิปราย และแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการคิดและมีประสบการณ์มากขึ้น ซึ่งในขั้นดำเนินการกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียน การใช้คำถามเชื่อมโยงเนื้อหา หรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาสาระใหม่ การใช้ยุทธวิธีต่างๆ ให้ผู้เรียนสามารถสรุป หรือเข้าใจหลักการ แนวคิด กฎ สูตร ลัทธิทฤษฎีบท หรือบทนิยามด้วย

ตนเอง และในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ผู้สอนควรให้อิสระทางความคิดกับผู้เรียน และผู้สอนควรหมุนเวียนไปตามกลุ่มต่างๆ เพื่อคอยสังเกต ตรวจสอบความเข้าใจ และให้คำแนะนำตามความจำเป็น

นอกจากนี้ ควรจัดโอกาสให้ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดของผู้เรียนแต่ละคน เพราะในการนำเสนอแต่ละครั้งทำให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมแสดงแนวคิดเสริมเพิ่มเติมร่วมกัน หรือซักถามหาข้ออภิปรายขัดแย้งด้วยเหตุและผล ผู้สอนมีโอกาเสริมความรู้ ขยายความ หรือสรุปประเด็นสำคัญที่เป็นความคิดรวบยอดของสาระที่นำเสนอ นั้น ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ขยายในวงกว้างและลึกมากขึ้น ผู้เรียนสามารถนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการนำเสนอ นั้นไปประยุกต์หรือเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติได้ และยังทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดี มีความภูมิใจในผลงาน เกิดความรู้สึกรักอยากคิด อยากทำ กล้าแสดงออกและจดจำสาระที่ตนเองได้ออกมานำเสนอได้นาน การฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติ ผู้เรียนควรได้ฝึกเป็นรายบุคคล หรืออาจฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มก็ได้ตามความเหมาะสมของสาระและกิจกรรม

สอดคล้องกับวัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545, หน้า 17-18) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง
4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วน สมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา
5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอน และผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอน และแหล่งวิทยาการประเภทต่างๆ

6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดสาระและกิจกรรมต้องสอดคล้องกับวุฒิภาวะ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงจากการฝึกปฏิบัติ ด้านเนื้อหา และทักษะกระบวนการ ตลอดจนปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงามให้แก่ผู้เรียน

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2545, หน้า 24) กล่าวว่า ความมุ่งหมายในการสอนคณิตศาสตร์ คือ การเตรียมเยาวชนให้พร้อมสำหรับสังคมให้ดีที่สุด คณิตศาสตร์ที่สอนควรจะเป็นสิ่งที่นักเรียนได้ใช้ประโยชน์ในการงาน และอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข ความมุ่งหมายในการสอนคณิตศาสตร์จึงควรจะ

1. ให้นักเรียนเข้าใจหลักการของคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง
2. ให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ
3. ให้นักเรียนมีความสามารถที่จะนำทฤษฎีคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา

ต่างๆ

4. ปลูกฝังนิสัยให้นักเรียนรู้จักคิดหาเหตุผล

สำหรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบ ผู้สอนสามารถนำไปจัดให้เหมาะสมกับเนื้อหา และเวลาเรียนได้ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 139-149)

1. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือทำงานนั้นจริงๆ ได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติจริง โดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์ หรือสื่อรูปธรรมที่สามารถนำผู้เรียนไปสู่การค้นพบหรือได้ข้อสรุป ในการใช้สื่อรูปธรรมถ้าผู้สอนสอนด้วยตนเองอาจใช้การสาธิตประกอบคำถาม แต่ถ้าให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองอาจใช้การทดลอง โดยผู้เรียนดำเนินการทดลองตามกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดให้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทักษะ/กระบวนการต่างๆ เช่น การสังเกต การคาดคะเน การประมาณค่า การใช้เครื่องมือ การบันทึกข้อมูล การอภิปราย การตั้งข้อความคาดการณ์หรือข้อสมมติฐานและการสรุป

2. การเรียนรู้จากการใช้คำถามประกอบการอธิบาย และแสดงเหตุผล เนื่องจากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ต้องอาศัยคำอธิบาย บทนิยาม ลัทธิทฤษฎีบทต่างๆ เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ บางเนื้อหาผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานในเนื้อหานั้นก่อนด้วยการอธิบายและแสดงเหตุผลให้ชัดเจนในรูปแบบของบทนิยาม เพื่อให้เกิดความเข้าใจเบื้องต้นแต่ในบางเนื้อหาผู้สอนอาจใช้คำถามก่อน ถ้านักเรียนไม่เข้าใจอาจอธิบาย และแสดงเหตุผลเพิ่มเติม

3. การเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่สนใจจากแหล่งความรู้ต่างๆ โดยอิสระ สามารถศึกษาได้จากสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่อเทคโนโลยีต่างๆ หรือจากการทำโครงงานคณิตศาสตร์ โดยผู้สอนมีส่วนช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา แนะนำ ให้ความสนใจงานที่ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้ามา ให้โอกาสผู้เรียน ได้นำเสนอผลงานต่อผู้สอน ผู้เรียน ตลอดจนบุคคลทั่วไป

4. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย เมื่อผู้เรียนสังเกตจนพบปัญหานั้นแล้ว ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนพยายามที่จะค้นหาสาเหตุด้วยการตั้งคำถาม ต่อเนื่อง และรวบรวมมาอธิบาย การเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์จากปัญหามาหาสาเหตุ ใช้คำถามสืบเสาะจนกระทั่งแก้ปัญหาหรือหาข้อสรุปได้ ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นสังเกต ขั้นอธิบาย ขั้นคาดการณ์ ขั้นทดลอง และขั้นนำไปใช้ ขั้นตอนเหล่านี้จะช่วยฝึกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักอภิปราย และทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักสังเกต และวิเคราะห์ปัญหาโดยละเอียด

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 8-9) ได้กล่าวถึง หลักการสอนคณิตศาสตร์ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิด และการมีส่วนร่วม ในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ใช้ความคิด และคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลาย และเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

2. สอนให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์

3. สอนโดยคำนึงว่าจะให้นักเรียน เรียนอะไร และเรียนอย่างไรต้องคำนึงถึงทั้งเนื้อหาวิชา และกระบวนการเรียนการสอน

4. สอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมมากๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้น หรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น ทั้งนี้

เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่สามารถหาสื่อมาอธิบายได้

5. จัดกิจกรรมการสอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์ และความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

6. สอนโดยใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งการฝึกกรายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น

7. สอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ เพื่อแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผล เชื่อมโยงสื่อสาร และคิดอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปคิดต่อ

8. สอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง

9. ผู้สอนควรศึกษาธรรมชาติ และศักยภาพของผู้เรียน เพื่อจะได้จัดกิจกรรมการสอนที่สอดคล้องกับผู้เรียน

10. สอนให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์ไม่ยาก และมีความสนุกสนานในการทำกิจกรรม

11. สังเกตและประเมินการเรียนรู้และความเข้าใจของผู้เรียนขณะเรียนในห้องโดยใช้คำถามสั้นๆ หรือการพูดคุยกติ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2548, หน้า 32) ได้ให้หลักการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ คือการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อและเทคโนโลยีต่างๆ โดยอิสระ ผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ และชี้แนะข้อบกพร่องของผู้เรียน

การสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นรูปแบบการสอนที่มีวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยคำนึงถึงความรู้สึก การรับรู้ประสบการณ์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ความคิดและการกระทำช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ใช้สมองทุกส่วนทั้งซีกซ้ายและขวาในการสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ตนเอง

การถามคำถาม คือคำพูดที่ต้องการคำตอบ หรือการตอบสนองจากบุคคลที่ถูกถาม คำถามจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการแสวงหาข้อมูล หรือแปลความหมายข้อมูล เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น และช่วยให้เกิดการคิด

จากแนวคิดการจัดการเรียนรู้และหลักการสอนข้างต้น สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด และเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยการพิสูจน์ ใช้เหตุผล อ้างข้อเท็จจริง ตลอดจนได้ฝึกทักษะในการนำเสนอแนวคิดของแต่ละคน หรือของกลุ่ม เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดเสริมเพิ่มเติมร่วมกัน หรือซักถามหาข้ออภิปราย ชัดแย้ง ด้วยเหตุและผล ขณะเดียวกันครูผู้สอนต้องใช้คำถามที่ดี เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและเกิดความอยากรู้อยากเห็น จนนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

7. การประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

7.1 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ จะต้องสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในแง่มุมต่างๆ ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544 ก, หน้า 30) ได้ให้แนวคิดที่สามารถใช้เป็นหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถสรุปหลักการที่สำคัญได้ดังนี้

1. หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ต้องการความคิดที่ชัดเจนและสื่อสารเข้าใจ
2. ต้องเป็นการวัดและประเมินผลในระดับชั้นเรียนที่สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน
3. ผู้ใช้ผลการประเมินที่สำคัญที่สุด คือ นักเรียน จึงควรสร้างแรงจูงใจเพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ให้มากที่สุด
4. จุดหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจนและเหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญในการวัดและประเมินผล
5. การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างหนึ่ง

6. การวัดและประเมินผลต้องมีคุณภาพ มีจุดมุ่งหมายและวิธีการประเมินที่ชัดเจน

สิริพร ทิพยคง (2545, หน้า 188) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรเน้นการนำผลการประเมินมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู่มากกว่า การตัดสินการสอบ และต้องให้ตรงกับจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงพื้นฐานความรู้ประสบการณ์ของนักเรียน และบอกแนวทางการวัดและประเมินผล ตลอดจนการปฏิบัติตนของนักเรียนให้ทราบล่วงหน้า เพื่อสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 12) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การวัดและประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง ควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนรู้ ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นำเสนอความคิดเห็นและแสดงคำตอบที่หลากหลาย
2. การวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียน ที่ระบุไว้ตามมาตรฐานการเรียนรู้และจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
3. การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมด้านความรู้ความคิด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามสาระการเรียนรู้ ที่จัดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา
4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต้องช่วยให้ได้ข้อสนเทศของผู้เรียน ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมอย่างหลากหลาย และนำผลที่ได้ไปตรวจสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้
5. ต้องมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัวในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552 ข, หน้า 74) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ครูผู้สอนต้องดำเนินการวัดและประเมินผลให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมไปถึงพฤติกรรมในแต่ละด้าน

ทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งผลการเรียนรู้ที่สะท้อนพฤติกรรมแต่ละด้าน เป็นพัฒนาการที่ครูผู้สอนต้องแสวงหาหรือคิดค้นเทคนิค วิธีการ และเครื่องมือต่างๆ เพื่อใช้วัดและประเมินผล โดยคำนึงถึงความสอดคล้องและเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลการวัดและประเมินผลที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนและกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง

จากแนวคิดที่นักการศึกษากล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน ครอบคลุมด้านความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการวัดและประเมินผล ซึ่งควรเน้นการนำผลการประเมินมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้มากกว่า การตัดสินการสอบ รวมทั้งใช้เครื่องมือวัดและวิธีการประเมินที่เหมาะสม หลากหลาย เพื่อการพัฒนาผู้เรียนและการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

7.2 แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จะช่วยให้ทราบถึงจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผล ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในแง่มุมต่างๆ ดังนี้

สุชาติ ผุดผอง (2542, หน้า 69-72) ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นกรวัดพฤติกรรมตามพุทธิพิสัย ของวิลสัน (Wilson) ที่แบ่งระดับการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนออกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) เป็นการวัดทักษะในการคิดคำนวณ โดยวัดความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม และการคำนวณที่เคยเรียนมาแล้ว
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการวัดความสามารถในการนำความรู้มาสัมพันธ์กับปัญหา ซึ่งรวมถึงการตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความ
3. การนำไปใช้ (Application) เป็นการวัดความสามารถในการนำความรู้หลักการ กฎ ข้อเท็จจริง ที่ได้เรียนรู้ออกไปแก้โจทย์ปัญหาใหม่

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวัดความสามารถระดับสูง โดยอาจเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่เคยฝึกทำมาก่อน แต่โจทย์ปัญหานั้นอยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544 ข, หน้า 32-33) ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อัตนศาสตร์ที่เป็นการประเมินจากสภาพจริง ซึ่งได้สะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จในการเรียนรู้อัตนศาสตร์ที่แท้จริงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ และจุดประสงค์การเรียนรู้อัตนศาสตร์ โดยทั่วไปเป็นการวัดและประเมินผลความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนรู้อัตนศาสตร์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ การนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ และการสร้างสรรค์ผลงาน พฤติกรรมเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้ในขณะที่กระบวนการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ดำเนินไป ดังนั้นในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อัตนศาสตร์ ก็จะดำเนินการไปพร้อมๆ กับการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อัตนศาสตร์ของนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 21-22) ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อัตนศาสตร์ โดยเน้นที่การวัดความรู้ ความคิด ตลอดจนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและตรงตามความเป็นจริง แล้วจึงประเมินผลข้อมูลที่ได้อัตนศาสตร์ เพื่อสรุปเป็นผลงานที่ผู้เรียนปฏิบัติตามสภาพจริง ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลด้านความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนต้องเลือกใช้แบบทดสอบที่มีคุณภาพเหมาะสมกับผู้เรียน มีการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้วัดอย่างชัดเจน และต้องมีความสอดคล้องกันระหว่างสาระการเรียนรู้อัตนศาสตร์ จุดประสงค์การเรียนรู้อัตนศาสตร์ ความสามารถด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

จากแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อัตนศาสตร์ที่นักการศึกษาเสนอไว้ สรุปว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้อัตนศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นต้น สามารถจำแนกการประเมินพฤติกรรมของนักเรียน ออกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้ความเข้าใจด้านความคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตาม ครูผู้สอนต้องดำเนินการวัดและประเมินผล ให้ครอบคลุมความรู้ ความคิด ตลอดจนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในทุกๆ ด้าน ให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและตรงตามความเป็นจริง แล้วจึงประเมินผลข้อมูลนั้นออกมา เพื่อสรุปเป็นผลงานที่ผู้เรียนปฏิบัติตามสภาพจริง โดยดำเนินการไปพร้อมๆ กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อัตนศาสตร์ นอกจากนี้ครูผู้สอนต้อง

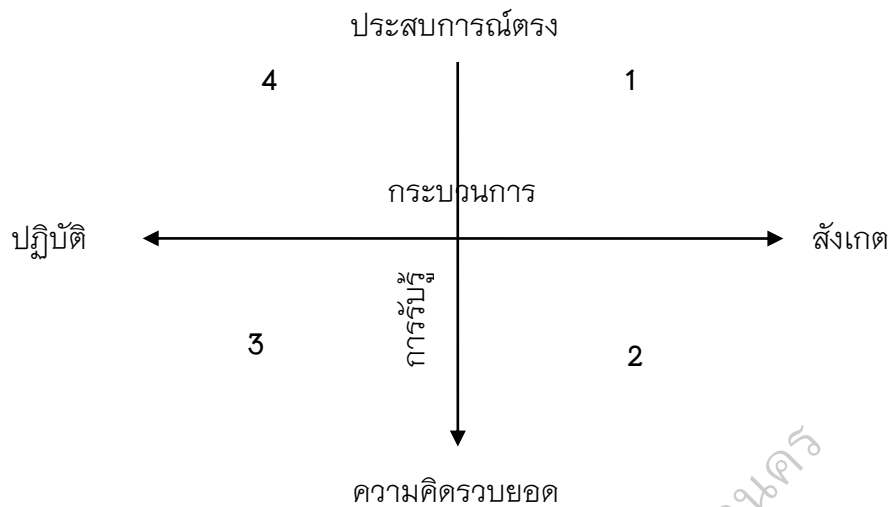
เลือกใช้เครื่องมือในการวัดและประเมินการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ เหมาะสมกับผู้เรียน และมี การกำหนดเกณฑ์ที่ใช้วัดอย่างชัดเจน

การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

1. แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT พัฒนาขึ้นโดย แม็คคาร์ที (McCarthy) ซึ่งได้นำแนวคิดของรูปแบบการเรียนรู้ของ เดวิด คอลบ (David Kolb) มาผสมผสานกับบทบาทการทำงานของสมอง สามารถอธิบายได้ดังนี้

คักดีชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน (2543, หน้า 1-6) และเชียร พานิช (2544, หน้า 22-23) ได้อธิบายรูปแบบการเรียนรู้ของ เดวิด คอลบ (David Kolb) โดยกล่าวว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นจากความสัมผัส 2 มิติ คือ การรับรู้ (Perception) และ กระบวนการจัดกระทำข้อมูล (Processing) โดยการรับรู้ของบุคคลนั้นแบ่งออกเป็น 2 ช่องทาง คือ การรับรู้ที่ผ่านประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมหรือประสบการณ์ตรง (Concrete Experience) และการรับรู้ที่ผ่านความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) ส่วนกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลที่รับรู้เกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ เกิดจากการปฏิบัติ (Active Experimentation) และการสังเกตโดยใช้ความคิดอย่างไตร่ตรอง (Reflective Observation) เมื่อกำหนดให้มิติของการรับรู้แทนด้วยแกนตั้ง (Y) และมิติ กระบวนการจัดกระทำข้อมูลแทนด้วยแกนนอน (X) ทำให้เกิดพื้นที่ 4 ส่วน (เชียร พานิช, 2544, หน้า 23) ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 รูปแบบการเรียนรู้ของ เดวิด คอลบ (David Kolb)

ที่มา : เชียร พานิช, 2544, หน้า 23

จากภาพประกอบ 3 ได้กำหนดให้พื้นที่ทั้ง 4 ส่วน แทนลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ แต่ละแบบมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

ส่วนที่ 1 ดานบนขวาแทนผู้เรียนแบบที่ 1 เป็นผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการ มีการรับรู้จากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และชอบใช้กระบวนการจัดการกระทำกับข้อมูลด้วยการสังเกต

ส่วนที่ 2 ดานล่างขวาแทนผู้เรียนแบบที่ 2 เป็นผู้เรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ มีการรับรู้ผ่านความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม และชอบใช้กระบวนการจัดการกระทำกับข้อมูลด้วยการสังเกตวิเคราะห์อย่างไตร่ตรอง

ส่วนที่ 3 ดานล่างซ้ายแทนผู้เรียนแบบที่ 3 เป็นผู้เรียนที่ถนัดการใช้สามัญสำนึก มีการรับรู้ผ่านความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม และชอบใช้กระบวนการจัดการกระทำกับข้อมูล ด้วยการลงมือปฏิบัติ

ส่วนที่ 4 ดานบนซ้ายแทนผู้เรียนแบบที่ 4 เป็นผู้เรียนที่ถนัดการปรับเปลี่ยน มีการรับรู้จากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และชอบใช้กระบวนการจัดการกระทำกับข้อมูลด้วยการลงมือปฏิบัติ

นอกจากนี้ แม็คคาร์ธีย์ ได้นำแนวคิดของเดวิด คอลบ มาประกอบกับแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา ดังที่ ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี

คำวิจารณ์ (2545, หน้า 5-6) และเธียร์ พานิช (2544, หน้า 20) ได้กล่าวไว้สอดคล้องกัน เกี่ยวกับการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา สามารถสรุปได้ดังนี้

สมองซีกซ้าย ทำงานเกี่ยวกับการควบคุมทางด้านภาษา ทาทาง สัญลักษณ์ การพูด การเขียน วิเคราะห์ ความเป็นเหตุเป็นผล การจัดลำดับ การเห็นรายละเอียด การแยกแยะ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

สมองซีกขวา ทำงานเกี่ยวกับ ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ คิดฝัน ความสามารถทางดนตรี ศิลปะ ทักษะการคิดสังเคราะห์ การรับรู้ จิตใต้สำนึก การเห็นภาพรวม มิติสัมพันธ์ มีการตอบสนองด้านอารมณ์และความรู้สึกได้ดี เป็นต้น

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 4 MAT มีแนวคิดมาจากรูปแบบการเรียนรู้ของ เดวิด คอลบ ผสมผสานเข้ากับ บทบาทการทำงานของสมองทั้งสองซีก โดยการเรียนรู้ของบุคคลเป็นผลมาจากการรับรู้ ข้อมูล แลวนำข้อมูลนั้นมาจัดกระบวนการตามวิธีการที่ตนเองถนัด ประกอบกับบทบาท การทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวาที่แตกต่างกัน ซึ่งครูผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่ ตอบสนองต่อความต้องการ และความถนัดของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาอย่าง เต็มตามศักยภาพ

2. หลักการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

เมื่อนำแนวคิดของ เดวิด คอลบ มาประกอบกับแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานของ สมอง ทำให้ได้หลักการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT โดยใช้ คำถามหลัก 4 คำถาม คือ ทำไม (Why) อะไร (What) อย่างไร (How) และ ถ้า (If) ซึ่งสามารถพัฒนาผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังที่ คักดีชัย นิรัฐทวี และ ไพเราะ พุ่มมั่น (2543, หน้า 4-5) ได้อธิบายลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ สามารถสรุปได้ดังนี้

การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 1 เกิดจากการรับรู้ประสบการณ์ และผ่าน กระบวนการจัดกระทำข้อมูลด้วยการสังเกตอย่างไตร่ตรอง คำถามนำทางในเรื่องนี้ คือ “ทำไม” (Why)

การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 2 เกิดจากการรับรู้ความคิดรวบยอด (Concept) และผ่านกระบวนการสังเกต หรือวิเคราะห์ คำถามนำทาง คือ “อะไร” (What)

การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 3 เกิดจากการรับรู้โดยการนำความคิด รวบยอด ซึ่งเป็นนามธรรม แลวไปผ่านกระบวนการลงมือกระทำ คำถามนำทางของ

การเรียนรู้แบบนี้ คือ “ทำอย่างไรนำความคิดไปประยุกต์ใช้งานได้” (How does it work?)

การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 4 เกิดจากการรับรู้ด้วยการกระทำจนเป็นประสบการณ์รูปธรรม คำถามนำทาง คือ “ถ้า” (If)

จากลักษณะการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ ดังที่กล่าวมานั้น สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ 4 (ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ และไพเราะ พุ่มมัน, 2543, หน้า 9) ดังนี้

ประสบการณ์ตรง



ภาพประกอบ 4 วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

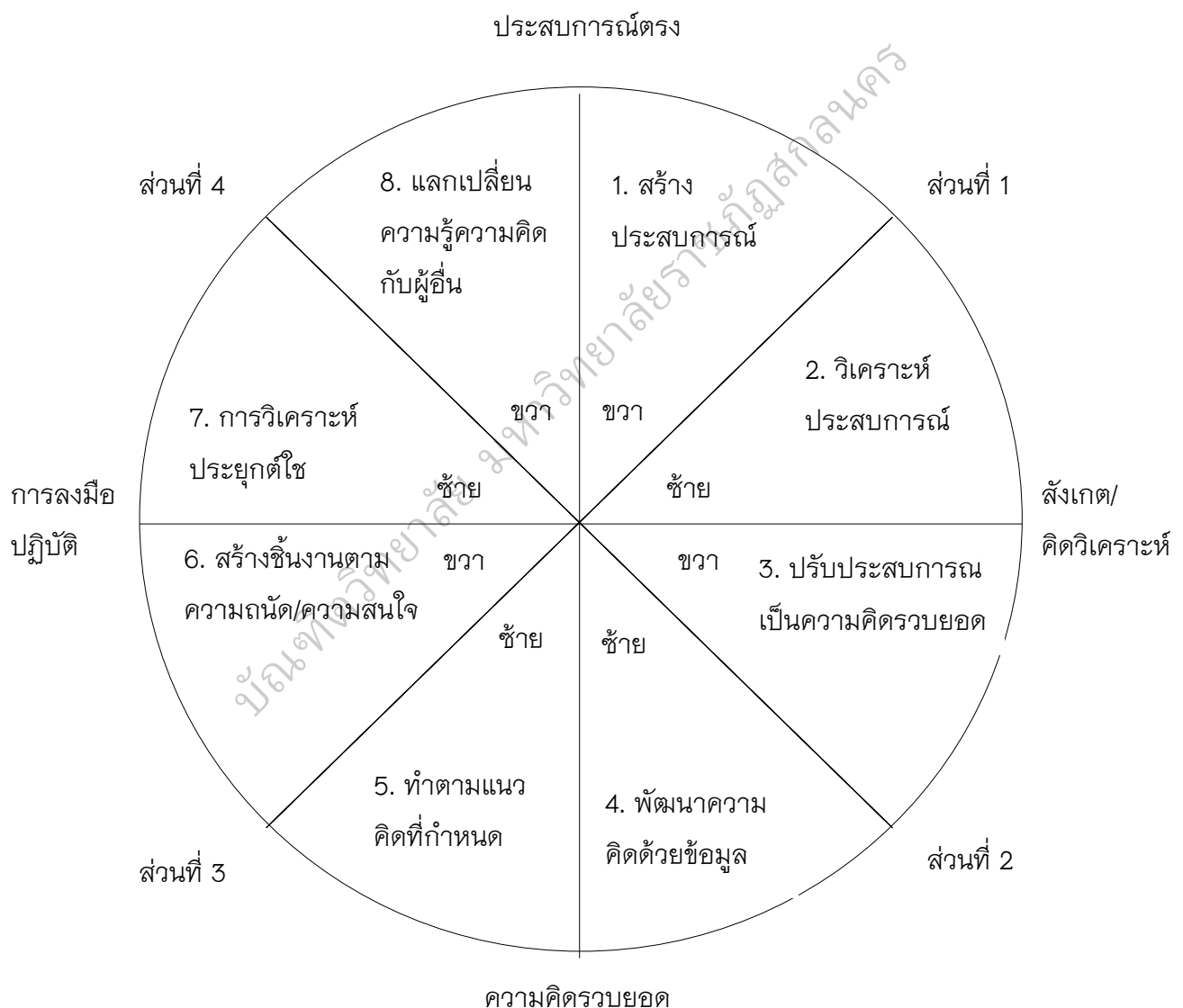
ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ และไพเราะ พุ่มมัน, 2543, หน้า 9

จากภาพประกอบ 4 แสดงวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่สร้างขึ้นโดยใชวงกลมแทนการเคลื่อนไหวของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือ บูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตน ส่วนที่ 2 คือ สร้างความคิดรวบยอด ส่วนที่ 3 คือ ปฏิบัติ และเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตน และส่วนที่ 4 คือ บูรณาการการประยุกต์กับประสบการณ์ของตน โดยครูผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ให้เหมาะสมกับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน

แต่ละแบบ ตอบสนองให้ผูเรียนรู้สึกมีความสุขต่อการเรียนรู้ในกิจกรรมที่ตนเองทำ และรู้สึกทาทายที่จะเรียนรู้ต่อกิจกรรมในบางช่วงที่ผู้อื่นถนัดผสมผสานกันไป

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

การเคลื่อนไหวของวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น เมื่อนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองการทำงานของสมองทั้งสองซีกมาประกอบกันแล้ว แม็ค คาร์ธี ยังได้เสนอแนะกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพประกอบ 5 (ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ และไพเราะ พุ่มมัน, 2543, หน้า 10-11) ดังนี้



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT 8 ขั้นตอน
ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ และไพเราะ พุ่มมัน, 2543, หน้า 10-11

จากภาพประกอบ 5 แสดงขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT 8 ขั้นตอนตามลำดับ สามารถอธิบายได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 การบูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตนเอง (Integrating Experience With the Self) ในส่วนนี้ผู้เรียนจะใช้ประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรมไปสู่การสังเกต และคิดวิเคราะห์ อย่างไตร่ตรอง ครูผู้สอนจะทำหน้าที่สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้โดยการใช้คำถาม การสาธิต การอภิปราย และใช้สื่อที่เป็นของจริง สามารถแบ่งส่วนที่ 1 ออกเป็น 2 ชั้น คือ

ชั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์ (กระตุ้นสมองซีกขวา) เป็นชั้นที่ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์ด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าการเรียนมีความหมาย โดยการให้นักเรียนได้สัมผัส ได้เกิดความรู้สึก เป็นชั้นที่เน้นการใช้สมองซีกขวา ครูอาจใช้กิจกรรมเกม การออกไปสัมผัสกับของจริง การตั้งคำถามให้คิด การสร้างประสบการณ์จำลองเชื่อมโยงกับความรู้อะไรและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

ชั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) ผู้เรียนจะใช้สมองซีกซ้ายวิเคราะห์ต่อจากชั้นที่ 1 เป็นการหาเหตุผลเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับในชั้นแรก ผู้สอนอาจใช้เทคนิคการอภิปราย การเขียนแผนผังความคิด หรือวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับสิ่งที่รับรู้

ส่วนที่ 2 สร้างความคิดรวบยอด (Concept formulation) เป็นการเรียนรู้ในขั้นตอนการเชื่อมโยงประสบการณ์ ข้อมูล หลักการ มาคิดวิเคราะห์อย่างไตร่ตรอง เพื่อสร้างความคิดรวบยอด สามารถแบ่งส่วนที่ 2 ออกเป็น 2 ชั้น คือ

ชั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (กระตุ้นสมองซีกขวา) ชั้นนี้เป็นการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์และไตร่ตรองความรู้ที่ได้ในชั้นแรก เชื่อมโยงทฤษฎีให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ทักษะที่สำคัญในชั้นนี้ คือการสร้างรูปแบบ การจัดระบบการวิเคราะห์ การจัดลำดับความสัมพันธ์การเปรียบเทียบ

ชั้นที่ 4 พัฒนาความคิดด้วยข้อมูล (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) ชั้นนี้เป็นขั้นตอนของการให้ข้อมูลรายละเอียดเพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจจนสร้างความคิดรวบยอด ครูผู้สอนควรหลีกเลี่ยงการให้ข้อมูลด้วยการบรรยาย แต่ควรจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นในการค้นคว้า เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ

ส่วนที่ 3 การปฏิบัติตามลักษณะเฉพาะตัว (Practice and personalization) เป็นการเคลื่อนไหวจากขั้นของการสร้างความคิดรวบยอดมาสู่การลงมือปฏิบัติ ครูผู้สอน

ทำหน้าที่อำนวยความสะดวก ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง สามารถแบ่งส่วนที่ 3 ออกเป็น 2 ชั้น คือ

ชั้นที่ 5 ปฏิบัติตามแนวคิด (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) ชั้นนี้ผู้เรียนปฏิบัติตามใบงาน หรือขั้นตอนที่กำหนด การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้ายเช่นเดียวกับชั้นที่ 4 ผู้เรียนจะเรียนรู้จากการใช้สามัญสำนึกที่ได้จากแนวคิดพื้นฐาน แลวดสร้างเป็นประสบการณ์ตรง

ชั้นที่ 6 สร้างผลงานตามความถนัด (กระตุ้นสมองซีกขวา) เป็นการบูรณาการและสร้างสรรค์ตามความถนัด และจินตนาการของผู้เรียนออกมาเป็นรูปธรรมในรูปแบบต่างๆ เช่น สิ่งประดิษฐ์ สมุดรวมภาพ นิทาน เป็นต้น

ส่วนที่ 4 การบูรณาการการประยุกต์กับประสบการณ์ของตน (Integrating application and experience) เป็นการเรียนรู้โดยปฏิบัติด้วยตนเองจนสำเร็จ นำไปสู่การรับรู้ และเห็นประโยชน์ของการเรียนรู้นั้น สามารถแบ่งส่วนที่ 4 ออกเป็น 2 ชั้น คือ

ชั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลและประยุกต์ใช้ (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) เป็นชั้นที่ผู้เรียนได้ชื่นชมกับผลงานของตนเองหรือประยุกต์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปสู่กิจกรรมอื่น หรือผู้เรียนนำเสนอผลงานของตนเองในกลุ่มย่อย เพื่อร่วมกันอภิปรายและหาแนวทางในการนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ต่อไป

ชั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดกับผู้อื่น (กระตุ้นสมองซีกขวา) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แบ่งปัน แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับ จากการค้นคว้า หรือการลงมือปฏิบัติในรูปแบบต่างๆ ช่วยให้ผู้เรียนได้มองเห็นการเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้กับสถานการณ์ต่างๆ

จากวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ทั้ง 8 ขั้นตอน สรุปได้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องกันอย่างเป็นระบบ ประกอบกับเทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล สามารถตอบสนองลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้อย่างตนเองและนำความรู้ไปใช้ได้อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ

เทคนิคการใช้คำถาม (Questioning Method)

1. ความสำคัญของการใช้คำถาม

การใช้คำถามในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความสำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาความคิดของผู้เรียนอย่างยิ่ง และเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นตามเจตนารมณ์ของหลักสูตร จากการศึกษาพบว่าในการเรียนรู้นั้นถ้ามีการใช้คำถามผู้เรียนมากๆ จะยิ่งทำให้ผู้เรียนมีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนมากยิ่งขึ้น (กรมวิชาการ, 2545 ก, หน้า 80) เช่นเดียวกับแนวคิดของภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 207-208) ว่าการใช้คำถามเป็นเทคนิค การสอนที่มีประสิทธิภาพในการเรียน การสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถหาความรู้ แก้ปัญหา และสรุป แนวคิดหลักได้ด้วยตนเอง และไม่ว่าครูจะสอนด้วยวิธีใด การใช้คำถามก็ยังมีความสำคัญในการเรียนทุกครั้ง

ทิตนา แคมมณี (2553, หน้า 407) ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับข้อควรคำนึงและพึงระวังในการใช้คำถามดังนี้

1. ถามคำถามที่ละคำถามไม่ควรถามหลายคำถามติดต่อกัน
2. คำถามแต่ละคำถามไม่ควรมีประเด็นมากเกินไป
3. คำถามควรชัดเจน ถ้าคำถามกว้างเกินไปผู้เรียนตอบไม่ตรงประเด็นควรปรับคำถามให้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น
4. คำถามไม่ควรยาวเกินไป ผู้เรียนหรือผู้ตอบจะจำประเด็นไม่ได้หรืออาจจะหลงประเด็นไปได้
5. ควรใช้น้ำเสียงและท่าทางที่เหมาะสมประกอบการถาม
6. เมื่อถามคำถามแล้วควรให้เวลาผู้เรียนคิด (Wait Time) พอสมควร จากการศึกษาของ Cruickshank (1995, p. 346 อ้างถึงใน ทิตนา แคมมณี, 2553, หน้า 407) พบว่า ถ้าผู้สอนให้เวลาแก่ผู้เรียนคิดประมาณ 3-5 นาที ผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามได้ยาวขึ้นและมีคุณภาพมากขึ้น
7. ไม่ควรทวนคำถาม และไม่ควรทวนคำตอบของผู้เรียนบ่อยๆ
8. ผู้สอนควรให้คำชมแก่ผู้เรียนบ้างแต่ไม่บ่อยเกินไป ควรเป็นไปตามความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน และควรพยายามค่อยๆ เปลี่ยนการเสริมแรงจากภายนอกไปสู่การเสริมแรงภายใน
9. หลีกเลี่ยงการชมประเภท ดี... แต่...
10. การชมต้องมีฐานจากความเป็นจริงและความจริงใจ
11. ถามผู้เรียนและให้โอกาสผู้เรียนในการตอบอย่างทั่วถึงให้ความเสมอภาคแก่ผู้เรียนทั้งชายและหญิง ทั้งเก่งและอ่อน ทั้งที่สนใจและไม่สนใจ

12. เมื่อถามคำถามแล้วผู้สอนควรเรียกให้ผู้เรียนตอบเป็นรายบุคคล ไม่ควรให้ผู้เรียนตอบพร้อมกัน

13. เมื่อถามแล้วไม่มีผู้ใดตอบได้ควรตั้งคำถามใหม่ โดยใช้คำถามที่ง่ายขึ้น หรืออธิบายขยายความ หรือให้แนวทางในการตอบ การใช้คำถามเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนค้นหาแนวคิดได้ คำถามมีหลายประเภท คำถามบางประเภทกระตุ้นให้นักเรียนคิด บางคำถามปลุกให้ตื่นหรือเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจเพื่ออ่านสารตามที่ครูได้แนะนำหรือมอบหมาย

2. เทคนิคการใช้คำถามในการเรียนการสอน

การใช้คำถามเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนค้นหาแนวคิดได้คำถามมีหลายประเภท คำถามบางประเภทกระตุ้นให้นักเรียนคิด บางคำถามปลุกให้ตื่น หรือเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจเพื่ออ่านสารตามที่ครูได้แนะนำหรือมอบหมาย นักการศึกษาได้แบ่งคำถาม ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. คำถามเพื่อหาคำตอบพื้นฐาน คำตอบนั้นเป็นข้อมูลที่ได้จากการอ่าน ดังนั้น คำถามประเภทนี้มักจะถามเกี่ยวกับความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ คำตอบจึงมักจะเกี่ยวกับความจริงที่ปรากฏในสารที่อ่าน

2. คำถามเพื่อคิดวิจารณ์ญาณ คำถามประเภทนี้มักต้องการคำตอบโดยใช้เนื้อหาจากการอ่าน

3. คำถามเพื่อคิดสร้างสรรค์ คำถามประเภทนี้ต้องการคำตอบที่เป็นไปในทางการพัฒนาเพื่อสร้างสรรค์ในสิ่งที่ตั้งถาม ทำให้จิตใจมีความสุข คำถามจึงมักเปิดกว้างให้ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างเสรีไม่กำหนดตายตัว

บุญชม ศรีสะอาด (2537, หน้า 74-75) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับเทคนิคการใช้คำถามดังนี้

1. ถามให้ตอบอย่างทั่วถึง พยายามให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการตอบให้มากที่สุด
2. กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง
3. เตรียมคำถามต่างๆ ไว้ล่วงหน้า โดยใช้คำถามหลายประเภท อาจใช้กรอบแนวคิดของบลูม ที่จำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยเป็น 6 ประเภท หรืออาจใช้กรอบแนวคิดของคนอื่นๆ
4. ให้ความเวลาในการคิด ไม่เร่งรัดหรือคาดคั้นเอาคำตอบมากเกินไป

5. ถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจคำถามหรือเป็นเรื่องที่คิดซับซ้อน ควรตั้งคำถามใหม่ที่จะทำให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น หรือช่วยให้แนวทางที่สามารถตอบคำถามเดิมได้

ภพ เลาหไพบุลย์ (2542, หน้า 207–208) ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับข้อควรคำนึงและพึงระวัง และเทคนิคในการใช้คำถามดังนี้

1. เตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า เพื่อใช้ไปสู่ประเด็นที่ต้องการ
 2. คำนึงถึงลักษณะของคำถามที่ดี และถามให้เป็นภาษาพูดง่ายๆ
 3. ใช้คำถามหลายประเภททั้งคำถามแบบแคบและแบบกว้าง
 4. ถามผู้เรียนให้ทั่วถึงทั้งชั้น เพื่อให้ทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม
 5. ไม่ควรให้ผู้เรียนตอบพร้อมกันทั้งชั้น เพราะจะทำให้ผู้เรียนบางคนไม่สนใจคำถาม และครูประเมินไม่ได้ว่าใครเกิดการเรียนรู้แล้วหรือไม่
 6. ให้ผู้เรียนตอบคำถามด้วยความสมัครใจ การเรียกให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยที่ยังไม่พร้อมจะทำให้ขาดความมั่นใจในการตอบ
 7. ไม่เรียกชื่อผู้เรียนก่อนถาม เพราะคนอื่นจะไม่สนใจคำถามและไม่สนใจคิดหาคำตอบ
 8. เมื่อถามคำถามแล้ว ครูควรเว้นระยะเวลาเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด
 9. ไม่ควรทวนคำถามหรือตอบคำถาม เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่สนใจฟัง
 10. ถามคำถามจากง่ายไปหายาก ซึ่งเป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนอยากตอบ
 11. เมื่อได้คำตอบที่ยังไม่ชัดเจนหรือไม่สมบูรณ์ ครูควรถามให้ผู้เรียนขยายคำตอบให้ชัดเจนลึกซึ้งยิ่งขึ้น
 12. ควรใช้กิริยาท่าทาง และน้ำเสียงเป็นส่วนประกอบในการถาม ซึ่งจะช่วยให้บรรยากาศของการใช้คำถามดียิ่งขึ้น
 13. เมื่อถามคำถามแล้ว ครูไม่ควรชี้แนวทางหรือคำตอบให้นักเรียนทันที หรือครูตอบคำถามเอง เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่คิด
 14. เมื่อผู้เรียนตอบถูก ครูควรกล่าวคำชมเพื่อเป็นกำลังใจให้ผู้เรียนอยากตอบคำถามต่อไป แต่เมื่อผู้เรียนตอบผิดไม่ควรตำหนิ
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 74) ได้เสนอแนะถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้คำถามไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้คำถามเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียน โดยผู้สอนจะบ่อนคำถาม

ในลักษณะต่างๆ ที่เป็นคำถามที่ดี สามารถพัฒนาความคิดของผู้เรียน ถามเพื่อให้ผู้เรียนใช้ความคิดเชิงเหตุผลวิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือการประเมินค่าเพื่อจะตอบคำถามเหล่านั้น ศาสตราจารย์ Curtuis แห่งมหาวิทยาลัยมิซแกน สหรัฐอเมริกา ได้จำแนกคำถามออกเป็น 12 แบบ ซึ่งเป็นลักษณะคำถามที่ใช้เพื่อความมุ่งหมายต่างๆ กันพอสรุปได้ดังนี้

1. ถามเพื่อเปรียบเทียบ เพื่อให้ผู้ตอบคิดเปรียบเทียบความเหมือนกับความต่าง ซึ่งจะต้องคิดอย่างรอบคอบเสียก่อนจึงจะตอบได้
2. ถามเพื่อการตัดสินใจ ผู้ตอบจะต้องจำแนกและตัดสินใจให้แน่นอน
3. ถามเพื่อการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ เป็นการถามเพื่อการแก้ไขสถานการณ์ในสภาวะการต่างๆ โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์ที่มีอยู่แล้ว
4. ถามเพื่อการจำแนก เพื่อต้องการให้ผู้ตอบคิดจำแนกหรือจัดหมวดหมู่หรือจัดพวกใหม่ โดยอาศัยการเปรียบเทียบในด้านความแตกต่าง ความเหมือน ความสัมพันธ์ และการจัดกลุ่มใหม่
5. ถามความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผล เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบสังเกตปรากฏการณ์ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร
6. ถามเพื่อให้ทราบความมุ่งหมาย เป็นการถามที่ให้ผู้ตอบบอกความมุ่งหมายของเนื้อเรื่อง
7. ถามเพื่อให้เกิดความคิดวิจารณ์ เป็นการถามเพื่อให้ผู้ตอบคิดในเรื่องความสมบูรณ์ ความถูกต้อง ซึ่งก่อนจะตอบนั้นผู้ตอบต้องใคร่ครวญเสียก่อน
8. ถามเพื่อให้แสดงความคิดเห็น เพื่อให้ผู้ตอบเกิดการสรุปผล ตัดสินใจ โดยอาศัยข้อมูล ความจริง หลักการเป็นเกณฑ์
9. ถามเพื่อเกิดการอภิปราย เป็นการถามเพื่อให้ได้มีการถกเถียงการพิจารณาการตัดสินใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
10. ถามเพื่อให้กำหนดนิยามหรือคำอธิบาย เป็นคำถามเพื่อให้สรุปความคิดรวบยอดหรือความหมาย คำนิยาม คำอธิบายในแต่ละคำหรือวลี เพื่อให้เรื่องราวนั้นกระจ่างขึ้น
11. ถามเพื่อให้สังเกต คำถามชนิดนี้ต้องการให้หาคำตอบโดยวิธีการสังเกต
12. ถามเพื่อยั่วให้เกิดคำถามใหม่ๆ อีก ระหว่างที่ผู้เรียนกำลังคิด กำลังอ่าน หรือกำลังปฏิบัติงานอยู่ ผู้สอนอาจถามถึงงานที่เขา กำลังคิด กำลังทำ ว่าพบปัญหาอะไรหรือไม่

กรมวิชาการ (2546, หน้า 80) ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเทคนิคการใช้คำถาม ดังนี้

1. ควรตั้งคำถามก่อนแล้วจึงเรียกชื่อนักเรียนที่จะซักถาม (กรณีถามรายบุคคล) และตั้งคำถามด้วยความยิ้มแย้มเป็นกันเอง ไม่เครียด
2. วางแผนในการตั้งคำถามก่อน
3. ตั้งคำถามหลากหลาย ครอบคลุมวัตถุประสงค์ เนื้อหา ถามคำถามระดับต่ำถึงระดับสูง
4. ถามคำถามที่ละข้อ อย่าถามที่ละหลายคำถามพร้อมกัน
5. ถามคำถามจากง่ายไปหายาก ซึ่งจะทำให้เกิดความมั่นใจในการตอบคำถามที่ยากขึ้น
6. พยายามถามนักเรียนให้ทั่วทุกคน อย่าถามเฉพาะเจาะจงคนใดคนหนึ่ง
7. ถ้านักเรียนตอบคำถามไม่สมบูรณ์ ครูควรให้ข้อมูลเพิ่มเติมและให้แรงจูงใจ หรือขวัญกำลังใจ
8. ถามคำถามซ้ำกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจคำถามหรือฟังไม่ทัน
9. กรณีนักเรียนไม่เข้าใจคำถามซึ่งเป็นคำถามที่ยาก ควรเปลี่ยนคำถามที่ง่าย ๆ
10. กรณีนักเรียนตอบไม่ได้ ครูควรชี้แนะและบอกข้อมูลเพิ่มเติม แต่ไม่ใช่ใจร้อนแนะนำคำตอบจนเกินไป

Leonard and others (1972 อ้างถึงใน ฉลอง รุ่งเรือง, 2538, หน้า 42-43) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเทคนิคการใช้คำถามดังนี้

1. ถามคำถามก่อนจึงเรียกผู้ตอบ จะทำให้ผู้เรียนทุกคนสนใจเรียน
2. ไม่ควรถามเรียงหรือแบบที่ผู้เรียนจะคาดเดาได้ว่าครูจะถามใครต่อไป
3. ถ้าเป็นคำถามที่ต้องใช้ความคิด ควรเว้นระยะให้ผู้ตอบคิดก่อนตอบ แล้วจึงเสริมแรง
4. หลังใช้คำถามบ่อยๆ ควรเรียกให้ผู้เรียนคนใดคนหนึ่งสรุปแนวคิดที่ได้
5. พยายามหลีกเลี่ยงการใช้คำถามเดิม

Shelden (1980, p. 5308-A อ้างถึงใน ดิยาภรณ์ ห้าวจันทิก, 2553, หน้า 37) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเทคนิคการใช้คำถามดังนี้

1. หยุดคอยอย่างน้อยสามวินาทีหลังจากถามคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนมีเวลา
คิดตาม

2. หยุดคอยอย่างน้อยสามวินาทีก่อนได้ตอบคำตอบของผู้เรียน
3. หลีกเลี่ยงคำถามที่เป็นคำถามหลายปัญหา
4. หลีกเลี่ยงคำถามที่ไม่ชัดเจน
5. หลีกเลี่ยงคำถามซ้ำคำถาม
6. หลีกเลี่ยงการตอบคำถามของตนเอง
7. หลีกเลี่ยงการเรียกชื่อผู้เรียนก่อนถามคำถาม
8. ใช้คำถามถามสอนคนหรือมากกว่านั้น
9. ถามคำถามให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล

3. การใช้คำถามตามแนวคิดของบลูม (Bloom)

ทิตนา แชมมณี (2553, หน้า 400) ได้อ้างอิงถึงแนวคิดของบลูม (Bloom) ว่า ได้จัดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาไว้ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งในด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) นั้น บลูมได้จัดระดับจุดมุ่งหมายตามระดับความรู้จากต่ำไปสูงไว้ 6 ระดับคือ ระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าซึ่งผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดในระดับที่สูงขึ้นไปเรื่อยๆ เช่น เมื่อถามคำถามแล้วพบว่าผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้ว ผู้สอนควรตั้งคำถามในระดับที่สูงขึ้น คือระดับความเข้าใจ หรือถ้าเรียนมีความเข้าใจแล้ว ผู้สอนก็ควรตั้งคำถามในระดับที่สูงขึ้นไปอีก คือระดับการนำไปใช้ การที่ผู้สอนจะสามารถตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นความคิดของผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายทางด้านพุทธิพิสัยของบลูม (Bloom) ให้สูงขึ้นนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจของระดับความรู้ทั้ง 6 ประการ ผู้สอนจำเป็นต้องเข้าใจลักษณะของความรู้แต่ละระดับและพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความรู้นั้นดังนี้

1. การเรียนรู้ในระดับความรู้ ความจำ (Knowledge) การเรียนรู้ในระดับนี้เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถตอบได้ว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้มีสาระอะไรบ้าง ซึ่งการที่สามารถตอบได้นั้น ได้มาจากการจดจำเป็นสำคัญดังนั้น คำถามที่ใช้ในการทดสอบการเรียนรู้ในระดับนี้ จึงมักเป็นคำถามที่ถามถึงข้อมูล สาระ รายละเอียดของสิ่งที่เรียนรู้ และให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าตนมีความรู้ความจำในเรื่องนั้นๆ พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการเรียนรู้ในระดับความรู้ความจำ ได้แก่ บอก เล่า ชี้ ระบุ จำแนก รวบรวม ท่อง ประมวล

จัดลำดับ ให้ความหมาย ให้คำนิยาม เลือก และเนื้อหาหรือสิ่งที่ถามถึง ได้แก่ ศัพท์ วิธีการ เกณฑ์ หมวดหมู่ กระบวนการ ระบบ รายละเอียด ความสัมพันธ์ ระเบียบ บุคคล สาเหตุ แบบแผน เหตุการณ์ หลักการ ทฤษฎี โครงสร้าง สถานที่ องค์ประกอบ สัญลักษณ์ เวลา กฎ คุณลักษณะ

2. การเรียนรู้ในระดับความเข้าใจ (comprehension) หมายถึงการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนเข้าใจความหมาย ความสัมพันธ์และโครงสร้างของสิ่งที่เรียนและสามารถอธิบายสิ่งที่เรียนรู้นั้นได้ด้วยคำพูดของตนเอง ผู้เรียนที่มีความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หลังจากได้ความรู้ในเรื่องนั้นมาแล้ว จะสามารถแสดงออกได้หลายทาง เช่น สามารถ ตีความได้ แปลความได้ เปรียบเทียบได้ บอกความแตกต่างได้ เป็นต้น ดังนั้น คำถามในระดับนี้จึงมักเป็นคำถามที่ช่วยให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงความเข้าใจของตัวในเรื่องนั้นๆ พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการเรียนรู้ในระดับความเข้าใจ ได้แก่ อธิบาย (โดยใช้คำพูด) ขยายความ เปรียบเทียบ ลงความเห็น แปลความหมาย แสดงความคิดเห็น ตีความหมาย คาดการณ์ คาดคะเน สรุป ย่อ ทำนาย บอกใจความสำคัญ กะประมาณ และเนื้อหา/สิ่งที่ถามถึง ได้แก่ ศัพท์ วิธีการ ความหมาย กระบวนการ คำนิยาม ทฤษฎี หลักการ สิ่งที่เป็นนามธรรม แบบแผน โครงสร้าง ผลที่จะเกิดขึ้น ความสัมพันธ์ ผลกระทบ เหตุการณ์ สถานการณ์

3. การเรียนรู้ในระดับการนำไปใช้ (application) หมายถึงการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนสามารถนำข้อมูล ความรู้ และความเข้าใจที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการหาคำตอบและแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ดังนั้นคำถามในระดับนี้จึงมักประกอบด้วยสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะต้องดึงความรู้ ความเข้าใจ มาใช้ในการหาคำตอบ โดยผู้เรียนมีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการเรียนรู้ในระดับสามารถนำไปใช้ได้ พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการเรียนรู้ในระดับการนำความรู้ไปใช้ ได้แก่ ประยุกต์ ปรับปรุง แก้ปัญหา เลือก จัด ทำ ปฏิบัติ แสดง สาธิต ผลิต และเนื้อหา/สิ่งที่ถามถึง ได้แก่ กฎ วิธีการ หลักการ กระบวนการ ทฤษฎี ปัญหา ปรัชญาการณ ข้อยสรุป สิ่งที่เป็นนามธรรม ข้อเท็จจริง

4. การเรียนรู้ในระดับการวิเคราะห์ (analysis) หมายถึงการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดที่ลึกซึ้งขึ้นเนื่องจากไม่สามารถหาคำตอบได้จากข้อมูลที่มีอยู่โดยตรง ผู้เรียนต้องใช้ความคิดหาคำตอบจากการแยกแยะข้อมูลและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่แยกแยะนั้น หรืออีกนัยหนึ่งคือการเรียนรู้ในระดับที่

ผู้เรียนสามารถจับได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุ เหตุผลหรือแรงจูงใจที่อยู่เบื้องหลังปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่งการวิเคราะห์โดยทั่วไป มี 2 ลักษณะคือ

4.1 การวิเคราะห์จากข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุปและหลักการที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้

4.2 การวิเคราะห์ข้อสรุป ข้ออ้างอิง หรือหลักการต่างๆ เพื่อหาหลักฐานที่สามารถสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อความนั้นตัวอย่างพฤติกรรมที่สามารถบ่งชี้ถึงการเรียนรู้ในระดับวิเคราะห์ได้ มีดังนี้ จำแนกแยกแยะ หาข้ออ้างอิง หาเหตุและผล หาหลักฐาน หาความสัมพันธ์ ตรวจสอบ หาข้อสรุป จัดกลุ่ม หาหลักการ ระบุ ชี้ เนื้อหา/สิ่งที่ถามถึง ได้แก่ ข้อมูล ข้อความ เรืองราว เหตุการณ์ เหตุและผล องค์ประกอบ ความคิดเห็น สมมติฐาน ข้อยุติ ความมุ่งหมาย รูปแบบ ระบบ โครงสร้าง วิธีการ กระบวนการ

5. การเรียนรู้ในระดับการสังเคราะห์ (synthesis) หมายถึงการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับที่ผู้เรียนสามารถ (1) คิด ประดิษฐ์ สิ่งใหม่ขึ้นมาได้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสิ่งประดิษฐ์ ความคิด หรือ ภาษา (2) ทำนายสถานการณ์ในอนาคตได้ (3) คิดวิธีการแก้ปัญหาได้ (แต่แตกต่างจากการแก้ปัญหาในขั้นการนำไปใช้ ซึ่งจะมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว แต่วิธีการแก้ปัญหาในขั้นนี้ อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ) พฤติกรรมที่สามารถบ่งชี้การเรียนรู้ในระดับนี้ มีดังนี้ เขียนบรรยาย อธิบาย เล่า บอก เรียบเรียง สร้าง จัด ประดิษฐ์ แต่ง ดัดแปลง ปรับ แก้ไข ทำใหม่ ออกแบบ ปฏิบัติ คิดริเริ่ม ตั้งสมมติฐาน ตั้งจุดมุ่งหมาย ทำนาย แจกแจงรายละเอียด จัดหมวดหมู่ สถานการณ์ วิธีแก้ปัญหา เนื้อหา/สิ่งที่ถามถึง ได้แก่ ความคิด การศึกษาค้นคว้า แผนงาน สมมติฐาน จุดมุ่งหมาย ทฤษฎี หลักการ โครงสร้าง รูปแบบ แบบแผน ส่วนประกอบ ความสัมพันธ์ แผนภาพ แผนภูมิ ผังกราฟิก

6. การเรียนรู้ในระดับการประเมินค่า (evaluation) หมายถึงการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนต้องใช้การตัดสินคุณค่า ซึ่งก็หมายความว่า ผู้เรียนจะต้องสามารถตั้งเกณฑ์ในการประเมินหรือตัดสินคุณค่าต่างๆ ได้ และแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้นได้ พฤติกรรมบ่งชี้การเรียนรู้ในระดับนี้มีตัวอย่างดังนี้ วิพากษ์วิจารณ์ ตัดสิน ประเมินค่า ตีค่า สรุป เปรียบเทียบ จัดอันดับ กำหนดเกณฑ์/กำหนดมาตรฐาน ตัดสินใจ แสดงความคิดเห็น ให้เหตุผล บอกหลักฐานเนื้อหา/สิ่งที่ถามถึง ข้อมูล ข้อเท็จจริง การกระทำความคิดเห็น ความถูกต้อง ความแม่นยำ มาตรฐาน เกณฑ์ หลักการ ทฤษฎี คุณภาพ ประสิทธิภาพ ความเชื่อมั่น ความคลาดเคลื่อน อคติ วิธีการ ประโยชน์ ค่านิยม

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการใช้คำถาม ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดในระดับที่สูงขึ้นเรื่อยๆ โดยเริ่มจากระดับต่ำไปถึงระดับสูงคือ ระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูม (Bloom)

การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของบลูมที่ผู้วิจัยได้ค้นคว้าพัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75

เผชิญ กิจระการ (2544, หน้า 44-45) ได้กล่าวถึงวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ ดังนี้ การหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) วิธีการนี้จะนำสื่อ ไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย เป็นการหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) บทเรียนโปรแกรม ชุดช่วยสอน แผนการสอน แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ของแบบฝึกหัดหรือกระบวนการเรียน หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงเป็นค่าตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1 / E_2 = 80/80$, $E_1 / E_2 = 85/85$, $E_1 / E_2 = 90/90$ เป็นต้น

เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะในที่นี้ได้ยกตัวอย่าง $E_1 / E_2 = 80/80$ ดังนี้

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนร้อยละ 80 ส่วนการหาค่า E_1 และ E_2 และใช้สูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

ΣX แทน คะแนนของแบบฝึกหัดหรือของแบบทดสอบ
ย่อยทุกชุดรวมกัน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือของ
แบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\Sigma X}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

ΣX แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวน
นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน
ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนน
เฉลี่ยร้อยละ 80 เช่น มีนักเรียน 40 คน ร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด คือ 32 คน
แต่ละคนได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน ถึงร้อยละ 80 ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือ
ผลจากการสอบหลังเรียนนักเรียนทั้งหมด (40 คน) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวน
นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80
ตัวหลัง (E_2) คือคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน
(Posttest) โดยเทียบคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน (Pretest)

อธิบายเฉพาะตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) ดังนี้ สมมตินักเรียนทั้งหมดทำ
แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 10 แสดงว่า แตกต่างจากคะแนน
(เต็มร้อยละ 100) เท่ากับ 90 ถ้านักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85 แสดงว่าความแตกต่างของการสอบสองครั้งนี้ (ก่อนเรียนกับ
หลังเรียน) เท่ากับ $85 - 10 = 75$ ดังนั้นค่าของ $E_2 = (75/90) \times 100 = 83.33\%$ ถือว่าสูงกว่า
เกณฑ์ที่กำหนดไว้ ($E_2 = 80$)

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียน
ทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80

ตัวหลัง (E_2) หมายถึงนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้ไม่มีประสิทธิภาพและชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีข้อบกพร่อง)

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 11) ได้อธิบายการตีความหมายผล

การคำนวณหาประสิทธิภาพว่า หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้แล้วผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์โดย ยึดหลักการและแนวทาง คือ ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ ได้ไม่เกิน 0.5 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง = ± 2.5 นั่นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5% หากคะแนน E_1 หรือ E_2 ห่างกันเกิน 5% แสดงว่ากิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียนไม่สมดุลกันเช่น ค่า E_1 มากกว่า E_2 แสดงว่างานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่าการสอบ หรือหากค่า E_2 มากกว่าค่า E_1 แสดงว่าการสอบง่ายกว่าหรือไม่สมดุลกับงานที่มอบหมายให้ทำ จำเป็นต้องปรับแก้

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีคำนวณหาประสิทธิภาพ E_1 / E_2 โดยวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) ใช้สูตรและวิธีคำนวณตามความหมายที่ 1 โดยตั้งประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ไว้ที่เกณฑ์ 75/75 ตัวเลข 75 ตัวแรก (E_1) คือนักเรียนทำแบบฝึกทักษะได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 75 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ตัวเลข 75 ตัวหลัง (E_2) คือนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สมยศ ชิตมงคล (2545, หน้า 41) ได้อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือนักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในทัศนคติทางคณิตศาสตร์ และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

Wilson (1976, pp. 643-665 อ้างถึงใน วารีย์ ธนะคำดี, 2553, หน้า 38-42)

ได้อธิบายว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมทางพุทธิพิสัยในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ระดับ คือ

1.1 ความรู้ความจำด้านคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือ
ว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts)
ความหมายที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว
คำถามที่จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็น
ระยะเวลานานแล้ว

1.1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of
Terminology) เป็นความสามารถในการระลึก หรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้โดยคำถาม
อาจจะเป็นถามโดยตรง หรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่อาศัยการคิดคำนวณ

1.1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry
out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง หรือนิยาม และกระบวนการที่ได้
เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถ
ด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ที่ง่าย คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยาก
ในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

1.2 ความเข้าใจ (Comprehensive) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรม
ระดับความรู้ ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณซับซ้อนกว่า แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concept)
เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม
ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจ การตีความ หรือยกตัวอย่างใหม่
ที่แตกต่างไปจากที่เคยเห็น

1.2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุป
อ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles Rules Generalization) เป็นความสามารถ
ในการนำเอา หลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้
แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก
อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

1.2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of
Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติ
ของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

1.2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

1.2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow A Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่าน และเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากความสามารถในการอ่านข้อความทั่วไป

1.2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

1.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบมาพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

1.3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

1.3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

1.3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องการแยกโจทย์ปัญหาออกมาพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายๆ ครั้ง

อย่างต่อเนืองตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

1.3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphisms and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนือง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูล หรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาที่พบ

1.4 การวิเคราะห์(Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหานั้นที่นักเรียนไม่เคยเห็น หรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Non-routine Problem) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัด หรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

1.4.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหานั้น การจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

1.4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) ความสามารถในการใช้เหตุผลที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาช่วยในการแก้ปัญหา

1.4.4 ความสามารถในการวิจารณ์ การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์แต่ความสามารถในการพิจารณาเป็นพฤติกรรมที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในการขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

1.4.5 ความสามารถในการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to Formulate and Validate Generalizations) นักเรียนต้องสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิม และสมเหตุสมผลด้วย คือการถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

Carpenter & Lehrer (1999, pp. 20–23 อ้างถึงใน วาริ ธนะคำดี, 2553, หน้า 42) ได้กล่าวถึงกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจควรมีลักษณะ ดังนี้

- 1) การสร้างความสัมพันธ์ หมายถึงการเชื่อมโยงแนวคิด หรือกระบวนการใหม่กับแนวคิดเดิมที่นักเรียนเข้าใจแล้ว
- 2) การขยายและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การพัฒนาความรู้ที่นักเรียนสามารถรวมแนวคิดใหม่ และแนวคิดที่มีอยู่เดิมเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดความเข้าใจได้ดีขึ้น
- 3) ผลสะท้อนจากประสบการณ์ กล่าวคือ นักเรียนสามารถสำรวจแนวคิดที่พวกเขาเรียนและรู้ว่าจะใช้แนวคิดนั้นอย่างไร
- 4) การแสดงออกอย่างชัดเจนในสิ่งที่รู้ หมายถึง การเขียนหรือการอภิปราย เพื่อสะท้อนสิ่งที่นักเรียนรู้
- 5) การสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง หมายถึง การที่นักเรียนสามารถสร้างความรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีเหตุมีผลด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ และทักษะไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมทางด้านสติปัญญา 4 ระดับ คือ ระดับความรู้ ความจำ ระดับความเข้าใจระดับการนำไปใช้ และระดับการวิเคราะห์ ซึ่งผู้วิจัยสนใจที่จะทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของบลูม

2. ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

นักวัดผล และนักการศึกษา ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ในแนวทางเดียวกันดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) ได้สรุปว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 73) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

ศิริชัย กาญจนวาสี (2548, หน้า 163) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากโรงเรียนและทางบ้าน

จากข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ หลังจากที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

3. ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

โดยทั่วไปแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (วาริ ธนะคำดี, 2553, หน้า 43) คือ

3.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

3.1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนด หรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

3.1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ (Objective Test or Short Answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนคำตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Response Type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ความคิดได้อย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือแบบทดสอบถูกผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

3.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพมีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และการแปลความหมายของคะแนน

4. แนวทางการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

4.1 หลักการสร้างแบบทดสอบ

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ จะมีคุณภาพได้นั้นต้องอาศัยหลักการสร้างที่มีประสิทธิภาพ ซึ่ง Gronlund (1993, pp. 8-11 อ้างถึงใน วาริ ธนะคำดี, 2553, หน้า 44) ได้ให้หลักการสร้างไว้ดังนี้

4.1.1 ต้องนิยามพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน โดยกำหนดในรูปของจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน หรือรายวิชาด้วยคำที่เฉพาะเจาะจง สามารถวัด และสังเกตได้

4.1.2 ควรสร้างแบบทดสอบวัดให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด ทั้งในระดับความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น

4.1.3 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรจะวัดพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะต้องกำหนดตัวชี้วัด และขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่จะวัด แล้วจึงเขียนข้อสอบตามตัวชี้วัด จากขอบเขตที่กำหนดไว้

4.1.4 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่างๆ ที่เหมาะสม สอดคล้องกับการวัดพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

4.1.5 ควรสร้างแบบทดสอบโดยคำนึงถึงแผน หรือวัตถุประสงค์ของการนำผลการทดสอบไปใช้ประโยชน์ จะได้เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และทันใช้ตามแผนที่กำหนดไว้ เช่น การใช้แบบทดสอบก่อนการเรียนการสอน (Pretest) สำหรับตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน เพื่อการสอนซ่อมเสริม การใช้แบบทดสอบหลังการเรียนการสอนเพื่อตัดสินผลการเรียน (Summative Test)

4.1.6 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะต้องทำให้การตรวจให้คะแนนไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการวัด (Measurement Errors) ซึ่งไม่ว่าจะนำแบบทดสอบ ไปทดสอบกับผู้เรียนในเวลาที่แตกต่างกันจะต้องได้ผลการวัดเหมือนเดิม

4.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
มัทนณี กุฎาคาร (2542, หน้า 80-93) พิษิต ฤทธิจรรยา (2544, หน้า 99-101) และ พร้อมพรรณ อุดมสิน (2545, หน้า 29-33) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกัน สรุปได้ดังนี้

4.2.1 วิเคราะห์หลักสูตร และสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาสาระ และพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

4.2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอน

จะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และสร้าง
ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

4.2.3 กำหนดชนิดของข้อสอบ และศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาจาก
ตารางวิเคราะห์ หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและ
ตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของ
การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้น ให้มีความรู้
ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4.2.4 เขียนข้อสอบ เป็นการเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ใน
ตารางวิเคราะห์หลักสูตรให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการ
เขียนข้อสอบ

4.2.5 ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบมีความถูกต้อง และสมบูรณ์
ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ แล้วจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

4.2.6 ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของ
แบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะ
คล้ายคลึงกันกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มี
คุณภาพ

4.2.7 จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง หลังจากปรับปรุงคุณภาพข้อสอบให้
มีคุณภาพดีแล้ว จึงจัดทำแบบทดสอบฉบับจริงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการเขียนข้อสอบ

ข้อเสนอแนะทั่วไปสำหรับการเขียนข้อสอบ มีดังนี้ (Gronlund, 1993, pp. 36–
37 อ้างถึงใน วารีย์ ธนะคำดี, 2553, หน้า 46)

4.3.1 ควรเลือกชนิดของข้อสอบให้ตรงกับลักษณะของพฤติกรรมหรือ
ผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดมากที่สุด

4.3.2 เขียนข้อสอบที่จะวัดผลการปฏิบัติให้สอดคล้องกับพฤติกรรมหรือ
ผลการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ

4.3.3 เขียนข้อสอบแต่ละข้อให้ชัดเจน เฉพาะเจาะจงให้มากที่สุดเท่าที่
จะเป็นไปได้

4.3.4 เขียนข้อสอบเพื่อให้วัดพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือ หรืออุปกรณ์อย่างอื่นช่วย เช่น เขียนข้อสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมืออุปกรณ์ช่วย

4.3.5 พยายามป้องกันสิ่งต่างๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อสอบ แต่จะมีผลต่อคำตอบของผู้สอบ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่ใช้ภาษาซับซ้อนที่ต้องตีความและยากเกินวัยของผู้สอบ

4.3.6 หลีกเลี่ยงคำ ข้อความ หรือร่องรอยต่างๆ ที่จะแนะนำคำตอบ

4.3.7 เขียนข้อสอบให้มีความยากง่ายพอเหมาะแก่ระดับพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่จะวัดวัยของผู้เรียน และการนำผลการทดสอบไปใช้

4.3.8 เขียนข้อสอบ ให้สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ หรือคำตอบที่ดีที่สุดโดยไม่มีข้อโต้แย้ง ในการตัดสินคำตอบถูก

4.3.9 ควรเขียนข้อสอบไว้ล่วงหน้า เพื่อที่จะได้มีเวลาในการทบทวน ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขให้ข้อสอบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.3.10 ควรเขียนข้อสอบ ให้มีจำนวนข้อเกินกว่าที่ต้องการใช้จริง เพราะอาจจะต้องตัดข้อสอบบางข้อที่ไม่เหมาะสมออกในภายหลัง

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับเอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าในการจัดการเรียนรู้ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดก็ตาม การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนั้นๆ เป็นตัวชี้วัดตัวหนึ่งที่บ่งชี้ถึงความสำเร็จจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีต่างๆ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงต้องทำโดยมีขั้นตอน เหมาะสมกับผู้เรียนและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เพื่อให้การวัดผลมีประสิทธิภาพ

เจตคติ

1. ความหมายของเจตคติ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนั้น นอกจากปัจจัยจากภายนอกที่มีอยู่มากมายหลายประการแล้ว ยังมีปัจจัยจากภายใน ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งปัจจัยที่ส่งเสริม หรือชะลอด้านความสามารถในการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ

เจตคติ เป็นคำที่มีความหมายเดียวกับคำว่า “ทัศนคติ” ซึ่งเกี่ยวข้องกับสภาพจิตใจ โดยมีนักจิตวิทยา และนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 54) กล่าวว่า เจตคติเป็นความรู้สึกเชื่อ ศรัทธาต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนเกิดความพร้อมที่จะแสดงการกระทำออกมา ซึ่งอาจจะเป็นไปในทางดีหรือไม่ดีก็ได้

ราณี อาษาเจริญ (2544, หน้า 14) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความคิดเห็นซึ่งมีอารมณ์เป็นส่วนประกอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง สถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือการได้รับประสบการณ์และความคิด ความรู้สึกดังกล่าว เป็นตัวกำหนดให้บุคคลนั้นแสดงพฤติกรรม หรือมีแนวโน้มตอบสนองต่อสิ่งนั้น สถานการณ์นั้นในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจเป็นการสนับสนุนโต้แย้งคัดค้านก็ได้ เจตคติสามารถถ่ายทอดจากบุคคลหนึ่งไปยังบุคคลหนึ่งได้ และสามารถปรับเปลี่ยนได้

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2550, หน้า 366) ใช้คำว่าทัศนคติแทนคำว่า เจตคติ โดยกล่าวว่า ทัศนคติเป็นอักษณาสัย (Disposition) หรือแนวโน้มที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อม หรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งคน สัตว์ วัตถุสิ่งของ หรือความคิด (Ideas) ทัศนคติอาจเป็นบวก หรือลบ ถ้าบุคคลมีทัศนคติบวกต่อสิ่งใด ก็จะมีพฤติกรรมที่จะเผชิญต่อสิ่งนั้นถ้ามีทัศนคติลบก็จะหลีกเลี่ยงทัศนคติเป็นสิ่งที่เรียนรู้และเป็นการแสดงออกของค่านิยมและความเชื่อของตนเอง สามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้

พรทิพย์ ฤกษ์สมโภชน์ (2550, หน้า 52) กล่าวว่า เจตคติเป็นความรู้สึกเชื่อศรัทธาต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่อาจเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นสามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้

Anne Anastasi (1969, p. 480 อ้างถึงใน นิติพร เชื้อสุวรรณ, 2550, หน้า 41) กล่าวว่าเจตคติหมายถึง ความโน้มเอียงที่แสดงออกว่าชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งต่างๆ เช่น เชื้อชาติ ขนบธรรมเนียมประเพณี หรือสถาบันต่างๆ เจตคติไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถสรุปพาดพิงจากพฤติกรรมทั้งที่ต้องใช้ภาษาหรือไม่ต้องใช้ภาษาก็ได้

Zellman and Sears (1971, pp. 27, 106-136 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังชนะ ภัทรขจร, 2551, หน้า 29) กล่าวว่า เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือได้รับประสบการณ์ จึงเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย โดยอาจเปลี่ยนแปลงจากการคิดทางบวกเป็นทางลบหรืออาจเปลี่ยนแปลงจากการคิดทางลบเป็นการคิดทางบวกก็ได้

Good (1973, p.48 อ้างถึงใน พรทิพย์ ฤกษ์สมโภชน์, 2550, หน้า 51) ได้ให้คำจำกัดความของเจตคติว่า หมายถึง ท่าที ความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหลังจากที่บุคคลได้รับประสบการณ์ในสิ่งนั้น ซึ่งแสดงออกในลักษณะที่เอนเอียงไปในทางใดทางหนึ่ง เช่น รัก เกลียด พอใจ หรือไม่พอใจ และพร้อมที่จะเอนเอียงไปในลักษณะเดิมเมื่อประสบกับสิ่งนั้นอีก

จากข้อความข้างต้นจึงพอสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึงความรู้สึกของนักเรียนที่แสดงออกได้ทั้งในทางบวกและทางลบ ทางใดทางหนึ่ง ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ซึ่งเจตคติสามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้

2. การวัดเจตคติ

เจตคติเป็นพฤติกรรมทางสมอง เป็นสภาพทางจิต หรืออารมณ์ของมนุษย์ที่ซับซ้อน Secord and Backman (1964 อ้างถึงใน เบญจวลี ไชยแสน, 2544, หน้า 49) ได้ให้ความเห็นว่า เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดในรูปความคิดเห็น (Opinion) หรือจากการแสดงออกทางภาษา (Verbal Expression) แต่ในการวัดนี้อาจเกิดความไม่แน่นอนหากผู้ตอบบิดเบือนหรือตอบไม่ตรงกับใจจริง Anastasi (1988, p. 453 อ้างถึงใน นิติพร เชื้อสุวรรณ, 2550, หน้า 41) ได้ให้ความคิดเห็นในเรื่องการวัดเจตคติ ได้ว่า เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สรุปอ้างอิง (Inferred) จากพฤติกรรมภายนอกโดยใช้หรือไม่ใช้ภาษาเป็นสื่อ ไพศาล หวังพานิช (2526, หน้า 147) ได้เสนอหลักการวัดเจตคติ ไว้ดังนี้

1. ต้องยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Basic Assumption) ได้แก่

1.1 เจตคติของบุคคลจะคงอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ทำให้สามารถวัดได้
1.2 เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง ต้องวัดจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงต่อเหตุการณ์นั้น

1.3 เจตคตินอกจากจะวัดในทิศทางของความรู้สึก เช่น สนับสนุน คัดค้านยังสามารถวัดขนาดและปริมาณมากน้อยหรือความเข้มข้นของเจตคติอีกด้วย

2. ในการวัดเจตคติจะต้องมีสิ่งประกอบ 3 สิ่ง คือ ตัวบุคคลที่จะถูกวัด สิ่งเร้าที่เป็นข้อความเกี่ยวกับรายละเอียดในสิ่งนั้นและการตอบสนองของบุคคลที่ถูกวัด

3. สิ่งเร้าที่นิยมใช้คือ ข้อความวัดเจตคติ (Attitude Statement) ที่ใช้อธิบายคุณค่าคุณลักษณะของสิ่งนั้นเพื่อให้บุคคลตอบสนองออกมาในระดับความรู้สึก (Attitude Continuum)

4. การสรุปผลในเรื่องของเจตคติ จะอาศัยผลสรุปจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้า จำเป็นอย่างยิ่งที่การวัดนั้นจะต้องครอบคลุมคุณลักษณะต่างๆ เพื่อผลจากการสรุปจะได้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

นอกจากนี้ บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ (2531, หน้า 23) ได้เสนอหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการวัดเจตคติที่ต้องทำความเข้าใจ 3 ประการ ดังนี้

1. เนื้อหา (Content) การวัดเจตคติต้องมีสิ่งเร้าไปกระตุ้นให้แสดงกิริยาท่าที่ออกมาเร้าโดยทั่วไปได้แก่ เนื้อหาที่ต้องการวัด

2. ทิศทาง (Direction) การวัดเจตคติโดยทั่วไปกำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่องกันในลักษณะซ้าย-ขวา หรือบวกกับลบ กล่าวคือเริ่มจากเห็นด้วยอย่างยิ่ง และลดความเห็นลงเรื่อยๆ จนถึงมีความรู้สึกเฉยๆ และลดต่อไปเป็นไม่เห็นด้วยจนไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ลักษณะการเห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอยู่เป็นเส้นตรงเดียวกัน และต่อเนื่องกัน

3. ความเข้ม (Intensity) กิริยาท่าที่ หรือความรู้สึกที่แสดงออกต่อสิ่งเร้านั้น มีปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน ถ้ามีความเข้มสูงไม่ว่าจะไปในทิศทางใดก็ตาม จะมีความรู้สึก หรือกิริยาท่าที่รุนแรงมากกว่าที่มีความเข้มชั้นเป็นกลาง

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การวัดเจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อมจากการแสดงความรู้สึกความคิดเห็น หรือจากการสังเกตจากพฤติกรรมภายนอกซึ่งสามารถวัดได้ โดยการนำสิ่งเร้าที่นิยมใช้เป็นข้อความวัดเจตคติ ไปเร้าบุคคลใด เพื่อให้บุคคลนั้นแสดงออกซึ่งความรู้สึกที่มีต่อสิ่งเร้านั้นให้ออกมาเป็นระดับ โดยข้อความวัดเจตคตินี้ต้องพยายามถามคุณค่า และลักษณะในแต่ละเรื่องนั้นออกมา แล้วนำผลหรือรายละเอียดมาสรุปรวมเป็นเจตคติของบุคคลนั้น

อย่างไรก็ตามยังมีวิธีที่จะใช้วัดความสนใจและเจตคติที่เป็นที่นิยมอยู่ 3 วิธี

1. การสังเกต (Observation) การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป็นการวัดความสนใจ และเจตคติที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ต้องอาศัยเวลาในการสังเกต ซึ่งครูผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนตลอดทั้งภาคเรียน (อนันต์ จันทร์ทวี, 2526, หน้า 326)

2. การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการถามความรู้สึก ความคิดเห็นส่วนตัวของนักเรียนโดยตรงว่าเขามีความรู้สึกนึกคิดต่อสิ่งนั้นๆ อย่างไร แต่วิธีการนี้มีข้อเสีย คือ ผู้ตอบอาจปิดป้องคำตอบเพราะกลัวต่อการแสดงความคิดเห็นซึ่งหน้า ซึ่งสามารถแก้ไข

โดยสร้างบรรยากาศให้ผู้ตอบรู้สึกอิสระมั่นใจว่าคำตอบของเขาจะไม่ส่งผลกระทบต่อตนเอง

3. การสร้างแบบวัดหรือแบบทดสอบ (Inventories or Tests) เจตคติสามารถถูกวัดออกมาได้ตามความเชื่อของ Thurstone (1967, p.77) ซึ่งได้ให้ความคิดเห็นว่าเจตคติจะวัดโดยตรงไม่ได้ หากต้องการวัดจากการแสดงออกในเรื่องความคิดเห็นเรื่องภาษาพูด โดยการสร้างแบบวัดที่ตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความในแบบวัด เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แบบหนึ่งที่มีผู้นิยมใช้กันมากคือ แบบวัด การประเมินค่าผลรวม (The Method of Summated Ratings) ซึ่งเป็นวิธีการของลิเคอร์ต (Likert Method)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า เจตคติมีความสำคัญ และน่าสนใจที่จะนำมาศึกษา ค้นคว้า เพราะเจตคติเป็นเครื่องบ่งชี้หนึ่งของพฤติกรรมนักเรียน ที่จะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ท่าที ความคิดเห็น ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่แสดงต่อเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางคณิตศาสตร์หรืออื่นๆ โดยใช้การวัดเจตคติตามวิธีการของลิเคอร์ต (Likert Method)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT)

อุเทน คำสิงหนอก (2551, หน้า 154-155) ได้ทำการวิจัย การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผล และเจตคติต่อการเรียน เรื่องระบบจำนวนเต็ม ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ TGT และรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านไพรพัฒนา จังหวัดศรีสะเกษ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มทดลองมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้น และพบพานักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีความสามารถในการให้เหตุผล และมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ TGT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จรัสศรี ทองมี (2552, หน้า 110-114) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนหนองไผ่พิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 5 ผลการวิจัย พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ (4 MAT) มีค่าเท่ากับ 0.6202 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 73.83 อยู่ในระดับดี

วรรณิ แสนคำภา (2553, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ 4 MAT เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ 4 MAT เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.75/80.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทยากร มุ่งทอง (2553, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย ผลการพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการแก้ปัญหาและเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT เรื่องเศษส่วน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของโรงเรียนที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT เรื่องเศษส่วน อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่าระดับดีมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่าระดับเห็นด้วยมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประทีป สุภพิมล (2555, หน้า 79-81) ได้ทำการวิจัย ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ CIPPA และรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุวรรณา เรื่องรอบ (2555, หน้า 94) ได้ศึกษา ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่องการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 77.42/77.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม

วารุณี พิมพ์วงศ์ทอง (2547, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย ผลการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการใช้คำถามตามรูปแบบของบลูม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยการใช้คำถามตามรูปแบบของบลูมหลังเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กนกวรรณ ต้นดีธีระศักดิ์ (2549, หน้า 90) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชโบริกานุเคราะห์ จังหวัดราชบุรี โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบบลูม ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนของบลูมสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปฐมพงษ์ จันทร์สว่าง (2549, หน้า 56) ได้ทำการวิจัยผลของการใช้กลวิธีการเรียนเพื่อรอบรู้ของบลูมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้ เจตคติทางการเรียน และความเชื่อในความสามารถของตนในรายวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเล็งนททา จังหวัดยโสธร ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วาสนา อามาตย์ (2551, หน้า 90-91) ได้ทำการวิจัย การพัฒนากิจกรรม การเรียนรู้การอ่านจับใจความโดยใช้คำถามตามแนวคิดของบลูม (Bloom) กลุ่มสาระ การเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การอ่านจับใจความโดยใช้คำถามตามแนวคิดของบลูม (Bloom) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.22/87.78 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Juhler (1998, Abstract) ศึกษาผลของการทดสอบซ้ำ (กรณีนักเรียนไม่ผ่าน เกณฑ์รอบรู้) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาพีชคณิต โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง 1,314 คน ที่ลงทะเบียนเรียนใน 3 ภาคเรียน พบว่า การทดสอบซ้ำจะช่วยสร้างแรงจูงใจให้ นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในครั้งแรก ประมาณ 90% จะมีความรอบรู้เพิ่มขึ้น และคะแนนที่ นักเรียนได้รับจากการทดสอบมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Martinez (1999, Abstract) ศึกษาประสิทธิภาพของครูและการเรียนแบบรอบรู้ ในวิชาพีชคณิต โดยใช้ครูสอนคนเดียวกัน ได้รับการยอมรับว่าเป็นครูที่มีความสามารถในการสอน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ทุกกลุ่มเรียนเนื้อหาเดียวกัน โดยกลุ่มแรกจะได้รับการทดสอบก่อนและหลังเรียน กลุ่มที่สองได้รับการทดสอบหลังเรียน อย่างเดียว กลุ่มที่สามได้รับการทดสอบก่อนเรียนเพียงอย่างเดียว และกลุ่มสุดท้ายไม่ได้รับการทดสอบ พบว่าในการทดสอบครั้งสุดท้ายนักเรียนมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่เวลาที่ครูผู้สอนใช้นั้นมากกว่า คือในกลุ่มที่ไม่ได้รับการทดสอบ ครูจะใช้เวลาในการสอน มากกว่ากลุ่มที่ได้รับการทดสอบ

Carol (2000, Abstract) ได้ทำการวิจัย ผลการจัดการเรียนรูตามรูปแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 4 MAT กับนักเรียนเกรด 5, 6 และ 7 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรมการเรียนรู้ มีความกระตือรือร้นในการเรียน และมีความรับผิดชอบในการเรียน ครูใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนสูงขึ้น

Jamie (2000, Abstract) ได้ทำการวิจัย ผลการจัดการเรียนรูตามรูปแบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาลัทธิศูตร คอมพิวเตอร์ ที่เรียนด้วยระบบการศึกษาทางไกล ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับ

การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Reed (2000, p. 2246-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสไตล์การเรียนรู้กับความต้องการการทดลองแบบเดิม หรือแบบแยกของครู-อาจารย์ ในการศึกษาด้านเทคโนโลยีในเวอร์จิเนีย กลุ่มตัวอย่างคือ ครู-อาจารย์ในโรงเรียนขนาดกลางที่สอนในห้องปฏิบัติการ โดยผู้ศึกษาค้นคว้าส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ เพื่อสำรวจลักษณะการสอนของครู 4 แบบ คือการใช้จินตนาการ การคิดวิเคราะห์การเรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัส และสามัญสำนึกและการค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งมาจากทฤษฎีการสอนแบบ 4 MAT ของ Bernice McCarthy ผลการศึกษาปรากฏว่า ครู-อาจารย์ใช้การสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัส และสามัญสำนึก อยู่ในระดับมากเพื่อให้ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้น เพราะการใช้วิธีนี้ได้ก็สามารถลงมือปฏิบัติและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

Phillip (2001, Abstract) ได้ทำการวิจัย ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิชาจุลชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย

Delaney (2003, p. 357) ได้ศึกษาปัญหาเพื่อให้ทราบความต้องการ การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้ตรงกับความคาดหวังที่ตั้งไว้ในเป้าหมายปี 2000 โดยได้ศึกษาวิธีการสอน แบบ 4 MAT ซึ่งเป็นวิธีที่เป็นไปได้เพื่อให้บรรลุมาตรฐานวิทยาศาสตร์ ปัจจุบัน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ห้องเรียนหลายห้องของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นคนหนึ่ง ซึ่งมีนักเรียนเข้าร่วมศึกษาจำนวน 89 คน วิธีการศึกษา ทำการวัด และการเปรียบเทียบโดยวิธีการประเมิน 3 วิธี เพื่อกำหนดว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเจตคติที่ได้รับการปรับปรุงแล้วนั้นส่งผลหรือไม่ ผลการวิเคราะห์ ข้อมูลไม่ได้ขอสรุปที่มีนัยสำคัญในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือการปรับปรุงเจตคติ อย่างไรก็ตาม การสังเกตของผู้ศึกษาบ่งชี้ว่ามีประโยชน์ทางศักยภาพของวิธีการสอนแบบ 4 MAT ค่า t ที่คำนวณในวิธีการประเมินไม่เพียงพอกับความน่าจะเป็นของข้อผิดพลาดเคลื่อน

ที่ปรากฏในข้อค้นพบที่ .05 ขอจำกัดของการศึกษาทำให้ผลการศึกษาคิดเพิ่มขึ้นไปและทำให้ความเข้าใจจากการสังเกตที่เป็นไปได้มีน้ำหนักมากเกินไป

Billings (2007, p. 840) ได้ศึกษาการประเมินวิธีการจัดการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้และการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ วิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนและปฏิริยาตอบสนองต่อการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้พบว่า การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ คือเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอน ที่มีประสิทธิภาพและสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นด้วยวิธีการที่น่าสนใจ

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 4 MAT และเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของบลูม ทำให้ทราบขั้นตอน กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT รวมถึงแนวทางในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดในระดับที่สูงขึ้นเรื่อยๆ กำหนดไว้ 6 ระดับ ซึ่งเมื่อศึกษาอย่างละเอียดจะพบว่ารูปแบบและเทคนิควิธีการสอนดังกล่าวสามารถนำมาปรับใช้ร่วมกันได้ โดยมุ่งพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องในแต่ละขั้นตอน และครูผู้สอนสามารถเลือกจัดกิจกรรมได้อย่างหลากหลายโดยยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสำคัญที่สุด ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง หรือออกแบบ กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมทั้งทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้ต่อไป

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี