

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.1 ความสำคัญ
  - 1.2 ธรรมชาติและลักษณะ
  - 1.3 วิสัยทัศน์การเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.4 คุณภาพของนักเรียนเมื่อจบการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.5 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
  - 1.6 กระบวนการเรียนรู้
  - 1.7 การวัดและการประเมินผล
  - 1.8 แหล่งการเรียนรู้
  - 1.9 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอนคณิตศาสตร์
  - 2.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
  - 2.3 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์
  - 2.4 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
  - 2.5 พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์
  - 2.6 กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
  - 2.7 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 2.8 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 2.9 การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 2.10 กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 2.11 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 3.2 จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 3.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

### 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

#### 4. เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

##### 4.1 ความหมายของเจตคติ

##### 4.2 ลักษณะที่สำคัญของเจตคติ

##### 4.3 องค์ประกอบของเจตคติ

##### 4.4 การเสริมสร้าง พัฒนาและการเปลี่ยนแปลงเจตคติ

##### 4.5 เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

##### 4.6 การวัดเจตคติ

#### 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 5.1 งานวิจัยในประเทศ

##### 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

### หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

#### 1. ความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดเดาเหตุการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเรื่องของการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ที่มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ, 2545ก, หน้า 1)

#### 2. ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบไปด้วยคำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมผล สร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ขึ้น และนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัวเอง คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์ และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบและความสัมพันธ์เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ (กรมวิชาการ, 2545ก, หน้า 2)

#### 3. วิสัยทัศน์การเรียนรู้

การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็น

การศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนทุกคนเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาคือ ดังนั้น จึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่นักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ (กรมวิชาการ, 2545ก, หน้า 2)

#### 4. คุณภาพของนักเรียนเมื่อจบการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เมื่อนักเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว นักเรียนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น การที่นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1. มีความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวน และการดำเนินการ วัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2545ก, หน้า 2-3)

#### 5. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพ เมื่อนักเรียนเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐานและเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น

กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 6 สาระและมาตรฐานต่าง ๆ (กรมวิชาการ, 2545ก, หน้า 6-7) ดังนี้ คือ

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปแบบ (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 6. กระบวนการเรียนรู้

การจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้เกี่ยวข้องควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ กระบวนการเรียนรู้ควรจัดให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล รวมทั้งวุฒิภาวะของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อให้ นักเรียนมีทักษะการคิดคำนวณพื้นฐาน มีความสามารถในการคิดในใจ ตลอดจนพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ

การจัดเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ ต้องคำนึงถึงความยากง่าย ความต่อเนื่อง และลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ต้องคำนึงถึงลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ต้องคำนึงถึงลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีโอกาสนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง รวมทั้งปลูกฝังนิสัยให้รักในการศึกษา และการแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่งดงาม และสมคูลทั้ง 3 ด้าน คือ

### 1. ด้านความรู้ ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ 5 สาระ ดังนี้

- 1.1 จำนวนและการดำเนินการ
- 1.2 การวัด
- 1.3 เรขาคณิต
- 1.4 พีชคณิต
- 1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น

### 2. ด้านทักษะ / กระบวนการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ / กระบวนการที่สำคัญ ดังนี้

- 2.1 การแก้ปัญหา
- 2.2 การใช้เหตุผล
- 2.3 การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ
- 2.4 การเชื่อมโยง
- 2.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### 3. ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ได้แก่

#### 3.1 ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

#### 3.2 สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความ

รับผิดชอบ มีวิจาร์ณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเอง (กรมวิชาการ, 2545 ข, หน้า 27)

## 7. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้สอนไม่ควรมุ่งวัดแต่ด้านความรู้เพียงด้านเดียว การวัดให้ครอบคลุมด้านทักษะ / กระบวนการ และด้านคุณธรรม

จริยธรรม และค่านิยมด้วยทั้งนี้

การวัดและการประเมินผลควรใช้วิธีการที่หลากหลาย สอดคล้องและเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวัด เช่น การวัดผลเพื่อปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนรู้ และพัฒนา นักเรียน การวัดผลเพื่อวินิจฉัยหาจุดบกพร่องของนักเรียน การวัดผลเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ ของนักเรียน การประเมินผลตามสภาพจริง โดยใช้วิธีการการสังเกต แฟ้มสะสมงาน (portfolio) โครงการทางคณิตศาสตร์ (mathematics project) การสัมภาษณ์ (interview) เป็นต้น

การวัดและการประเมินผลทางคณิตศาสตร์ ควรมุ่งเน้นการวัดสมรรถภาพโดยรวม ของนักเรียนเป็นหลัก และผู้สอนต้องถือว่าการวัดและการประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น มิใช่วัดแค่ได้ หรือตกเท่านั้น แต่เป็นการวัดผลเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มตามศักยภาพ (กรมวิชาการ, 2545ข, หน้า 28-29)

### 8. แหล่งการเรียนรู้

แหล่งการเรียนรู้สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น ไม่ใช่แค่ห้องเรียน เท่านั้น แต่ยังรวมถึงสถานที่ต่าง ๆ ในชุมชน เช่น ห้องเรียน ห้องสมุด โรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศูนย์การเรียนรู้ พิพิธภัณฑ์ สมาคม ชุมชน ชมรม มุขคณิตศาสตร์ ห้องกิจกรรม คณิตศาสตร์ หรือห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ สวนคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ สื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ สำหรับผู้สอนและนักเรียน อุปกรณ์การเรียนรู้ เกมและของเล่นทางคณิตศาสตร์ สื่อ อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ (CAI, Software, Internet, E-book) รวมทั้งบุคคลทั้งหลายที่มีความรู้ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เช่น ครู อาจารย์ ศึกษานิเทศก์ ภูมิปัญญาท้องถิ่น (กรมวิชาการ, 2545ข, หน้า 29)

### 9. ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

การแก้ปัญหา

นักเรียนใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ช่วยค้นพบผลการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหาควรเป็นจุดเน้นหลักของหลักสูตร คณิตศาสตร์เป็นกระบวนการ ที่ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ เป็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์ในโลกรอบ ๆ ตัว เป็นวิธีการ สืบเสาะหาความรู้และการนำไปใช้ ซึ่งการเชื่อมโยงกับการสอนในทุกสาระของคณิตศาสตร์

การสื่อสาร

คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่ต้องทำให้มีความหมายแก่นักเรียน ถ้านักเรียนต้องการ สื่อสารความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้อย่างมี ประสิทธิภาพ ความสามารถในการสื่อสารทั่ว ๆ ไปจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาคณิตศาสตร์และ เป็นเหมือนสะพานที่ช่วยให้บทบาทสำคัญข้อความต่าง ๆ ให้เป็นภาษาเชิงนามธรรมและ

สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ใช้แทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในด้านกายภาพ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ คำพูดและสมองเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งการรับรู้ในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งในฐานะที่เป็นชนิดของระบบการสื่อสาร และในฐานะที่เป็นเครื่องมือ เมื่อนักเรียนเข้าใจได้ว่าตัวแทนสิ่งหนึ่งสามารถอธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ได้มาก และวิธีการในการแทนที่ปัญหาวิธีหนึ่งอาจช่วยได้มากกว่าวิธีอื่น ๆ แล้วนักเรียนจะเริ่มเข้าใจในพลังความยืดหยุ่น และประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

#### การใช้เหตุผล

นักเรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เกิดความเชื่อมั่นในความสามารถด้านเหตุผล และทำการคิดตัดสินใจ ทั้งในเรื่องที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และในชีวิตอื่น ๆ ความสามารถในด้านเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนมีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ มีตรรกะในการคิดและสามารถอธิบายให้เหตุผลต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะ ขึ้นอยู่กับพัฒนาการด้านเชาวน์ปัญญาและการใช้ภาษาของผู้เรียน นักเรียนในชั้นประถมศึกษาในฐานะนักคิดเชิงรูปธรรม ซึ่งใช้บริการเชิงรูปธรรม และกายภาพสนับสนุนเหตุผลของตนและพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออยู่ในชั้นมัธยมศึกษาด้วยการถ้อยแถลง การให้เหตุผลที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม แม้นักเรียนที่อยู่ในระดับสูงแล้วก็ยังมีความจำเป็นในการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม เพื่อการสนับสนุนการให้เหตุผล

#### การเชื่อมโยง

นักเรียนควรรู้ว่าความคิดเชิงคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสาระนั้น และกับชีวิตประจำวัน หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ต้องสอนแบบบูรณาการให้เห็นความเชื่อมโยงในเนื้อหาต่าง ๆ ไม่แยกออกจากกันเดี่ยว ๆ และสอนให้เกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในและนอกโรงเรียน

#### ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ลักษณะและกระบวนการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ เกิดจากการรวบรวมผสมผสานและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ใหม่จากความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม เพื่อมองหาแนวทางในการแก้ปัญหา ความบกพร่อง ความขาดหาย ด้วยการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหา ข้อบกพร่อง และทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้น เพื่อจะทำให้ผลกระจำงชัดสมบูรณ์

การเรียนรู้สามารถเริ่มต้นจากการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมกับวัย ให้นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้ การเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ ภายใต้การให้คำปรึกษาแนะนำของผู้สอน หรือการให้นักเรียนได้เสนอแนวคิดหลาย ๆ แนวคิด ได้ร่วมกันแก้ปัญหาโดยอภิปรายร่วมกัน ช่วยเสริมเติมเต็ม ทำให้นักเรียนได้มีความเข้าใจในปัญหาเดิมอย่างแท้จริง และเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยการฝึกแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นเรื่องสำคัญทำให้

นักเรียนมีอิสระที่จะคิด พัฒนาสติปัญญาของคนอย่างสร้างสรรค์ (กรมวิชาการ, 2545ก, หน้า 195-206)

### กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

#### 1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้นั้น ครูต้องจัดประสบการณ์ที่เหมาะสมให้กับนักเรียน ได้ศึกษา ทดวิเคราะห์ จนกระทั่งเกิดการค้นพบ ซึ่งมีสิ่งที่เป็นองค์ประกอบในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อีกหลายประการ และในการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูควรมีความรู้ความเข้าใจในหลักการสอนคณิตศาสตร์ และการใช้เทคนิคต่างๆ ในการสอน โดยคำนึงถึงความเหมาะสมสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ความแตกต่างของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนการสอน บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529, หน้า 24-25) ได้กล่าวถึง หลักการสอนคณิตศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนของครูไว้ดังนี้

1. สอนโดยคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียน คือ พร้อมในด้านร่างกาย อารมณ์ สติปัญญา และความพร้อมในแง่ความรู้เดิมที่จะมาต่อเนื่องกับความรู้ใหม่ โดยครูต้องมีการทบทวนความรู้เดิมก่อน เพื่อให้ต่อเนื่องกัน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ มองเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนได้ดี
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องจัดให้เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความสนใจ และความสามารถของนักเรียน เพื่อมิให้เกิดปัญหาดรามมาภายหลัง
3. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ครูจำเป็นต้องคำนึงถึงให้มากกว่าวิชาอื่น ในแง่ความสามารถทางสติปัญญา
4. การเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมความวัยและความสามารถแต่ละคน
5. วิชาคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีระบบที่ต้องเรียนไปตามลำดับขั้นคอนการสอน เพื่อสร้างความคิดความเข้าใจในระยะเริ่มแรก จะต้องเป็นประสบการณ์ที่ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและทำให้เกิดความสับสน ต้องไม่นำเข้ามาในกระบวนการเรียนการสอน
6. การสอนแต่ละครั้งต้องมีจุดประสงค์ที่แน่นอน
7. เวลาที่ใช้ในการสอนจะใช้เวลาพอสมควร ไม่นานจนเกินไป
8. ครูควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกทำกิจกรรมได้ตามความพอใจ ตามความถนัด และให้อิสระในการทำงานแก่นักเรียน
9. การสอนที่ดีควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการวางแผนร่วมกันกับครู เพราะจะช่วยให้ครูเกิดความมั่นใจในการสอน และเป็นไปตามความพอใจของนักเรียน

10. การสอนคณิตศาสตร์จะดี ถ้านักเรียนมีการทำงานร่วมกัน หรือมีส่วนในการค้นคว้า

11. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรสนุกสนานบันเทิงไปพร้อมกับการเรียนรู้ด้วย เป็นการสร้างบรรยากาศให้น่าติดตาม

12. นักเรียนระดับประถมศึกษา อายุระหว่าง 7 – 12 ปี จะเรียนได้ดีเมื่อเริ่มเรียนโดยครูใช้ของจริง หรืออุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรม นำไปสู่นามธรรมตามลำดับ จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ มิใช่เรียนแบบจำอย่างเดียวย

13. การประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการต่อเนื่อง และเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ ครูอาจใช้วิธีการสังเกต การตรวจแบบฝึกหัด การสอบถาม เป็นเครื่องมือในการวัดผล จะช่วยให้ครูทราบข้อบกพร่องของนักเรียน และการสอนของครู

14. ไม่ควรจำกัดวิธีคิดคำนวณหาคำตอบของนักเรียน แต่ควรแนะนำวิธีคิดที่รวดเร็วและแม่นยำให้ภายหลัง

นอกจากนี้ ยูพิน พิพิธกุล (2530, หน้า 51-52) ได้เสนอหลักการสอนคณิตศาสตร์ว่า ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่ยาก
2. เปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม
3. สอนให้สัมพันธ์ความคิด เมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดควรจะทบทวนให้หมด
4. เปลี่ยนวิธีสอน ไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย ผู้สอนจะสอนให้สนุกสนานและน่าสนใจ ซึ่งอาจมีกลอน เพลง เกม การเล่าเรื่อง การทำภาพประกอบ การ์ตูน ต้องรู้จักสอดแทรกให้บทเรียนน่าสนใจ
5. ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้นการสอน จึงมีการนำเข้าสู่บทเรียนเสียก่อน
6. สอนให้ผ่านประสาทสัมผัส ผู้สอนอย่าพูดเฉย ๆ โดยไม่ให้เห็นตัวอักษร เพราะการพูดลอย ๆ ไม่เหมาะกับการสอนคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรเขียนกระดานคำ สรุปตามขั้นตอน จะให้นักเรียนจดตรงไหนก็บอก นอกจากนั้น ผู้สอนควรจะกวาดสายตาให้ทั่วทุกคน
7. ควรจะคำนึงถึงประสบการณ์เดิม และทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่ กิจกรรมใหม่ควรจะต้องเนื่องกับกิจกรรมเดิม
8. เรื่องที่สัมพันธ์กันควรจะสอนไปพร้อม ๆ กัน
9. ให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้าง มิใช่เน้นแต่เนื้อหา
10. ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบให้โจทย์ยาว ๆ เกินหลักสูตร ซึ่งอาจทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย การสอบควรจะคำนึงถึงหลักสูตร และเลือกเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสม

11. สอนให้นักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเอง การยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างจนนักเรียนเห็นรูปแบบ จะช่วยให้นักเรียนสรุปได้
12. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติสิ่งที่ทำได้
13. ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น
14. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้นและตื่นตัวอยู่เสมอ
15. ผู้สอนควรมั่นแสร้งหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อที่จะนำสิ่งที่แปลกใหม่มาถ่ายทอดให้นักเรียน และผู้สอนควรจะเป็นผู้ที่มีความศรัทธาในอาชีพของตน จึงจะทำให้สอนได้ดี

จากหลักการสอนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การสอนคณิตศาสตร์ที่ดีนั้น ครูต้องคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรจัดให้เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความสนใจ และความสามารถของนักเรียน มีขั้นตอนที่ชัดเจนเป็นระบบโดยเรียนจากง่ายไปยาก จากรูปธรรมไปนามธรรม ทำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ กิจกรรมการเรียนการสอนควรสนุกสนาน น่าสนใจ มีความยืดหยุ่น นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามความถนัดและให้อิสระในการทำงาน มีการวางแผนร่วมกัน ไม่จำกัดวิธีการหาคำตอบ แต่ควรแนะนำวิธีคิดที่รวดเร็ว แม่นยำ การสอนโดยการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง นำความรู้ที่แปลกใหม่มาให้คิด เลือกรื้อหามาเพิ่มเติมอย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ สามารถคิดแก้ปัญหาและคิดสร้างสรรค์ได้ตามศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

เทคนิคการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2545 ก, หน้า 193 - 194) สรุปได้ว่า

#### 1. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำงานนั้นจริง ๆ ได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติจริง โดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์ หรือสื่อรูปธรรมที่สามารถนำนักเรียนไปสู่การค้นพบ หรือได้ข้อสรุป ในการใช้สื่อรูปธรรม ถ้าผู้สอนสอนด้วยตนเอง จะใช้การสาธิตประกอบกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดให้ นักเรียนที่ปฏิบัติการทดลอง มีโอกาสฝึกใช้ทักษะ กระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเกต การคาดคะเน การประมาณค่า การใช้เครื่องมือ การบันทึกข้อมูล การอภิปราย การตั้งข้อความคาดการณ์ หรือข้อสมมติฐาน การสรุป

กระบวนการดำเนินการทดลอง หรือปฏิบัติกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พิสูจน์ ใช้เหตุผล อ้างข้อเท็จจริง ตลอดจนได้ฝึกทักษะในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ การจัดการเรียนรู้แบบเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการคิด และเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ขณะที่นักเรียนทำการทดลอง ผู้สอนควรสังเกตแนวคิดของนักเรียนว่าเป็นไปอย่างถูกต้องหรือไม่ ถ้าเห็นว่านักเรียนคิดไม่ตรงแนวทาง ควรตั้งคำถามให้นักเรียนคิดใหม่ ถึงแม้

จะต้องใช้เวลามากขึ้น เพราะนักเรียนจะได้ประโยชน์จากการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าการเรียนรู้ที่ผู้สอนบอกหรือสรุปผลให้

## 2. การเรียนรู้จากการใช้คำถามประกอบการอธิบาย และแสดงเหตุผล

การเรียนรู้ที่ผู้สอนใช้คำถามประกอบการอธิบาย และแสดงเหตุผล มีความจำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ ต้องอาศัยนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบทต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ บางเนื้อหาผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานในเนื้อหานั้นก่อนด้วย การอธิบายและแสดงเหตุผลให้ข้อตกลงในรูปของบทนิยาม เพื่อให้เกิดความเข้าใจเบื้องต้น แต่ในบางเนื้อหา ผู้สอนอาจใช้คำถามก่อน ถ้านักเรียนไม่เข้าใจอาจอธิบายและแสดงเหตุผลเพิ่มเติม

## 3. การเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า

การเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่สนใจจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ โดยอิสระ สามารถศึกษาได้จากสื่อสิ่งพิมพ์ และเทคโนโลยีต่าง ๆ หรือจากการทำโครงการงานคณิตศาสตร์ โดยมีผู้สอนมีส่วนช่วยเหลือให้คำปรึกษา แนะนำ ให้ความสนใจงานที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้ามา ให้โอกาสนักเรียนได้นำเสนอผลงานต่อผู้สอน นักเรียน ตลอดจนบุคคลทั่วไป

## 4. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้กับนักเรียนเกิดความสงสัย เมื่อนักเรียนสังเกตจนพบปัญหานั้นแล้ว ผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนพยายามที่จะค้นหาสาเหตุด้วยการตั้งคำถามต่อเนื่อง และรวบรวมข้อมูลมาอธิบาย การเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์จากปัญหามาหาสาเหตุ ใช้คำถามสืบเสาะจนกระทั่งแก้ปัญหาหรือหาข้อสรุปได้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย ขั้นสังเกต ขั้นอธิบาย ขั้นคาดการณ์ ขั้นทดลอง และขั้นนำไปใช้ ขั้นตอนเหล่านี้จะช่วยฝึกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักอภิปราย และทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล ฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกต และวิเคราะห์ปัญหาโดยละเอียด

ประกาพร อุไร (2549, หน้า 40-41) ได้รวบรวมเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ ไว้ ดังนี้

1. เทคนิคการยกตัวอย่าง การยกตัวอย่างและการให้โจทย์ปัญหานั้น ไม่จำเป็นต้องใช้ตัวอย่างในหนังสือเรียนเสมอไป การที่ผู้สอนสามารถยกตัวอย่างได้อย่างเหมาะสม สมเหตุสมผลทันทีทันใด ตัวอย่างนั้นน่าสนใจ ทำทลายความคิด จะช่วยให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจอยากที่จะเรียนและศรัทธาในตัวครูผู้สอน จากการยกตัวอย่างประกอบการสอนคณิตศาสตร์นั้น ครูโดยทั่วไปมักยกตัวอย่างตามหนังสือเรียน ซึ่งถ้าครูทำเช่นนี้ตลอดเวลา นักเรียนจะเกิดความเบื่อหน่ายได้ ฉะนั้น เทคนิคที่สำคัญในการยกตัวอย่าง คือ

1.1 ควรยกตัวอย่างที่แตกต่างจากหนังสือเรียน ตัวอย่างที่แตกต่างจากหนังสือเรียนมีส่วนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียนมากขึ้น

1.2 ยกตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน โดยพยายามเริ่มจากตัวอย่างที่ใกล้ตัวเพื่อให้นักเรียนเข้าใจหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในเบื้องต้นก่อน จากนั้นจึงให้ยกตัวอย่างที่ใกล้ตัวนักเรียนมากขึ้นหรือยกตัวอย่างให้ซับซ้อนยิ่งขึ้น

1.3 การยกตัวอย่างในวิชาคณิตศาสตร์ คือ การเสนอโจทย์ปัญหานั้นเอง การให้โจทย์นักเรียนครูต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอนด้วย ถ้าเป็นโจทย์ปัญหาที่ยุ้งยากซับซ้อน ครูควรเตรียมสื่อการสอนประกอบการอธิบาย เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจและค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและมั่นใจ

การยกตัวอย่างเป็นเทคนิคที่ต้องฝึกฝน การเตรียมการล่วงหน้าและประสบการณ์เดิม เพราะการยกตัวอย่างนั้น มักจะเกิดขึ้นขณะกำลังดำเนินการสอนอย่างต่อเนื่อง ผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการยกตัวอย่างที่เหมาะสมอันจะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจ ซึ่งจำทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่การนำไปใช้มากขึ้น

2. เทคนิคการใช้คำถาม การตั้งคำถาม เป็นเรื่องที่สำคัญในการสอน การถามแทรกอยู่กับการสอนทุกวิธี ยิ่งการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ เน้นการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง ยิ่งทำให้บทบาทการใช้คำถามเด่นชัดมากขึ้น คำถามที่ดีจะเป็นประโยชน์ในการกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด สังเกต นำไปสู่แนวทางการสรุปแนวคิดคณิตศาสตร์ คำถามที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

2.1 เป็นคำถามที่ชัดเจน มีความหมายแน่นอน

2.2 คำถามนั้นไม่ง่าย และไม่ยากจนเกินไป เหมาะสำหรับเนื้อหานั้น ๆ และเหมาะสมกับวัย และระดับของนักเรียน

2.3 ไม่เป็นคำถามซ้อนคำถาม ควรถามทีละประโยค เช่น รูปนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดใด รูปนี้มีพื้นที่เท่าไร เป็นต้น

2.4 ไม่ควรเป็นคำถามเชิงปฏิเสธ เช่น 5 % ไม่ใช่ ใช่หรือไม่

2.5 ไม่ควรเป็นคำถามนำ เช่น  $\frac{2}{3} \times 1 = \frac{2}{3}$  ใช่หรือไม่

2.6 คำถามที่ดีควรเป็นคำถามที่พัฒนาความคิด ช่วยให้นักเรียนได้เห็นการวิเคราะห์ปัญหา

การใช้คำถามประกอบการสอนนั้น ผู้สอนให้ความสนใจศึกษาหาวิธีการถาม โดยใช้คำถามที่ชัดเจนเพื่อชักนำให้นักเรียนคิด สำหรับเนื้อหาที่ยากต้องใช้กระบวนการที่คิดซับซ้อน ครูควรใช้เทคนิคการใช้คำถามควบคู่ไปกับการเล่าเรื่อง โดยอาจใช้ภาพ เกม หรือการเล่านิทาน ประกอบการตอบคำถามไปด้วย นอกจากบทเรียนนั้นสนุกสนาน น่าสนใจ ยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็น ทำให้ครูทราบแนวคิดของนักเรียนในเรื่องว่าเข้าใจเพียงไรการตั้งคำถามที่ดีจะเป็นสื่อช่วยให้ผู้ตอบพัฒนาความคิดจนสามารถหาคำตอบและสรุปได้

3. เทคนิคการนำเข้าสู่บทเรียน การนำเข้าสู่บทเรียนกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นก่อนการสอนเนื้อหา เพื่อเป็นการเตรียมนักเรียน เทคนิคการนำเข้าสู่บทเรียนมีหลายวิธี ดังนี้

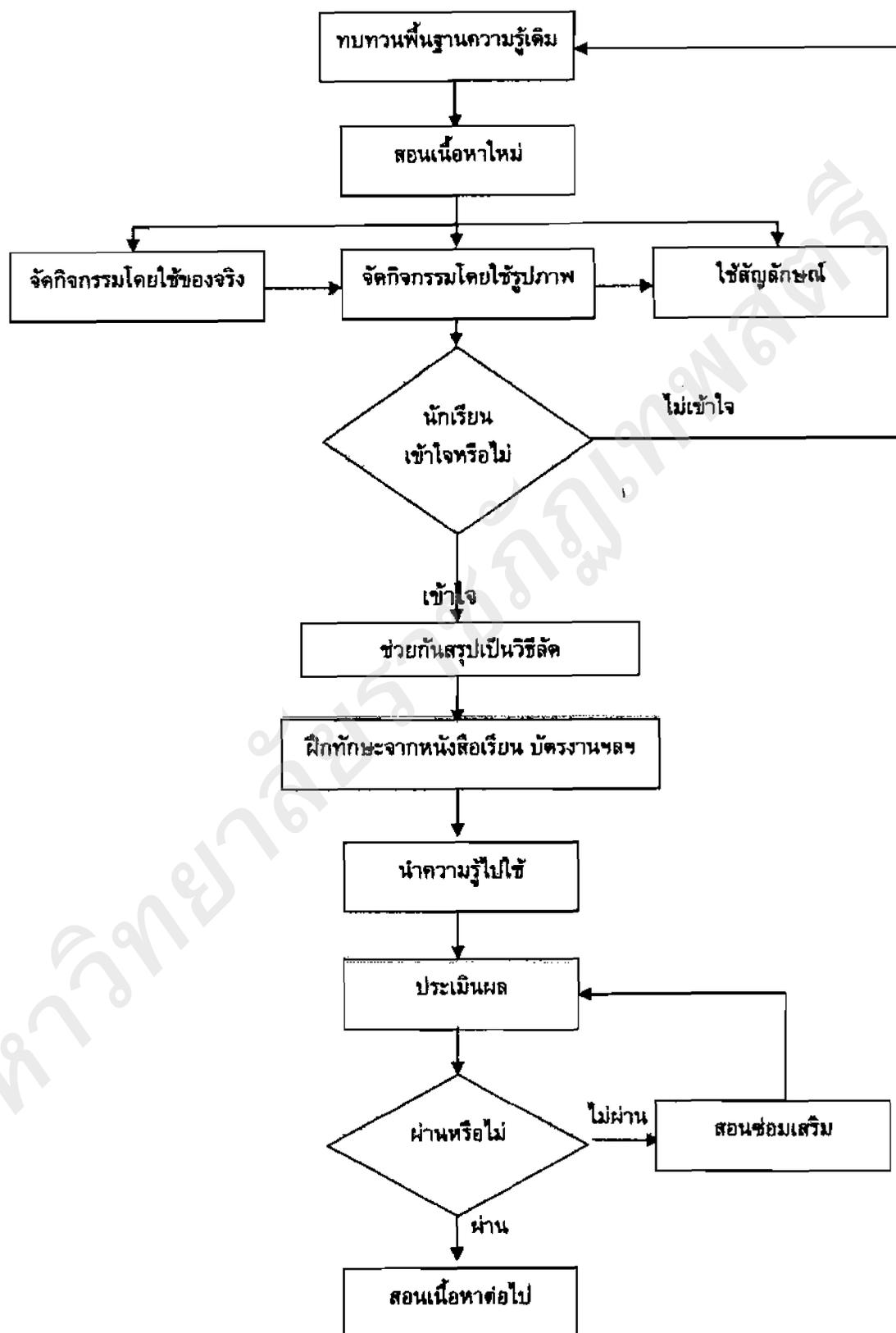
3.1 วิธีสนทนาซักถาม อาจเป็นการซักถามเพื่อทบทวนความรู้เดิม และตรวจสอบว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่ระดับใด

3.2 การร้องเพลง ซึ่งก่อนที่จะร้องเพลง ครูต้องสอนให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา ก่อนและการเลือกเพลงก็ต้องเหมาะสมกับเนื้อหา ระดับชั้น และวัยของเด็ก

3.3 การทนายปัญหา การทนายปัญหาต้องคำนึงถึงเนื้อหา การใช้ภาษาที่สั้น กระชับรัดกุม และศัพท์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

จากเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ ที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การสอนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ครูจำเป็นต้องนำเทคนิคการสอนอย่างหลากหลาย เพื่อ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง การค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ การใช้คำถาม การยกตัวอย่างโจทย์ ถ้าครูจัดอย่างเหมาะสมผล จะช่วยให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน คำถามที่ดี เหมาะสมจะทำให้สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และพัฒนาความคิด จนสามารถหาคำตอบและสรุปได้ โดยมีครูคอยช่วยเหลือ แนะนำปัจจุบัน เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่ ๆ มีให้เลือกใช้อย่างหลากหลาย เพื่อให้บรรลุมาตรฐาน การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ ครูต้องจัดให้เห็นความเชื่อมโยง ระหว่างสาระการเรียนรู้กับหลักสูตร จัดกิจกรรมโดยให้ปฏิบัติจริง สามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการนำความรู้ไปใช้ และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับทักษะกระบวนการคิด แก้ปัญหา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอขั้นตอนการสอน คณิตศาสตร์ ไว้ในคู่มือครูของ สสวท. ดังภาพ 2



ภาพ 2 ขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวการสอนของ สสวท.

ที่มา : (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 28)

จาก ขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวการสอนของ สสวท.สามารถอธิบายถึง ลำดับขั้นตอนในการสอนแต่ละเนื้อหา ดังนี้

1. ทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม เพื่อนำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้วเป็น พื้นฐานในการศึกษาความรู้ใหม่ ทั้งนี้จะเป็นการเชื่อมความรู้เก่า และความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่อง เดียวกัน จะทำให้นักเรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอด หรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างแจ่ม แจ่มยิ่งขึ้น

2. สอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่จะสอนใหม่ในเรื่องนั้น ควรเลือกวิธีสอนให้สอดคล้อง กับเนื้อหาแต่ละตอน ควรเริ่มสอนจากการใช้ของจริง เป็นสื่อเครื่องมือในการเรียนรู้ เพื่อให้ ประสบการณ์นั้นคล้ายกับสภาพจริงในชีวิตประจำวันมากที่สุด หลังจากนั้นก็ใช้ของจำลอง หรือ ภาพแทนของจริงที่ใช้สอนไปแล้ว ขั้นสุดท้ายจึงใช้สัญลักษณ์ เมื่อถึงขั้นนี้ นักเรียนจะมองไม่เห็น รูปร่างสิ่งของที่นักเรียนกล่าวถึง แต่นักเรียนสามารถจะนำประสบการณ์เดิมที่ได้จากของจริง และภาพมาใช้คิดคำนวณแก้โจทย์ปัญหา และประโยคสัญลักษณ์ได้

3. ตรวจสอบความเข้าใจ เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาใหม่ นั้นหรือยัง ถ้ายังก็อาจจะเริ่มค้นทบทวนความรู้เดิม หรือจะสอนเนื้อหาใหม่ก็แล้วแต่ความจำเป็น ของเนื้อหา หรือสภาพของนักเรียนในตอนนั้น ถ้าเข้าใจแล้วก็ช่วยกันสรุปหลักเกณฑ์ในการคิด นำไปสู่วิธีลัด เพื่อนำไปใช้ในโอกาสต่อไป สำหรับนักเรียนบางส่วนของที่ไม่เข้าใจดีพอ ควรทำ การสอนเพิ่มเติม

4. ฝึกทักษะ เป็นการฝึกทักษะจากหนังสือเรียน หรือบัตรงานที่มีความสัมพันธ์กับ เนื้อหานั้น หลังจากทีนักเรียนมีความเข้าใจดีแล้ว

5. นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ ตลอดจน แก้ปัญหาต่าง ๆ ในการดำรงชีวิต

6. การประเมินผล เป็นการประเมินผลดูว่านักเรียนสามารถเกิดความรู้ ความเข้าใจ ในหลักการของเนื้อหานั้นเพียงใด ถ้ายังไม่พอก็ควรจัดสอนซ่อมเสริมใหม่ ถ้าเพียงพอดีแล้ว ก็จะสามารถสอนเนื้อหาใหม่ โดยเริ่มตามลำดับขั้นตั้งแต่แรกทุกครั้งของการสอน

จากขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวการสอนของ สสวท. สรุปได้ว่า การจัด กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ต้องคำนึงถึงแนวคิด ทฤษฎี หลักการ สอนต่างๆ เพื่อให้ นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้น ทบทวนความรู้เดิม ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ ขั้นสรุป ขั้นฝึกทักษะ ขั้นนำความรู้ไปใช้ และขั้น ประเมินผล

## 2. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967, p. 470) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็น ความสามารถทางสมองที่สามารถคิดแบบอนอกนัย (divergent thinking) คือ ความคิดหลาย

ทิศทาง หลายแง่หลายมุม คิดได้กว้างไกล เป็นลักษณะความคิดที่นำไปสู่การคิดประดิษฐ์ สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ไขปัญหาได้สำเร็จ และความคิดสร้างสรรค์นี้ ประกอบด้วยลักษณะความคิดริเริ่ม (originality) ความคล่องในการคิด (fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (flexibility) และความละเอียดลออในการคิด (elaboration)

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1962, p. 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของความรู้สึกที่มีต่อปัญหา สิ่งที่ยาคหายไ้ หรือสิ่งที่ยังไม่ประสานกัน แล้วเกิดความพยายามที่จะสร้างแนวคิด ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน และนำเสนอผลที่ได้ให้ผู้อื่นได้รับรู้ และเข้าใจ อันเป็นแนวทางค้นพบสิ่งใหม่ต่อไป

ยุคา รักไทย (2542, หน้า 13) กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถคิดหาคำตอบใหม่ ๆ หรือมีคำตอบมากมายให้กับแต่ละปัญหา รวมถึงความสามารถของคนในการที่จะนำไปสู่สิ่งใหม่ ๆ อันรวมถึงความคิด ทฤษฎี และผลิตผลที่จับต้องได้ โดยจะต้องเป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติ ยิ่งวงกว้างเท่าใดก็ยิ่งดี

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542, หน้า 45) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งซึ่งที่นอกเหนือไปจากการคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในบุคคลที่สามารถจะคิดได้หลายแง่ หลายมุม ผสมผสานจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2544, หน้า 7) ความคิดสร้างสรรค์ เป็นเรื่องที่สลับซับซ้อน ยากต่อการให้นิยามที่แน่นอนตายตัว ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ โดยยึดผลงานเป็นหลัก ผลงานต้องเป็นผลงานที่แปลกใหม่ และมีคุณค่า โดยมีคนยอมรับ ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ โดยยึดกระบวนการเป็นหลัก กระบวนการนั้นต้องเป็นกระบวนการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งของหรือความคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกันอย่างมากเข้าด้วยกันได้ ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ โดยยึดคุณลักษณะของบุคคลเป็นหลัก บุคคลนั้นต้องเป็นตัวของตัวเอง มีความคิดคล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออได้

อารี พันธุ์มณี (2545, หน้า 84) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอนาถนัย อันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการดัดแปลง ประยุกต์ จากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ คือ มีความคิดคล่องตัวในการคิด มีความยืดหยุ่นในการคิด ซึ่งเป็นประเภทหรือแบบของความคิด และสามารถให้รายละเอียดในความคิดนั้น ๆ ได้ เป็นลักษณะความคิดละเอียดลออ

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546, หน้า 7) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงความสามารถของสมองที่คิดได้กว้างไกล หลายแง่มุม เรียกว่า ความคิดแบบอนาถนัย ซึ่งทำให้เกิดความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รวมตัวเกิดการเรียนรู้ เข้าใจจนเกิดปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการ

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถคิดริเริ่มสิ่งใหม่ๆ ได้อย่างหลากหลาย โดยใช้ประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงให้สัมพันธ์กัน นำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ และการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ซึ่งมีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นอย่างแพร่หลาย

### 3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

#### ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญากับความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967, p. 289) เป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกันคนแรกได้ศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์ตัวประกอบทางสติปัญญา โดยกิลฟอร์ด ค้นพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือความคิดอเนกนัย จัดอยู่ใน มิติที่ 1 ของโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด ซึ่งประกอบด้วย 3 มิติ คือ

มิติที่ 1 วิธีการคิด (operation) เป็นมิติที่แสดงลักษณะกระบวนการของสมองจำแนกได้ 5 ลักษณะ ได้แก่

1. การรู้และเข้าใจ (cognition : C) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่ตีความเมื่อเห็นสิ่งเร้าได้

2. การจำ (memory : M) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้ และข้อมูลต่างๆ แล้วสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ

3. ความคิดแบบอเนกนัย หรือความคิดกระจาย (divergent Thinking : D) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบ หลายแง่หลายมุม

4. ความคิดแบบเอกนัย หรือความคิดรวบยอด (convergent Thinking : N) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดจากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่กำหนด

5. การประเมิน (evaluation : E) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่สามารถหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผล สามารถตัดสินเกี่ยวกับความดี ความงาม ความเหมาะสม สามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลใดบ้างที่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น

ซึ่งความคิดแบบอเนกนัย หรือความคิดกระจาย (divergent thinking) หมายถึง ความสามารถทางสมองในการตอบสนองสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบ หลายแง่ หลายมุม หลายทิศทาง คิดหาคำตอบได้โดยไม่จำกัดจำนวน ทำให้เกิดสิ่งใหม่ๆ จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ ซึ่งกิลฟอร์ด ได้อธิบายว่า ความคิดแบบอเนกนัย ก็คือ ความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

มิติที่ 2 ผลของการคิด (product) เป็นมิติที่แสดงถึงผลที่ได้จากการทำงานของสมองเมื่อสมองได้รับข้อมูลจากมิติที่ 3 และใช้ความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้รับในมิติที่ 1 ผลที่ได้จะออกมาในมิติที่ 2 ซึ่งเป็นผลของการคิด แบ่งออกเป็น 6 ลักษณะ คือ

1. หน่วย (unit : U) หมายถึง สิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัว และแตกต่างไปจากสิ่งอื่น

2. กลุ่มหรือจำพวก (classes : C) หมายถึง ประเภท จำพวก หรือกลุ่มของหน่วยที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะร่วมกัน

3. ความสัมพันธ์ (relation : R) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดของประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางอย่างเป็นเกณฑ์ ความสัมพันธ์อาจจะอยู่ในรูปของหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก หรือระบบกับระบบ

4. ระบบ (system : S) หมายถึง การเชื่อมโยงของสิ่งเร้า โดยอาศัยกฎเกณฑ์ หรือระบบแบบแผนบางอย่าง

5. การแปลงรูป (transformation : T) หมายถึง การเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง ดัดแปลง ตีความ ขยายความ ให้นิยามใหม่ หรือ การจัดองค์ประกอบของสิ่งเร้าหรือข้อมูลออกมาในรูปแบบใหม่

6. การประยุกต์ (implication : I) หมายถึง การคาดคะเน หรือการทำนายจากข้อมูลสิ่งที่กำหนดไว้

มิตินี้ 3 เนื้อหา (content) เป็นมิตินั้นเนื้อหา ข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่เป็นสื่อในการคิด โดยสมองจะรับสิ่งที่เข้าไปในกระบวนการคิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะคือ

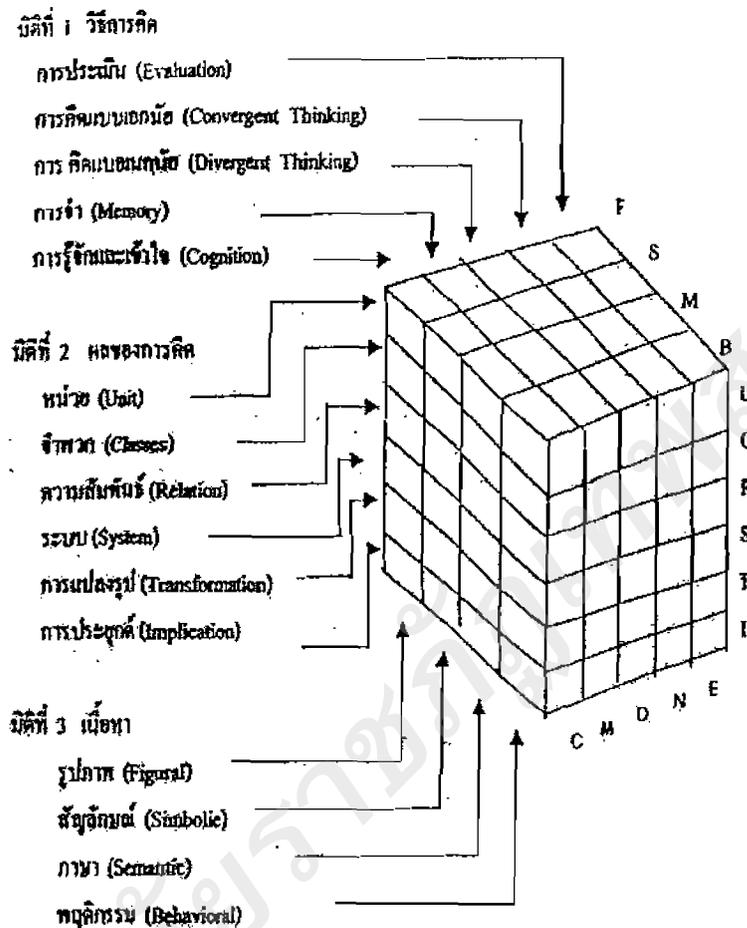
1. ภาพ (figural : F) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรม หรือรูปที่แน่นอน ซึ่งสามารถรับรู้และสามารถทำให้เกิดความรู้สึกนึกคิดได้ เช่น ภาพต่าง ๆ เป็นต้น

2. สัญลักษณ์ (symbolic : S) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข ไนต์ดนตรี และสัญลักษณ์อื่นๆ

3. ภาษา (semantic : M) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปของถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ กัน ใช้ติดต่อสื่อสารได้

4. พฤติกรรม (behavior : B) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออก กิริยา อากักรกระทำที่สามารถสังเกตเห็น รวมทั้งทัศนคติ การรับรู้ การแสดงความคิดเห็นต่างๆ

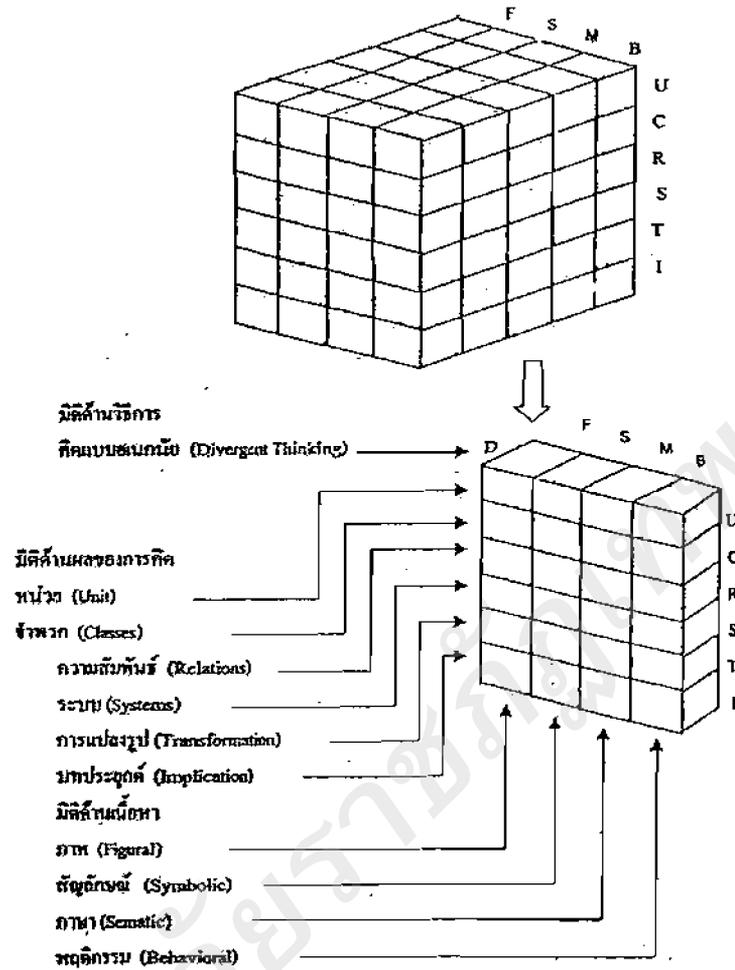
จากลักษณะโครงสร้าง 3 มิตินี้ รวมกันแล้วได้ความสามารถของสติปัญญา 120 แบบ หรือ 120 เซลล์ ความสามารถแต่ละแบบประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย ๆ ที่มาจากมิตินี้ทั้ง 3 ร่วมกัน จากความสามารถ 120 แบบนี้ ปรากฏว่ามากกว่า 80 แบบ เป็นแนวคิดที่นักจิตวิทยาหลายท่านให้การยอมรับนำมาพัฒนาและวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์อย่างแพร่หลาย เช่น นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งองค์ประกอบย่อย ๆ ที่มาจากทั้ง 3 มิตินี้ร่วมกัน ดังภาพ 3



ภาพ 3 โครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด

ที่มา : (สมศักดิ์ ภูวิภาคารวรรณ, 2537, หน้า 11)

เมื่อพิจารณาโครงสร้างทางสติปัญญา Guilford จะพบว่า วิธีการคิดที่เน้นเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ ก็คือ การคิดแบบเอกนัย และเมื่อนำการคิดแบบเอกนัยไปสัมพันธ์กับมิติด้านเนื้อหา ซึ่งมีองค์ประกอบย่อย ๆ 4 ประการ คือ ภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม และมิติด้านผลของความคิด ซึ่งมีองค์ประกอบย่อย ๆ 6 ประการ คือ หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยুক্ত จะได้ความสามารถหรือเซลล์ 24 แบบ หรือ 24 เซลล์ ( $1 \times 4 \times 6 \times$ ) ดังแสดง ในภาพ 4



ภาพ 4 โครงสร้างทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์  
ที่มา : (สมศักดิ์ ภูวิภาดาพรรณ, 2537, หน้า 12)

จากรูปจะเห็นว่า รูปล่างเป็นส่วนหนึ่งของรูปบน ซึ่งเป็นโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford รูปล่างเป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ มีทั้งหมด 24 แบบ ดังนี้

DFU	DSU	DMU	DBU
DFC	DSC	DMC	DBC
DFR	DSR	DMR	DBR
DFS	DSS	DMS	DBS
DFT	DST	DMT	DBT
DFI	DSI	DMI	DBI

### ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของเทลเลอร์ (Taylor)

ลักชณา สิริวัฒน์ (2549, หน้า 146) ได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีของเทลเลอร์ (Taylor, 1964) และมีความเห็นว่า ผลงานของความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้น ไม่จำเป็นจะต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป อาจเป็นขั้นใดขั้นหนึ่งใน 6 ขั้นต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นความคิดสร้างสรรค์ข้างต้น เป็นการแสดงออกโดยตนเองอย่างอิสระ

ขั้นที่ 2 ขั้นผลิตผลงานออกมาอาศัยทักษะบางประการในการผลิต แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่แสดงถึงความคิดใหม่ของแต่ละบุคคล โดยไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจากใคร

ขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างสรรค เป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ โดยไม่ซ้ำแบบใคร เป็นขั้นที่ผู้กระทำได้แสดงให้เห็นความสามารถที่แตกต่างไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ 5 ขั้นพัฒนาปรับปรุงผลงานในขั้นที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 6 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอด สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุดได้

### ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์(การคิดนอกกรอบ)ของดีโบนี (De Bono's Lateral)

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546, หน้า 15) ได้ศึกษาทฤษฎีของเอ็ดเวิร์ด ดีโบนี (Edward De Bono, 1990) ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาในกลุ่มปัญญานิยมที่มีแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการคิดว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถที่จะคิดนอกกรอบความคิดเดิม ซึ่งปิดกั้นแนวคิดอยู่ ก่อให้เกิดแนวคิดอย่างอื่น ๆ ที่ถือว่าเป็นแนวคิด เพื่อจะนำมาพัฒนาในการแก้ปัญหาที่ต้องการได้ การวัดความคิดสร้างสรรค์จะต้องวัดที่ผลผลิตของความคิดที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ และการคิดยังสามารถเรียนรู้ ฝึกหัด และสอนกันได้เหมือนทักษะอื่น ดีโบนี เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของโลก และการเจริญก้าวหน้าทางศิลปวิทยาการด้านต่าง ๆ เป็นผลมาจากความคิดของคน โดยเขาได้ตั้งศัพท์และจำแนกการคิดออกเป็น 2 ด้านที่สำคัญ คือ

1. การคิดในกรอบ (vertical thinking) เป็นการดำเนินการเชิงตรรก (logical thinking) การคิดวิเคราะห์ (critical thinking) และการคิดระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ (scientific method)

2. การคิดนอกกรอบ (lateral thinking) เป็นการคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่ครอบงำอยู่ ทำให้เกิดแนวคิดใหม่ ๆ ดีโบนีเสนอไว้ว่า ทฤษฎีการคิดนอกกรอบจะทำให้มนุษย์เกิดการสร้างแนวคิดหลากหลายแนวคิด ซึ่งจะทำได้แนวคิดแปลกใหม่ที่จะนำไปสร้างผลผลิตที่มีความคิดสร้างสรรค์ เขาถือว่ากระบวนการคิดทั้ง 2 ลักษณะแยกออกจากกันเด็ดขาด แต่การคิดทั้ง 2 ลักษณะนั้นมีการสนับสนุนกัน และความคิดในการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ มีกระบวนการคิด 2 ระยะ ดังนี้

1. การคิดระยะที่ 1 (first stage thinking) เป็นกระบวนการคิดเพื่อให้เกิดแนวคิดในการพิจารณาปัญหาที่จะได้กำหนดให้ชัดเจนว่า ปัญหาที่แท้จริงนั้นคืออะไร และสามารถมองหามโนทัศน์สร้างแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา

2. การคิดระยะที่ 2 (second stage thinking) เป็นกระบวนการคิดในกรอบ เมื่อใช้ การคิดระยะที่ 1 แล้ว ซึ่งจะเกิดการสร้างแนวคิดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา การคิดระยะที่ 2 จะเป็นการทดสอบแนวคิดเหล่านั้นว่า แนวคิดใดเหมาะสม แล้วจึงดำเนินการพัฒนาให้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาตามที่ต้องการได้

### ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของโอตา (the model AUTA)

เป็นทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่เดวิส (Davis) และซัลลิแวน (Sullivan) คิดขึ้นในปี ค.ศ. 1980 อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ สามารถส่งเสริมและพัฒนาด้วยกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนของการพัฒนา ดังนี้

1. การตระหนักรู้ (awareness) หมายถึง การตระหนักรู้ถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์เป็นขั้นตอนแรก ทำให้บุคคลเพิ่มความสำนึก ในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลที่มีต่อตนเอง สังคม การมีชีวิตที่ดีขึ้นกว่าเดิมและเข้าใจในนวัตกรรมต่างๆที่ผ่านมาในประวัติศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อความเจริญก้าวหน้า และวิธีการแก้ปัญหาในปัจจุบันและอนาคต

2. ความเข้าใจ (understanding) หมายถึง การมีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ คือ การที่บุคคลจะสนใจและให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น เมื่อได้รับความรู้ เนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ จะทำให้บุคคลเข้าใจและเห็นความสำคัญยิ่งขึ้น สารการเรียนรู้ที่ควรจัดให้บุคคลได้เรียนรู้ เช่น บุคลิกภาพของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ลักษณะกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ความสามารถสร้างสรรค์ด้านต่างๆ ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ เทคนิควิธีการฝึกคิดสร้างสรรค์ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์

3. เทคนิควิธี (techniques) หมายถึง เทคนิควิธีการที่ส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกลยุทธ์การฝึกกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคล และเทคนิควิธีการต่างๆ เพื่อส่งเสริมให้เกิดผลผลิตที่สร้างสรรค์

4. การตระหนักในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (actualization) เป็นการเพิ่มพูนศักยภาพในการเป็นมนุษย์ของแต่ละบุคคลอย่างแท้จริง เพื่อพัฒนาไปสู่การรู้จักตนเองตามสภาพที่แท้จริงพอใจในตนเอง และบุคคลสามารถดึงศักยภาพตนเอง มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมอย่างเต็มที่

องค์ประกอบทั้ง 4 นี้จะผลักดันให้บุคคลสามารถดึงศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองออกมาใช้ได้

จากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ดสรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือความคิดอเนกนัย (divergent thinking) หมายถึง บุคคลจะตอบสนองต่อสิ่งเร้า เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้น ในลักษณะหลายทิศหลายทาง ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของเทลเลอร์ มีความเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ จะเกิดขึ้นในขั้นใดก็ได้ ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นสูงสุด ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของดีโอบโน จะเน้นที่คิดนอกกรอบเดิม ทำให้ได้แนวคิดใหม่ที่

หลากหลาย และทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของโอบตา มีรูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ว่าความคิดสร้างสรรค์ มีอยู่ในตัวมนุษย์ และสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ด้วยวิธีการตามรูปแบบของโอบตา ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 ด้าน และการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยยึดทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง หรือทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด มาใช้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน

#### 4. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น

- ความคล่องแคล่วด้านถ้อยคำ (word fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว
- ความคล่องแคล่วด้านการโยงสัมพันธ์ (associational fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด
- ความคล่องแคล่วด้านการแสดงออก (expressional fluency) เป็นความสามารถในการใช้ลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการจากการวิจัย พบว่า บุคคลที่มีความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออกสูงจะมีความคิดสร้างสรรค์
- ความคล่องแคล่วในการคิด (ideational fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

2. ความคิดยืดหยุ่น หรือความยืดหยุ่นในการคิด (flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

- ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (spontaneous flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดให้หลายประเภทอย่างอิสระ
- ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการตัดแปลง (adaptive flexibility) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน

จะเห็นได้ว่า ความคิดยืดหยุ่นจะเป็นตัวเสริมให้ความคล่องแคล่วในการคิด มีความแปลกแตกต่างออกไป หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อน นับได้ว่าความคล่องแคล่วในการคิด ความคิดยืดหยุ่นเป็นความคิดพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ได้หลายหมวดหมู่ หลายประเภท ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นความคิดเสริมคุณภาพให้ดีขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิม และอาจจะไม่เคยมีใครนึกและคิดมาก่อน

4. ความคิดละเอียดลออ (elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดที่เป็นลักษณะที่จำเป็นในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่เป็นพิเศษ นำมาตกแต่งความคิด ครั้งแรกให้สมบูรณ์แล้ว ทำให้ภาพชัดเจน และได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พัฒนาการของความคิดละเอียดลออนั้นขึ้นอยู่กับ

- อายุ เด็กที่มีอายุมากจะมีความสามารถด้านนี้มากกว่าเด็กที่มีอายุน้อย
- เพศ เด็กหญิงจะมีความสามารถมากกว่าเด็กชายในด้านความคิดละเอียดลออ
- ความสังเกต เด็กที่มีความสามารถด้านการสังเกตสูงจะมีความสามารถด้านการคิดละเอียดลออสูงด้วย

การคิดละเอียดลออสูงด้วย

กิลฟอร์ด, และฮอฟเนอร์ (Guilford, & Howpfiner, 1971, pp. 125 – 143) ได้ศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพิ่มเติมและพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ต้องมีองค์ประกอบอย่างน้อย 8 องค์ประกอบ

1. ความคิดริเริ่ม (originality)
2. ความคิดคล่องแคล่ว (fluency)
3. ความยืดหยุ่น (flexibility)
4. ความคิดละเอียดลออ (elaboration)
5. ความคิดไวต่อปัญหา (sensitivity of problem)
6. ความสามารถในการให้นิยามใหม่ (redefinition)
7. ความซึมซาบ (penetration)
8. ความสามารถในการทำนาย (prediction)

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1973, pp. 91-95) เป็นผู้ที่นำแนวคิดและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด มาใช้ในการศึกษาวิจัยในรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งทอร์แรนซ์ สนใจศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ ใน 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดคล่องแคล่ว (fluency) เป็นความสามารถในการคิดได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อปัญหาปลายเปิด และคำถามอื่นๆ เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางภาษา ความสามารถทางดนตรี และความสามารถทางศิลปะ เป็นต้น

2. ความยืดหยุ่น (flexibility) เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลายวิธีคิด และสามารถแปลงความรู้สึกหรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลายๆด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (originality) เป็นความคิดที่แปลกใหม่ ที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดา หรือคิดที่แตกต่างจากบุคคลอื่น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523, หน้า 7) ได้ให้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกแตกต่างไปจากบุคคลอื่น
2. ความว่องไว หรือความพรั่งพรู (fluency) หมายถึง ปริมาณการคิดพรั่งพรูออกมา มากกว่าบุคคลอื่น
3. ความคิดคล่อง (flexibility) หมายถึง ชนิดของความคิดที่แสดงออกมานั้น ละเอียดลอบ สามารถนำมาใช้ให้สมบูรณ์และประณีตต่อไปได้

อารี พันธุ์ณี (2545, หน้า 35) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ 4 ประการ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือเป็นความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่ม หรือที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม
2. ความคิดคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน
3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภท หรือแบบของความคิด
4. ความคิดละเอียดลอบ หมายถึง คุณลักษณะที่จำเป็นในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่เป็นพิเศษให้สำเร็จ

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์นั้นมีหลายลักษณะ ส่วนใหญ่ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะใช้เพียง 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ตามแบบของทอร์แรนซ์ (Torrance, 1973) ซึ่งศึกษา 3 องค์ประกอบ ทั้งนี้เพราะความคิดละเอียดลอบนั้น สอดแทรกอยู่กับทั้ง 3 องค์ประกอบ และมีข้อจำกัดเกี่ยวกับอายุ เพศ และคุณสมบัติด้านการสังเกตด้วย และเนื่องจากทั้ง 3 องค์ประกอบ มีการตรวจให้คะแนนที่ชัดเจนและมีความเป็นปรนัยตามที่กรมวิชาการ (2534, หน้า 51) ได้เสนอไว้ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ตามแบบของทอร์แรนซ์ (Torrance, 1973) ที่ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบ คือ

ความคิดคล่องแคล่ว (fluency) หมายถึง ปริมาณของการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบหลายคำตอบในเวลาจำกัด

ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึง ประเภทของการคิดหาคำตอบได้หลายคำตอบและหลายทิศทางในเรื่องเดียวกัน

ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบ โดยเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำคนอื่นหรือซ้ำน้อยที่สุด

### 5. พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์

พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์นั้น อารี พันธุ์มณี (2537, หน้า 9) กล่าวว่า มีผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปแตกต่างกับพัฒนาการด้านสติปัญญา กล่าวคือ พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กจะค่อยเจริญงอกงามขึ้นตามระดับอายุ วุฒิภาวะและประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่พัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์กลับเจริญสูงสุดในช่วงแรกของวัยเด็ก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Torrance (1962, pp. 88-105) ได้ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กในวัยต่าง ๆ ไว้ดังนี้

วัยก่อนเข้าเรียน

ตั้งแต่เกิด - 2 ปี เด็กจะเริ่มมีจินตนาการในขณะนี้ ช่วงขวบแรกเด็กต้องการเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ พยายามเลียนแบบเสียงและจังหวะ เมื่ออายุถึง 2 ปี จะกระตือรือร้นที่จะสัมผัส ชิม ดู ทุกสิ่งทุกอย่าง มีความอยากรู้อยากเห็น

2 ปี - 4 ปี เด็กจะเริ่มเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ มีช่วงเวลาความสนใจสั้น ๆ และเริ่มเอาแต่ใจตนเอง เด็กจะอยากรู้อยากเห็น และถามปัญหาให้ผู้ใหญ่หาคำตอบได้บ่อย ๆ เด็กวัยนี้ควรมีของเล่นชนิดที่เปลี่ยนแปลงได้หลายรูปแบบ ผู้ใหญ่ควรชักจูงให้เด็กปลูกต้นไม้หรือเลี้ยงสัตว์ให้เด็กทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง เด็กจะยินดีเมื่อทำได้สำเร็จ ควรให้ความช่วยเหลือเล็ก ๆ น้อย ๆ หรือคอยปลอบโยนเมื่อเด็กทำไม่สำเร็จ

4 ปี - 6 ปี เด็กวัยนี้มีจินตนาการดี เริ่มเรียนรู้ถึงทักษะการวางแผนการเล่น เรียนรู้ถึงหน้าที่ของผู้ใหญ่ โดยผ่านการเล่น สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์เข้าด้วยกัน แม้ว่ายังไม่เข้าใจเหตุผล เริ่มรับรู้ถึงอารมณ์ของผู้อื่น และเริ่มคิดได้ว่าการกระทำของตนเองทำให้ผู้อื่นรู้สึกอย่างไร ผู้ใหญ่ควรนำความคิดของเด็กมาใช้ประโยชน์บ้าง แม้ว่าจะไม่ดีเท่าของผู้ใหญ่ ควรยอมให้เด็กทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง และคอยให้คำแนะนำ ควรตอบคำถามของเด็กและร่วมรับรู้ในสิ่งที่เด็กคิด เด็กวัยนี้เป็นวัยที่ควรส่งเสริมจินตนาการความคิดสร้างสรรค์

ประถมศึกษา

6 ปี - 8 ปี ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กจะลดลงในระยะของการเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 แต่เด็กวัยนี้จะรักการเรียน มีความอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น เอาแต่ใจตนเอง ใช้ตนเองเป็นศูนย์กลาง ระยะเวลาที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ผ่านบทเรียนนิทานหรือการอภิปราย ผู้ใหญ่ควรช่วยให้เด็กได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง และคอยตอบคำถามต่าง ๆ ของเด็ก

8 ปี - 10 ปี เด็กวัยนี้มีทักษะในการคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นและสามารถนำความคิดนั้นไปใช้ได้จริง เด็กมักจะเลียนแบบวีรบุรุษ สามารถกระตุ้นให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือทักษะอื่น ๆ เพื่อช่วยเพื่อนฝูง เด็กสามารถทำงานที่ยากขึ้นได้ รู้จักถามปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น รู้จักคิดมากขึ้น มีความกังวลใจในสิ่งที่ตนเองทำไม่ได้ และรู้จักเสียใจถ้าไม่ได้รับความยุติธรรม เด็กวัยนี้ต้องการโอกาสที่จะได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ ผู้ใหญ่ควรให้โอกาสนี้แก่เด็กพร้อมทั้งแสดงให้เห็น

เด็กเห็นด้วยว่าความคิดของเด็กนั้นเป็นประโยชน์ แต่เด็กก็ต้องการคำแนะนำสนับสนุนและ  
 ปลอดภัยด้วย เมื่อต้องการทำงานที่ยากมาก ๆ วัยนี้เป็นวัยที่เด็กควรเรียนรู้ว่าตนเองไม่  
 สามารถทำทุกสิ่งทุกอย่างได้

10 ปี – 12 ปี เด็กจะชอบอ่านหนังสือและอยู่หนึ่ง ๆ ได้นานขึ้น สามารถอ่านหนังสือ  
 หรือใช้ความคิดได้ทีนาน ๆ เป็นวัยที่มีพัฒนาการด้านศิลปะและดนตรีได้อย่างรวดเร็ว เด็กวัยนี้  
 มักจะชอบลองทำทุกสิ่งทุกอย่างด้วยตนเอง มีความคิดที่ละเอียดลึกซึ้งถึงข้อปลีกย่อยต่าง ๆ  
 และมีความจำดี สามารถแปลงหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ลงความเห็น คิดประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่  
 ขณะนี้ เป็นเวลาที่สมควรสำรวจปรัชญาในตัวของเด็ก รวมทั้งเป็นเวลาที่สมควรกระตุ้นให้เด็กหัด  
 ทำงานยาก ๆ และหัดตัดสินใจ

#### มัธยมศึกษา

12 ปี – 14 ปี เด็กวัยนี้จะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมมาก และยังไม่มีการวางแผนสำหรับ  
 อนาคตของตนเอง รักสนุกไม่คำนึงถึงเหตุผล เด็กที่มีพรสวรรค์จะแสดงออกถึงจินตนาการของ  
 ตนเองในด้านต่าง ๆ เช่น ศิลปะ ดนตรี เป็นต้น เด็กจะเริ่มต่อต้านกฎระเบียบต่าง ๆ ต้องการมี  
 ส่วนร่วมในการตัดสินใจในเรื่องของตนเอง เด็กวัยนี้รู้สึกไม่มั่นใจในตนเอง เพราะการ  
 เปลี่ยนแปลงทางร่างกายและอารมณ์ ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนฝูงก็เปลี่ยนไป เด็กควรมี  
 โอกาสได้เรียนรู้ถึงการเลือกอาชีพ แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงภายหลังก็ตาม มีโอกาสที่ทำงานที่  
 ยาก แต่นำเสนอใจ ผิดการตัดสินใจและที่สำคัญ คือ ไม่ควรทำให้เด็กแตกต่างไปจากกลุ่มเพื่อน ๆ  
 แต่ควรใช้ชีวิตกับกลุ่มเพื่อน ๆ ไปในทางที่ต้องการ ควรฝึกให้เด็กรู้จักการสังเกตความต้องการของ  
 คนอื่นและรู้จักเคารพความคิดเห็นของคนอื่นด้วย

14 ปี – 16 ปี ทั้งเด็กชายและเด็กหญิงจะรักสนุกและชอบผจญภัย เริ่มสนใจงาน  
 อาชีพในอนาคต เด็กจะมีพัฒนาการเร็วมากทางด้านความสามารถและความสนใจ แต่ก็ยัง  
 เปลี่ยนแปลงได้ง่าย เด็กมักกังวลเรื่องการยอมรับของเพื่อน ๆ และเริ่มเรียนรู้ว่ามีปัญหาบางอย่าง  
 ไม่สามารถหาคำตอบที่แน่นอนได้ ผู้ใหญ่ควรช่วยให้เด็กได้มีเวลาคิดถึงความสามารถของตนเอง  
 และวิธีการนำไปใช้ให้ประสบความสำเร็จในอาชีพการงาน ควรกระตุ้นให้เด็กทราบถึงความ  
 ต้องการของสังคม ระยะเวลาเป็นช่วงเวลาของการฝึกฝนทักษะในการคิดตอบปัญหาอย่าง  
 สร้างสรรค์

16 ปี – 18 ปี เด็กในวันนี้ต้องการช่วยชักจูงจินตนาการให้มีความทะเยอทะยาน  
 ในทางที่ดีสำหรับชีวิต ความสนใจของเด็กวัยนี้มีสูง เป็นวัยที่ดีที่สุดสำหรับการทดสอบความ  
 ต้องการของเด็ก เพราะเด็กมีความสามารถที่จะคิดหาข้อสรุปได้แล้ว ได้เรียนรู้ที่จะใช้  
 ความสามารถที่มีอยู่แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และสามารถเข้ากับกลุ่มเพื่อนได้อย่างดีใน  
 ระหว่างวัยนี้ ผู้ใหญ่ต้องคอยดูแลและกระตุ้นความคิดด้วย “อาหารความคิด” ในห้องเรียน  
 เสริมสร้างทักษะความชำนาญ และความสนใจในสุนทรียภาพ ผู้ใหญ่ควรร่วมเรียนรู้ไปพร้อมกับ  
 เด็กในวัยนี้ แต่หลีกเลี่ยงการแข่งขันกับเด็ก ควรใช้ประโยชน์จากแบบทดสอบความสนใจ

ความสามารถและทัศนคติในเรื่องต่าง ๆ เด็กต้องการพบกับปัญหาที่ต้องแก้ไขโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ และต้องการความช่วยเหลือแนะแนวทางที่ควรยึดถือ สร้างความเชื่อมั่นต่อตนเอง และความภาคภูมิใจที่มีต่อสังคม

หลังมัธยมศึกษา

จากการวิจัยพบว่า ระดับความคิดสร้างสรรค์ของวัยนี้จะลดลงเพราะสาเหตุหลายประการ เช่น พัฒนาการของร่างกายไม่ต่อเนื่อง การทำงานของต่อมต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป ร่างกายไม่แข็งแรง มีอาการเจ็บป่วย ตลอดจนความแตกต่างของสังคม และกังวลหนักใจในอาชีพ เป็นต้น

Kneller (1965, หน้า 72 - 73) สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์ของคนจะมีการเจริญเติบโตไปพร้อม ๆ กับร่างกาย และขึ้นสูงสุดเมื่ออายุอยู่ในวัยรุ่นตอนปลาย โดยเฉพาะในวัยเด็ก ความคิดสร้างสรรค์จะเจริญงอกงามเร็วกว่าสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์จะขึ้นสูงในช่วงอายุ 4 - 5 ขวบ แล้วลดต่ำลงเล็กน้อยเมื่อแรกเข้าโรงเรียน แล้วค่อย ๆ สูงขึ้นตั้งแต่เกรด 1 ถึงเกรด 3 ตกลงมากในตอนต้น เกรด 4 เพิ่มสูงขึ้นในระยะเกรด 5 - 6 ตกลงตอนต้นเกรด 7 แล้วจึงหยุดหรืออาจต่ำลงซ้ำ ๆ

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล มีการพัฒนาไปตามลำดับ และความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นเมื่อได้รับการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมผสมผสานกับประสบการณ์ใหม่ โดยเฉพาะในวัยเด็กความคิดสร้างสรรค์เจริญสูงสุด เด็ก ๆ จะเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ โดยผ่านการเล่น ผู้ใหญ่ควรยอมให้เด็กทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้โอกาสเด็กในการแสดงความคิดเห็น เมื่อต้องทำสิ่งที่ยากขึ้น ควรให้ผู้ใหญ่คอยแนะนำ ให้การสนับสนุน ดังนั้น เด็กวัยนี้จึงเป็นวัยที่ควรได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ด้วยวิธีการสอนหรือการจัดกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสม

#### 6. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่มีอยู่ในตัวบุคคล สามารถที่จะพัฒนาให้เพิ่มขึ้นได้ โดยผ่านการจัดการเรียนการสอน การแนะนำ ส่งเสริม ดังนั้น ครูจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทมากที่สุดในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน มีนักการศึกษาได้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1969, pp. 7 - 9) ได้เสนอกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ลักษณะ โดยเชื่อว่าเป็นพื้นฐานที่จะกระตุ้นและจูงใจให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ คือ

1. ลักษณะความไม่สมบูรณ์ การเปิดกว้าง (incompleteness openness) เป็นลักษณะพื้นฐานแรกที่สุดในกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้โดยวิธีการสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา ที่จะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยความไม่สมบูรณ์ไปกระตุ้นการเรียนรู้ให้เกิดความอยากรู้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยปกติเทคนิควิธีการสอนนี้ จะให้ได้ผลก่อนเริ่มบทเรียน การให้การบ้าน และการทำกิจกรรมการเรียนอื่น ๆ

2. ลักษณะการสร้างหรือผลิตบางสิ่งบางอย่างขึ้นมา (producing something and Using it) วิธีหนึ่งที่ทอแรนซ์ (Torrance) เสนอแนะมาให้กระบวนการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา คือ การให้นักเรียนสร้างหรือผลิตงานบางอย่างขึ้นให้เป็นประโยชน์ ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีหลักที่มาเยอร์และทอแรนซ์นำมาใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา และมีขมศึกษาตอนต้น

3. ลักษณะใช้คำถามของเด็ก (using pupil question) ความอยากรู้อยากเห็นของเด็ก ๆ ทำให้เขาถามคำถามต่าง ๆ มากมาย ดังนั้น ครูควรเปิดโอกาสให้เด็กได้ถามคำถาม และครูต้องยอมรับได้ว่าไม่มีอะไรที่จะเป็นรางวัลแก่เด็กมากไปกว่าการที่เด็กได้ค้นพบคำตอบที่เขาถาม แต่มิได้หมายความว่า ครูจะต้องตอบคำถามนั้นในทันทีทันใดทุกครั้ง แต่ครูต้องหาวิธีการช่วยเหลือหรือใช้คำถามกลับเพื่อให้เด็กหาคำตอบเองจากแหล่งที่เด็กสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตัวของเขาเอง เป็นอีกวิธีหนึ่งที่เด็กจะพอใจ และเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์

กาลลาเซอร์ และกาลลาเซอร์ (Gallaher & Gallaher, 1994, pp. 343 – 344) กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. จัดหลักสูตรโดยเน้นกระบวนการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ในทัศนมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหา และครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

2. มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการทำงาน หรือทำโครงการต่าง ๆ

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเกี่ยวกับการจัดกระบวนการเรียนการสอน

4. กระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักว่า ความจริงเป็นสิ่งที่ต้องค้นหามากกว่าที่จะคิดว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องเปิดเผย

5. ครูจะต้องพัฒนาตนเองในด้านเนื้อหา และวิธีการสอนอย่างสม่ำเสมอ

กซกร รุ่งหัวไม้ (2547, หน้า 45 – 46) ได้ศึกษาข้อเสนอแนะสำหรับครูในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนตามแนวคิดของฮอลล์แมน (Hallman, 1971) ดังนี้

1. ให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง

2. จัดบรรยากาศในการเรียนรู้อย่างเสรี

3. สนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น

4. ส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้คิดแก้ปัญหาแปลกใหม่

5. ไม่เข้มงวดผล หรือคำตอบ หรือข้อสรุปที่ได้จากการค้นพบของนักเรียนมาก

6. สนับสนุนให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นทางสติปัญญา

7. สนับสนุนให้นักเรียนรู้จักประเมินผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าของตน

8. ส่งเสริมให้นักเรียนตอบคำถามประเภทปลายเปิดที่มีความหมาย ไม่มีคำตอบตายตัว

9. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่ไวต่อการรับรู้ในสิ่งเร้า ทั้งด้านความรู้สึกและปัญหา

10. เปิดโอกาสให้นักเรียนจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ความคิด และเครื่องมือในการแก้ปัญหา ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าถึงกระบวนการ
  11. ฝึกให้นักเรียนมีกำลังใจต่อการสู้ความล้มเหลว และความคับข้องใจ
  12. ฝึกให้นักเรียนพิจารณาแก้ปัญหาในภาพรวมมากกว่าการแก้ปัญหาย่อย ๆ
- ประภาพร อุไร (2549, หน้า 35 – 36) ได้รวบรวมการสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้
1. สร้างรากฐานความปลอดภัยทางจิตใจ ให้เด็กรู้สึกอิสระ ไม่มีความกดดันใด ๆ
  2. ให้ความรักแก่นักเรียน ให้เขาพัฒนาความเป็นตัวของตัวเองตามลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคล
  3. ไม่อวดรู้ แต่พร้อมที่จะค้นคว้าหาคำตอบไปพร้อม ๆ กับเด็ก
  4. สร้างบรรยากาศย่อยที่ถ้อยอาศัย และกระตุ้นให้นักเรียนทำงานได้สำเร็จ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย
  5. เน้นการรวบรวม การใช้ข้อมูลโดยการจัดหมวดหมู่ และการประยุกต์ใช้มากกว่าที่จะเน้นความสำคัญของการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ไร้เฉย ๆ
  6. ไม่ควรคอยเป็นกังวลที่จะรักษาความเงียบ และความเป็นระเบียบเรียบร้อยในห้องเรียน
  7. สร้างความรู้สึกวางใจ และเห็นคุณค่าในตัวเด็ก
  8. ให้ความสำคัญกับคำถามทุกคำถาม และพยายามให้เด็กใช้ความคิด หรือตั้งคำถามให้ตัวเอง สามารถถ่ายทอดความคิดออกมาได้
  9. อย่าพยายามเน้นให้นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิด หรือค้นหาคำตอบหลาย ๆ คำตอบด้วยตนเอง
  10. ควรสร้างสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียน ไม่ให้มีความรู้สึกผูกพันทางใจอันแน่นหนา ระหว่างครูกับเด็ก คือ ไม่ให้เด็กติดยึดกับครูมากเกินไป
  11. ให้รู้คุณค่าและการยกย่องความคิดที่ว่า "การทำงานเป็นสิ่งที่พึงปรารถนา" การเล่นเป็นเรื่องสนุก "ความสนุกมีอยู่ทุกห้วงแห่ง" และความคิดสร้างสรรค์นั้น เป็นระบบพัฒนาตนเองอย่างที่สุด
  12. ให้อารมณ์เยือกเย็นในห้องเรียนอย่างสม่ำเสมอ และด้วยความสามารถในการคาดคะเนล่วงหน้าว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น
  13. ปลดปล่อยให้เด็กแต่ละคนได้พัฒนาทักษะความสามารถในการปรับตนเองตามกำลังความสามารถด้วยลำแข้ง โดยไม่ต้องคอยเป็นกังวลใจ
  14. ให้เด็กได้เฉลยว่าสิ่งใดคือความจริง แต่ในขณะที่เดียวกันเราจะต้องไม่ลืมความคิดฝัน อันแปรพิศพรสวรรค์ต่าง ๆ ของเด็ก ความจริงและความฝันเมื่อผสมกันแล้ว จะเป็นเครื่องกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์อย่างดีที่สุด โดยเฉพาะถ้าไม่มีการสตรอนทางใดทางหนึ่งออกเสีย

15. ให้ชมเชยยกย่องผลงานความคิดสร้างสรรค์ของเด็กแต่ละคน แม้ผลงานนั้นจะเล็กน้อย หรือดูไม่แปลกอะไรเลยสำหรับท่าน

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวเกี่ยวกับ แนวทางและกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ครูนอกจากทำหน้าที่การสอน แล้วยังต้องจัดกิจกรรมส่งเสริม และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดย คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้นักเรียนรู้สึกอิสระในการคิด ไม่เข้มงวด ใช้คำถามยั่วยุหรือคำถามที่ไม่สมบูรณ์เปิดกว้างให้นักเรียนถามคำถาม มีโอกาสเรียนรู้ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง ได้สร้างหรือผลิตงานบางอย่าง ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม และยกย่องชมเชยความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนทุกคน แม้ว่าเป็นเรื่องเล็กน้อย

### 7. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เกอร์ฮาร์ด (Gerhard, 1971, p. 157) นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการสร้าง หรือจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึง และมองเห็นผลผลิตในรูปแบบใหม่

คาร์ฟ (Craft, 2000, p. 79) กล่าวว่า วิธีการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นได้ด้วยการกระตุ้น โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จุดประสงค์ในการปฏิบัติงานที่เหมาะสม การชี้แจงข้อตกลงประกอบด้วยตัวอย่าง จะสามารถทำให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น

อาทิตย์ อัจหาญ (2547, หน้า 7) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่คิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์ผสมผสาน จากความคิดเดิมให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ ประกอบด้วยความคิดทั้ง 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

วิษณุกร วิสัยพิศ (2547, หน้า 9) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดได้กว้างไกล หลายทิศทาง การออกแบบต่อเติม หากความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าทางคณิตศาสตร์ ในแง่มุมต่างๆ อันเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ ประกอบด้วยการคิด 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

สุริเยส สุขแสวง (2548, หน้า 11) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดระดับสูงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่วิธีการคิดแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึง และมองเห็นผลผลิตของรูปแบบใหม่ องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มี 3 องค์ประกอบ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

สุภาวดี ศิริธรรมศาสน์ (2551, หน้า 5) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถทางการคิดของนักเรียนที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่

แปลกใหม่มีความยืดหยุ่นและมีความหลากหลาย โดยมีสถานการณ์ปัญหาต่างๆ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การคิด 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนที่คิดได้หลากหลายแง่มุม หลายทิศทาง คิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำผู้อื่น นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ โดยมีสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษา ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

### 8. กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บุชซี, และแมนเฟรน (Busse, & Manfield, 1980, p. 96) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (the mathematical creativity) โดยกล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหาและบุคคลมีการกระทำต่อปัญหาในระดับที่รู้ตัว (conscious) อย่างเป็นระบบ (systematic) โดยวิธีการเชิงตรรกะ (logical approach) ซึ่งความพยายามในระดับที่รู้ตัวนี้ จะเป็นการกระตุ้นให้แนวทางทั่ว ๆ ไปในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการขั้นครุ่นคิด (incubation) ต่อไป

2. ขั้นครุ่นคิด (incubation) เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (unconscious thinking processes) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการรวมกันของความคิดต่าง ๆ แบบสุ่ม และจะมีเพียงความคิดที่ดีเท่านั้นที่จะขึ้นสู่ระดับความรู้ตัว (consciousness)

3. ขั้นรู้แจ้ง (illumination) เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (conscious)

4. ขั้นตรวจสอบ เสนอผลงานและการนำไปใช้ (verification, exposition, and utilization of the results) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (conscious) ทั้งหมด

วิลสัน (Wilson, 1978, p. 425) ได้กล่าวว่า จุดวิกฤตอาจพิจารณาได้ว่าเป็นตัวบ่งชี้ถึงกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจุดวิกฤตนี้จะประกอบด้วยกระบวนการ 3 ประการ คือ การรับรู้ การหยั่งรู้ และการพูดสื่อสาร ซึ่งโพลยา (Wilson, 1978) ได้ใช้กระบวนการ 3 ประการของจุดวิกฤตดังกล่าว แบ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ขั้นตอน คือ

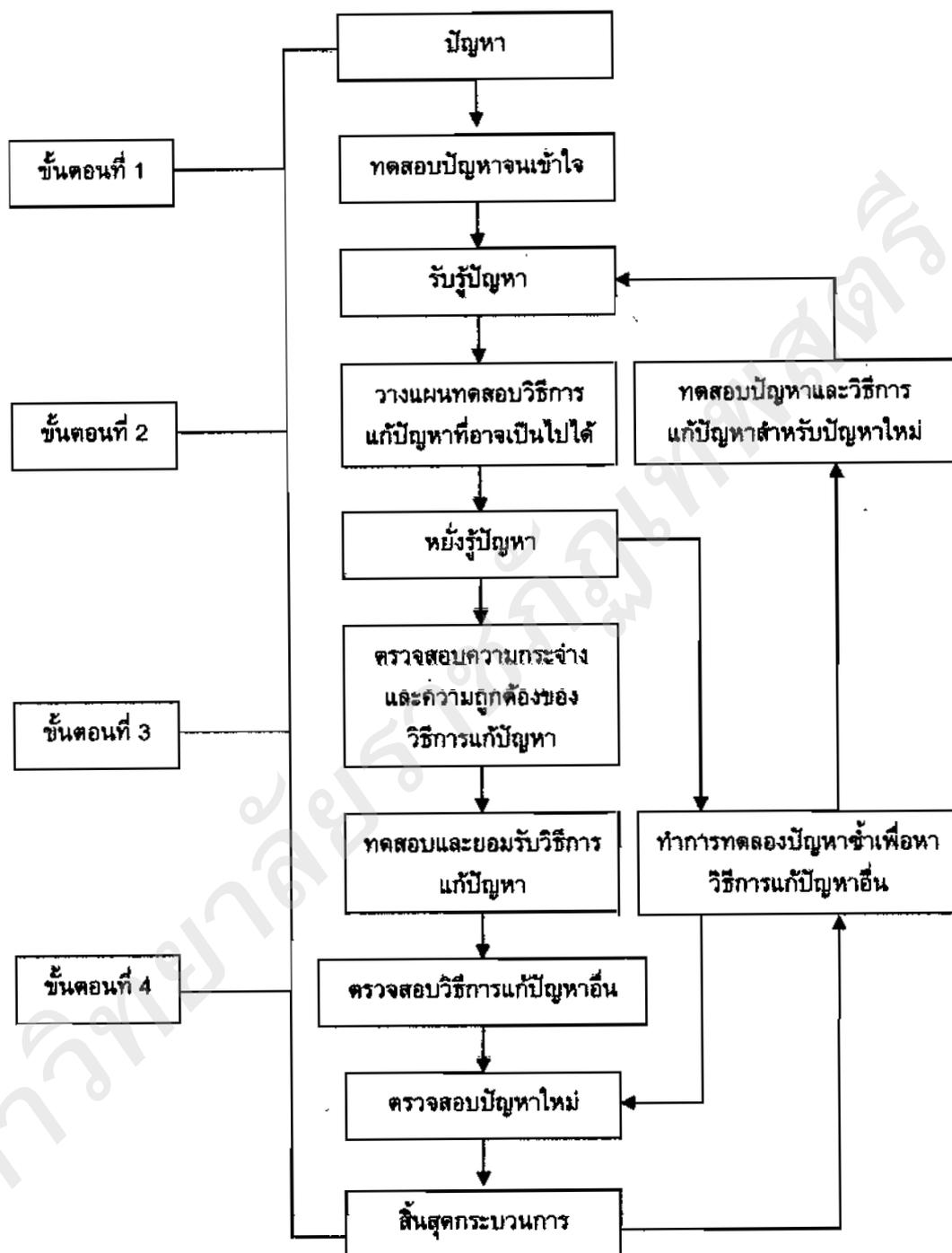
ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา (understanding the problem phases)

ขั้นที่ 2 วางแผน (devising a plan phases)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (carry out the plan phases)

ขั้นที่ 4 ทบทวน (looking back phases)

ขั้นตอนทั้ง 4 ดังกล่าว สามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังภาพ 5



ภาพ 5 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ที่มา : (Wilson, 1978, p. 426)

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นสอน ที่ครูวางแผนและออกแบบให้เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน เพื่อส่งเสริมนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของวิลสัน (Wilson, 1978) ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 เสนอปัญหา หรือทดสอบปัญหาจนเข้าใจ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการ ได้รู้จักปัญหา ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาที่หลากหลาย แปลกใหม่ นักเรียนได้แสดงออกอย่างเต็มที่ เป็นจุดเริ่มต้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ โดยมีครูคอยแนะนำ เปิดโอกาสและกระตุ้นให้กล้าถาม เพื่อความกระฉ่างของปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนทดสอบวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการหาคำตอบที่อาจเป็นไปได้ เป็นการเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการหาคำตอบ นักเรียนต้องระดมความคิด ร่วมกันแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา เน้นวิธีการที่หลากหลาย นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนอย่างเต็มที่ และให้ได้มากที่สุด อาจใช้วิธีการอภิปราย ประชุมย่อย โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดเห็นของนักเรียน มีการเสริมแรงเป็นครั้งคราว ในขั้นนี้จะพบว่า เด็กเก่งจะสามารถคิดได้มาก และคิดได้อย่างรวดเร็ว ขั้นนี้ครูต้องให้เวลากับนักเรียนในการคิด

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบความกระฉ่างและความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการหาคำตอบ เป็นการถ่ายทอดความคิดนั้นออกมา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการหาคำตอบของนักเรียนด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่ง ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปแก้ปัญหาหรือหาคำตอบใหม่ได้

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบและการยอมรับวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการหาคำตอบ เป็นการสิ้นสุดกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนทุกคนยอมรับวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการหาคำตอบที่ตรวจสอบแล้วในข้อ 3 (ตรวจสอบความกระฉ่าง และความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา หรือวิธีการหาคำตอบ)

### ๑. การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ทำได้โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งครูสามารถจัดการเรียนรู้ได้หลายวิธี โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

#### เทคนิคการระดมสมอง (brainstorming)

สุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 104 – 105) ได้ศึกษาเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ของ อเล็กซ์ ออสบอร์น (Alex Osborn, 1963) ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยวิธีการระดมสมอง (brainstorming) ดังนี้

1. ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความเห็นทั้งของตนเองและของคนอื่น
2. พยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างออกไป
3. พยายามหาคำตอบให้ได้มากที่สุด
4. พยายามคิดแปลงตกแต่งความคิดที่มีอยู่

หัวใจสำคัญของวิธีแก้ปัญหาโดยวิธีระดมสมอง คือ การไม่วิพากษ์วิจารณ์ หรือการประวิงการตัดสินถูกผิด ทั้งนี้เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มได้เสนอความคิดเห็นอย่าง

เต็มที่ หลักการนี้จะทำให้ได้มาซึ่งข้อเสนอแนะมากมายในการแก้ปัญหา ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ แม้นักคิดเพียงคนเดียวก็สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีคุณภาพได้

ประโยชน์ของการฝึกระดมสมอง

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่โดยไม่สนใจ หรือคำหาคำตอบนั้นว่าถูกหรือผิด

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่กลุ่มได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็นเป็นธรรมชาติของคนมากที่สุด เพราะการระดมสมองไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดของกลุ่ม

#### เทคนิคกอร์ดอน (The Gordon Technique)

สุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ(2545, หน้า 105) ได้ศึกษาเทคนิคกอร์ดอน (Gordon, 1961) ได้เปลี่ยนแปลงวิธีระดมสมองบางส่วน แล้วเพิ่มกระบวนการที่เรียกว่า “ความคิดสร้างสรรค์เชิงปฏิบัติการ” ขึ้นมา วิธีนี้แตกต่างจากวิธีระดมสมองที่ว่า จะไม่มีการชี้แจงปัญหาอย่างละเอียดก่อนล่วงหน้า ปัญหาจะให้ในแนวกว้าง ๆ ในลักษณะนามธรรม (abstract) เช่น ถ้าปัญหา คือ การหาที่จอดรถในตัวเมือง ประธานกลุ่มจะเริ่มต้นด้วยคำถามที่ว่า ปัญหาเกี่ยวข้องกับภารกิจของเข้าที่ เราสามารถจัดเก็บสิ่งของให้เข้าที่ได้กี่วิธี จากการทดลองใช้คำถามนี้กับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา กอร์ดอนพบคำตอบมากมาย ดังนี้

1. เก็บใส่ตุง
2. กองไว้
3. วางไว้เป็นแถว ๆ
4. ใส่กระป๋อง
5. แขนวไว้บนไม้แขวน
6. วางลงบนสายพานที่ลากไปยังที่เก็บ
7. ตัดออกเป็นชิ้น ๆ
8. ผิง
9. เอาใส่กระเป๋
10. เอาใส่กล่อง

เมื่อเวลาผ่านไปสักกระยะหนึ่ง ประธานกลุ่มก็ตั้งคำถามให้แคบลง เช่น พูดว่า “ของที่เราต้องการเก็บมีขนาดใหญ่” จากนั้นก็ให้ข้อจำกัดที่แคบลงไปอีกว่า “สิ่งของที่พับไม่ได้หรือตัดออกเป็นชิ้นๆ ไม่ได้” คำถามอาจทำให้แคบลงเท่าที่ต้องการ ทั้งนี้โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อที่ว่า การเริ่มต้นด้วยคำถามกว้างๆ จะนำไปสู่คำตอบที่ตามปกติคนจะนึกไม่ถึง เช่น คำตอบที่ว่าเก็บโดยการห้อยแขวน ซึ่งปกติคนไม่มีใครนึกถึง หรือการเคลื่อนสิ่งของเพื่อเก็บเข้าที่โดย

ใช้สายพานก็สามารถเป็นจริงได้ เทคนิคกอร์ดอนจึงมีทั้งส่วนที่คล้ายและต่างไปจากการระดมสมอง จึงเป็นวิธีหนึ่งซึ่งช่วยกระตุ้นความคิดแบบอเนกนัยของนักเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูต้องจัดกิจกรรมที่หลากหลาย ไม่ยึดติด หรือเลือกวิธีสอนวิธีใดวิธีหนึ่ง ครูต้องรู้จักใช้เทคนิควิธีการสอนต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้น และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้ได้มากที่สุด การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย ใช้เทคนิคการระดมสมองและเทคนิคกอร์ดอนมาผสมผสานบูรณาการให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ โดยใช้เทคนิคการระดมสมองและเทคนิคกอร์ดอนในชั้นที่ 2 ชั้นสอน ซึ่งมีชั้นย่อยๆ 4 ชั้น ตามกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของวิลสัน (Wilson, 1978)

#### 10. กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แตกต่างจากการพัฒนาด้านสติปัญญาตรงที่สติปัญญาจะพัฒนาขึ้นตามวัย วุฒิภาวะและประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ความคิดสร้างสรรค์กลับเจริญสูงสุด ช่วงแรกในวัยเด็ก ดังนั้น พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครู ผู้บริหารและบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับเด็กควรสนใจศึกษารวมชาติ พฤติกรรมและกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของเด็กแต่ละวัยให้เข้าใจ เพื่อให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กเกิดผลดีและมีประสิทธิภาพ จึงควรให้เด็กได้รับประสบการณ์หรือกิจกรรมที่เหมาะสมและต่อเนื่องกันเป็นลำดับ นับเป็นการเริ่มต้นที่ดีใน การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก เท่ากับเป็นการวางรากฐานที่มั่นคงสำหรับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในวัยต่อมา ผู้วิจัยจึงสนใจและต้องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน จึงนำกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของวิลสัน (Wilson, 1978) ซึ่งแบ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ขั้นตอน และขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 28) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน นำมาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการนำขั้นตอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของวิลสันทั้ง 4 ขั้นตอน มาจัดกิจกรรมในชั้นที่ 2 ชั้นการสอน ดังนั้น ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จึงมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้เดิม กระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงประสบการณ์ต่างๆ ของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนมาแล้ว ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การยกตัวอย่าง การใช้คำถาม การสร้างสถานการณ์ ใช้เกม ใช้ใบงาน ปริศนาคำทายและแจ้งจุดประสงค์ในการเรียนครั้งนั้น ๆ ให้นักเรียนทราบด้วย

ขั้นที่ 2 ชั้นสอน เป็นการสอนสถานการณ์ที่เป็นนามธรรม ทักษะ และโจทย์โจทย์ปัญหา โดยจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของวิลสัน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 2.1 เเชิญปัญหา หรือทดสอบปัญหาจนเข้าใจ
- 2.2 วางแผนทดสอบวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการหาคำตอบที่อาจเป็นไปได้
- 2.3 ตรวจสอบความกระจ่างและความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา หรือวิธีการหาคำตอบ

คำตอบ

- 2.4 การทดสอบและยอมรับวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นการสรุปแนวคิด หลักการความคิดรวบยอด หรือวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการหาคำตอบของในครั้งนั้นๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ นักเรียนจะได้ทำแบบฝึกทักษะที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ที่เน้นความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัด

ขั้นที่ 5 ขั้นการวัดและประเมินผล เป็นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอน จากการทำแบบฝึกทักษะ และการทำแบบฝึกหัด

#### 11. การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการวัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบ แบบทดสอบที่ใช้กัน เช่น

สุภาวดี ตั้งบุญผา (2533, หน้า 153 – 158) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่วัดเกี่ยวกับความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิดและความคิดยืดหยุ่นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 7 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นมาเมื่อคำนวณแล้ว ผลลัพธ์ได้คำตอบตรงกับที่กำหนด

2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีเดิมจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

4. ความสามารถในการคาดคะเนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์นั้น แล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์ หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ และวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิด และคำตอบที่ถูกต้องได้ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่ เป็นคำตอบหลายคำตอบ จากการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้โดยไม่จำกัดจำนวน

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดกลุ่มได้หลายแบบโดยไม่จำกัดจำนวน จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้เกณฑ์หรือคุณสมบัติหรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัดจำนวน

อารี พันธุ์ณี (2537, หน้า 203 – 205) ได้ศึกษาแบบทดสอบความคล่องแคล่วของ กิลฟอร์ด และคริสเตนเซน (Chistensen, Guilford Fluency Tests) ซึ่งแบบทดสอบนี้ กิลฟอร์ด และคณะแห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียตอนใต้คิดขึ้นเพื่อวัดความคิดกระจาย (divergent thinking) โดยมุ่งวัดตัวประกอบในแต่ละเซลล์ตามโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมี 3 มิติ คือ เนื้อหาที่คิด (content) วิธีการคิด (operation) และผลผลิตแห่งความคิด (product) ความล้าดับ ตัวอย่างเช่น DSU หมายถึง ใช้วิธีการคิดแบบผลิต จำแนกเนื้อหาที่คิดเป็นสัญลักษณ์ และผลผลิตแห่งความคิดออกมาในรูปของหน่วย เป็นต้น

ความหมายของสัญลักษณ์รหัส แสดงแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียตอนใต้ ที่บรรจุลงเซลล์ของแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด

#### เนื้อหาที่คิด

F : ภาพ (figural)  
S : สัญลักษณ์ (symbolic)  
M : ภาษา (semantic)  
B : พฤติกรรม (behavioral)

#### วิธีการคิด

D : ความคิดคือเนกนัย (divergent thinking)

#### ผลผลิตของความคิด

U : หน่วย (unit)  
C : จำพวก (classes)  
R : ความสัมพันธ์ (relations)  
S : ระบบ (system)  
T : การแปลงรูป (transformations)  
I : การประยุกต์ (implications)

#### ลักษณะของแบบทดสอบ

อารี พันธุ์ณี (2537, หน้า 203 – 205) ได้ศึกษาถึงลักษณะของแบบทดสอบความคล่องแคล่วของกิลฟอร์ด และคริสเตนเซน ประกอบด้วย แบบทดสอบย่อย 4 ชุด 11 ฉบับ โดย

แบ่งออกเป็นด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ด้านรูปภาพ 3 ฉบับ และเป็นโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ แบบทดสอบนี้เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมและผู้ใหญ่ ตัวอย่างแบบทดสอบมีดังนี้

1. ความคล่องแคล่วในการใช้คำ (word fluency, DSU) ให้เขียนคำประกอบด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้ เช่น ป : ปด ปัด ปาด เป็นต้น

2. ความคล่องแคล่วทางความคิด (ideational fluency, DMU) ให้เขียนชื่อที่อยู่ในพวกหรือประเภทเดียวกัน เช่น ของเหลวที่เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ น้ำมันก๊าด แก๊สโซลีน และแอลกอฮอล์ เป็นต้น

3. ความคล่องแคล่วด้านการเชื่อมโยง (associational fluency, DMR) ให้คำต่าง ๆ ที่มีความหมายคล้ายคลึงกับคำที่กำหนดให้ เช่น หนัก ยาก แห้ง เป็นต้น

4. ความคล่องแคล่วในการแสดงออก (expressional fluency, DSS) ให้เขียนประโยคประกอบด้วยคำ 4 คำ ในแต่ละคำเริ่มด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้ เช่น "K-U-Y-I" (keep up your interest kill useless yellow insects)

5. การใช้ประโยชน์อย่างอื่น (alternate uses, DMC) ให้บอกประโยชน์อย่างอื่นของสิ่งเฉพาะที่กำหนดให้ มิใช่เป็นการใช้ประโยชน์โดยทั่ว ๆ ไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำประโยชน์อย่างไรได้บ้าง

6. การสรุปผล (consequence, DMU, DMC) ให้บอกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น อันเป็นผลเนื่องจากเหตุการณ์สมมติฐานที่กำหนดให้ เช่น ถ้าคนไม่จำเป็นต้องนอนพักผ่อนจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง : คนทำงานได้มากขึ้น ไม่จำเป็นต้องใช้นาฬิกาปลุก เป็นต้น

ในแบบทดสอบนี้มีการให้คะแนน 2 ประเภท คือ คะแนนรวมของคำตอบที่เห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งเกิดจากด้านความคล่องแคล่วทางการคิด (DMU) และคะแนนรวมของคำตอบพิเศษออกไป ซึ่งเกิดจากความคิดริเริ่ม (DMT)

7. ประเภทของงานอาชีพ (possible jobs, DMI) ให้บอกรายชื่อของงานอาชีพต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้ เช่น หลอดไฟฟ้า : วิศวกรไฟฟ้า เจ้าของโรงเรียนทำหลอดไฟฟ้า และอื่น ๆ เป็นต้น

8. การวาดรูป (making objects, DFS) ให้วาดรูปสิ่งของเฉพาะ โดยใช้ขีดของรูปที่กำหนดให้ เช่น รูปวงกลม และรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น ในการวาดรูปสิ่งของหนึ่ง อาจใช้รูปที่กำหนดให้ซ้ำกันได้ และเปลี่ยนแปลงขนาดได้ แต่จะต้องไม่เติมรูปทรง หรือเส้นอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีก

9. การสเก็ตช์รูป (sketches, DFU) ให้ต่อเติมให้เป็นรูปจากภาพร่างที่กำหนดให้ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม และต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ และแตกต่างกันให้มากที่สุด

10. การแก้ปัญหา (match problem, DFT) จากโจทย์ที่กำหนดให้ เช่น ปัญหาไม้ขีดไฟ ให้เอาจำนวนก้อนไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่งออก โดยให้ก้อนไม้ขีดไฟที่เหลือประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปสามเหลี่ยมที่มีจำนวนรูปตามต้องการ

11. การตกแต่ง (decoration, DFI) ให้ตกแต่งรูปภาพเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่ร่างเอาไว้ แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน

สิทธิพล อัจฉินทร์ (2539, หน้า 49 - 53 ) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ที่สามารถวัดความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม โดยสิทธิพล อัจฉินทร์ กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ต้องสร้างให้สอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ คือ ให้ผู้ตอบสามารถคิดได้หลาย ๆ แบบ หลาย ๆ แนวทาง จึงสร้างแบบทดสอบให้เขียนตอบ ประกอบด้วยแบบทดสอบ 6 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (DSR) สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) ได้เสนอไว้ แบบ Number Rules โดยกำหนดตัวเลข ตั้งต้นให้ ให้นำตัวเลขนั้นไปสัมพันธ์กับตัวเลขอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดให้ และแบบ Number Combination คือ การกำหนดตัวเลขและเครื่องหมายให้จำนวนหนึ่ง เพื่อสร้างสมการหรือประโยคสัญลักษณ์

ตอนที่ 1 สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้แบบ Number Rules (กำหนดตัวเลขตั้งต้นให้ ให้นำตัวเลขตัวนั้นไปสัมพันธ์กับตัวเลขอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดให้) ตัวอย่างแบบทดสอบ

**คำชี้แจง** จากตัวเลขเริ่มต้นที่กำหนดให้ ให้นักเรียนหาวิธีการให้ได้มากที่สุด ที่จะทำให้มีผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนด

**ตัวอย่าง** 0. ตัวเลขเริ่มต้น 2 ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็น 8

<b>ตัวอย่างคำตอบ</b>	1.	$2 + 6$	$= 8$
	2.	$2 \times 5 - 2$	$= 8$
	3.	$2 \times 4$	$= 8$
	4.	$2 + 2 + 2 + 2$	$= 8$
	5.	$2 \times 8 \div 2$	$= 8$

ตอนที่ 2 สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้ แบบ Number Combination (กำหนดตัวเลขและเครื่องหมายให้จำนวนหนึ่ง ให้สร้างสมการ) ตัวอย่างแบบทดสอบ

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนใช้ตัวเลขและเครื่องหมายที่กำหนดให้สร้างสมการให้ได้มากที่สุด โดยในแต่ละสมการตัวเลขต้องไม่ซ้ำกัน

**ตัวอย่าง** 0. ตัวเลขที่กำหนดให้ 1, 2, 3, 4  
เครื่องหมายที่กำหนดให้ +, -

ตัวอย่างคำตอบ	1.	$1 + 2$	$= 3$
	2.	$4 - 3$	$= 1$
	3.	$2 + 3 - 1$	$= 4$
	4.	$4 + 1$	$= 2 + 3$
	5.	$3 - 1$	$= 2$
		ฯลฯ	

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบระบบ (DSS) สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) เสนอไว้ แบบ Expressional Fluency โดยให้หาจำนวนมาจัดกระทำตามที่โจทย์ต้องการ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่าที่กำหนดให้ ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาตัวเลข 3 จำนวน มาจัดกระทำตามที่โจทย์ต้องการ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับกำหนดให้

ตัวอย่าง	0.	$\square + \square + \square$	$= 10$
ตัวอย่างคำตอบ	1.	$2 + 3 + 5$	$= 10$
	2.	$1 + 2 + 7$	$= 10$
	3.	$3 + 3 + 4$	$= 10$
	4.	$4 + 2 + 4$	$= 10$
	5.	$2 + 2 + 6$	$= 10$
		ฯลฯ	

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (DSI) สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) ได้เสนอไว้ แบบ Symbol Elaboration โดยกำหนดสมการหรือประโยคสัญลักษณ์มาให้สองสมการหรือประโยคสัญลักษณ์สองประโยค ให้สร้างสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ใหม่ โดยใช้ตัวเลขและเครื่องหมายจากสมการเดิม ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง จากสมการ 2 สมการที่กำหนดให้ ให้นักเรียนเขียนสมการใหม่ ซึ่งเป็นสมการเดียวให้ได้มากที่สุด โดยใช้ตัวเลขและเครื่องหมายจากสมการที่กำหนดให้

ตัวอย่าง	0.	สมการที่กำหนดให้	$4 - 1 = 3$
			$3 + 5 = 8$
ตัวอย่างคำตอบ	1.	$4 - 3$	$= 1$
	2.	$5$	$= 8 - 3$
	3.	$8$	$= 4 + 3 + 1$
	4.	$5 - 4$	$= 1$

$$5. \quad 5 \quad = 8 - 4 + 1$$

๙๗๙

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบความสัมพันธ์ (DMR) ซึ่งสิทธิพล อัจฉินทร์ (2539, หน้า 51) สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กรมวิชาการ (2534) ได้เสนอแบบให้ตั้งคำถาม ตัวอย่างแบบทดสอบ

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนอ่านข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

**ตัวอย่าง** 0. สีดาสอบได้ 75 คะแนน ทรงชัยสอบได้ 69 คะแนน สมศักดิ์สอบได้ 82 คะแนน

**ตัวอย่างคำตอบ** จากข้อมูล นักเรียนสามารถสร้างคำถามได้ดังนี้

1. ใครสอบได้คะแนนมากที่สุด
2. ใครสอบได้คะแนนน้อยที่สุด
3. สมศักดิ์สอบได้คะแนนมากกว่าสีดากี่คะแนน
4. ทรงชัยสอบได้คะแนนน้อยกว่าสีดากี่คะแนน
5. คะแนนของสีดาและทรงชัยรวมกันมากกว่าคะแนนของสมศักดิ์กี่คะแนน

๙๗๙

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบระบบ (DMS) ซึ่งสิทธิพล อัจฉินทร์ (2539, หน้า 52) สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กรมวิชาการ (2534) สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กรมวิชาการได้เสนอไว้ แบบให้ตั้งคำถาม ตัวอย่างแบบทดสอบ

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนอ่านข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

**ตัวอย่าง** 0. โรงเรียนแห่งหนึ่ง มีนักเรียนชายและหญิงทั้งสิ้น 246 คน

**ตัวอย่างคำตอบ** จากข้อมูล นักเรียนสามารถสร้างคำถามได้ดังนี้

1. มีนักเรียนชาย 120 คน นักเรียนหญิงมีกี่คน
2. มีนักเรียนหญิง 109 คน นักเรียนชายมีกี่คน
3. ถ้ามีจำนวนนักเรียนชายและหญิงเท่ากัน มีนักเรียนชาย หญิงกี่คน
4. ถ้ามีจำนวนนักเรียนชายมากกว่าหญิง 21 คน จะมีนักเรียนชายกี่คน
5. ถ้ามีจำนวนนักเรียนหญิงน้อยกว่าชาย 13 คน จะมีนักเรียนหญิงกี่คน

๙๗๙

ฉบับที่ 6 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบการประยุกต์ (DMI) ซึ่ง สิทธิพล อัจฉรินทร์ (2539, หน้า 52) ได้สร้างตามแนวแบบทดสอบของ สุภาวดี ตั้งบุปผา (สุภาวดี ตั้งบุปผา, 2533) ที่เสนอไว้ แบบการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างคำถามทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประยุกต์จากข้อมูลที่กำหนดให้ โดยไม่ใช่จำนวนตัวเลขเดิมให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง 0. พ่ออายุ 42 ปี แม่อายุ 38 ปี แดงอายุ 15 ปี คำอายุ 13 ปี

ตัวอย่างคำตอบ จากข้อมูล นักเรียนสามารถสร้างคำถามได้ดังนี้

1. ถ้าพ่ออายุ 46 ปี คำจะอายุเท่าไร

2. เมื่อ 4 ปีที่แล้ว แดงอายุเท่าไร

1. พ่ออายุมากกว่าคำกี่ปี

2. อีก 7 ปีข้างหน้า คำอายุเท่าไร

3. อายุของพ่อและแม่รวมกัน เป็นกี่เท่าของอายุแดง

ฯลฯ

#### วิธีการตรวจแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

เนื่องจากการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบเสรีภาพแก่ผู้ตอบในการเขียนคำตอบที่ถูกต้องให้ได้มากที่สุดเท่าที่คำตอบจะเป็นไปได้ ดังนั้นเพื่อให้คำตอบมีความเป็นปรนัย จึงใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของกรมวิชาการ (2534, หน้า 51) ซึ่งดัดแปลงมาจากของ Torrance โดยในแต่ละกิจกรรมตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม การให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบมีหลักการดังนี้

1. คะแนนความคล่องในการคิด ให้คะแนนตามจำนวนคำตอบทั้งหมดที่นักเรียนตอบได้ถูกต้อง คำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกันและคำตอบถูกต้อง

2. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด ให้คะแนน โดยนับจากจำนวนกลุ่ม หรือทิศทางของคำตอบ กล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดในแต่ละข้อที่ให้คะแนนความคล่องแคล่วไปแล้วมาจับกลุ่มหรือทิศทางใหม่ คำตอบใดเป็นคำตอบทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกันก็จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้นับจำนวนกลุ่ม ให้กลุ่มละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบที่กลุ่มตัวอย่างตอบ คำถามใดที่กลุ่มตัวอย่างซ้ำกันมาก ๆ ก็ได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้คะแนนเลย ถ้าคำตอบบิยังซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำใครเลย ก็จะได้คะแนนมากขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนยึดหลักดังนี้

คำตอบที่ซ้ำกัน 12% ขึ้นไป ให้	0	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 6 - 11% ให้	1	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 3 - 5% ให้	2	คะแนน

คำตอบที่ซ้ำกัน 2%	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 1%	ให้	4	คะแนน

ดังนั้น การให้คะแนนความคิดริเริ่ม จึงต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบของกลุ่มตัวอย่าง ที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วจึงนำความถี่นั้นเทียบกับเกณฑ์ข้างต้นแล้วให้คะแนน นั่นคือเป็นการหาว่า คำตอบหนึ่งๆ ที่นักเรียนคนหนึ่งตอบ มีคนตอบอีกซ้ำกับคำตอบนี้ก็เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ถ้าอยู่ในกลุ่มที่คำตอบซ้ำกันมากจะได้คะแนนน้อย ถ้าอยู่ในกลุ่มคำตอบซ้ำน้อยจะได้คะแนนมาก

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หาได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ในแต่ละกิจกรรมนำมารวมกันเป็นผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน สำหรับเกณฑ์ในการตัดสินระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้จากร้อยละของคะแนนรวมของนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุด (อัชรีรีย์ วิจิฉัยกุล, 2549, หน้า 74 ) ดังนี้

ร้อยละ 80 ขึ้นไป	มีความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด
ร้อยละ 70 – 79	มีความคิดสร้างสรรค์มาก
ร้อยละ 60 – 69	มีความคิดสร้างสรรค์ปานกลาง
ร้อยละ 50 – 59	มีความคิดสร้างสรรค์น้อย
ต่ำกว่าร้อยละ 50	มีความคิดสร้างสรรค์น้อยที่สุด

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดความสามารถในการหาคำตอบที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร มีคุณค่า สามารถคิดได้หลายทาง ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้จากแบบทดสอบ จากแบบทดสอบที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้และปรับปรุงแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของสิทธิพล อาจอินทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 เพื่อวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด 6 ฉบับ จำนวน 12 ข้อ จากทั้งหมด 18 ข้อ และในแต่ละข้อจะวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 6 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (DSR: divergent production of symbolic relation) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถเชื่อมโยง หรือมองเห็นความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ตัวเลข และเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ ในแง่มุมต่างๆ ข้อทดสอบจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 5 นาที

ข้อที่ 1 หาตัวเลขมาบวก ลบ คูณ หหารเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ เท่ากับ 13

ข้อที่ 2 หาตัวเลขมาบวก ลบ คูณ หหาร แล้วให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด โดยเริ่มจากตัวเลขที่กำหนดให้ตัวเลขเริ่มต้นที่ 4 ทำให้ได้ผลลัพธ์ 18

ข้อที่ 3 ใช้ตัวเลขและเครื่องหมายที่กำหนดให้ สร้างประโยคสัญลักษณ์ให้ได้มากที่สุด โดยในแต่ละประโยคสัญลักษณ์ตัวเลขต้องไม่ซ้ำกันตัวเลขที่กำหนดให้ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 กับเครื่องหมาย +, -

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบระบบ (DSS: divergent production of symbolic systems) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดระบบสัญลักษณ์ตัวเลขและเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างมีระเบียบแบบแผนในแง่มุมต่างๆ กัน ข้อทดสอบจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 5 นาที

ข้อที่ 1 หาตัวเลข 3 จำนวน มาบวกกันตามที่โจทย์ต้องการ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนด

$$\square + \square + \square = 10$$

ข้อที่ 2 หาตัวเลข 3 จำนวน มาบวก ลบ ตามที่โจทย์ต้องการ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนด

$$\square + \square - \square = 16$$

ข้อที่ 3 หาตัวเลข 3 จำนวน มาคูณและหารกันตามที่โจทย์ต้องการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนด

$$\square \times \square \div \square = 5$$

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (DSI: divergent production of symbolic implication) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะนำสัญลักษณ์ตัวเลขและเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ ไปใช้ในแง่มุมใหม่แบบต่างๆ กัน ข้อทดสอบจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 5 นาที

ข้อที่ 1 จากประโยคสัญลักษณ์ 2 ประโยคที่กำหนดให้ นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ใหม่ ให้ได้มากที่สุด โดยใช้ตัวเลขจาก ประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ทั้ง 2 ประโยค

$$\text{ประโยคสัญลักษณ์ } 4 \times 2 = 8$$

$$6 - 1 = 5$$

ข้อที่ 2 จากประโยคสัญลักษณ์ 3 ประโยคที่กำหนดให้ นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ใหม่ ให้ได้มากที่สุด โดยใช้ตัวเลขจาก ประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ทั้ง 3 ประโยค

$$\text{ประโยคสัญลักษณ์ } 6 + 4 = 10$$

$$12 \div 2 = 6$$

$$3 \times 5 = 15$$

ข้อที่ 3

$$\text{ประโยคสัญลักษณ์ } 8 = 4 \times 2$$

$$9 - 3 = 6$$

$$1 + 7 + 5 = 13$$

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบความสัมพันธ์ (DMR: divergent production of semantic relation) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถเชื่อมโยง หรือมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อความที่เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ ในแง่มุมต่างๆ กัน ข้อทดสอบจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 5 นาที

ข้อที่ 1 อ่านข้อมูลที่กำหนดให้เข้าใจแล้วสร้างคำถามทางคณิตศาสตร์ให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

เวียร์มีเงิน 65 บาท วินมีเงิน 89 บาท และเคนมีเงิน 101 บาท

ข้อที่ 2 มาลีสูง 132 เซนติเมตร มาลัยสูง 127 เซนติเมตร  
มานะสูง 135 เซนติเมตร มารวยสูง 140 เซนติเมตร

ข้อที่ 3 อ่านข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามทางคณิตศาสตร์ ให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชั้นต่างๆ ดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1	153 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2	186 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	176 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	154 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	165 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	132 คน

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบระบบ (DMS: divergent production of semantic system) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดระบบข้อความที่เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ อย่างมีระเบียบแบบแผนในแง่มุม ต่างๆ กัน ข้อทดสอบจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 5 นาที

ข้อที่ 1 อ่านข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามทางคณิตศาสตร์ให้ได้มากที่สุด  
ภาพยนตร์เรื่องหนึ่งมีดาราชายและหญิงรวมกัน 289 คน

ข้อที่ 2 พ่อปลูกกระเบื้องภายในบ้านใช้กระเบื้องลายดอกไม้ และลายการ์ตูนรวม 354 แผ่น

ข้อที่ 3 แม่บริจาคดอกบัวกับดอกดาวเรืองให้วัดบางขวาง 490 ดอก

ฉบับที่ 6 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบการประยุกต์ (DMI: divergent production of semantic implication) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการนำข้อความที่เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ ไปใช้ในแง่มุมใหม่แบบต่างๆ กัน ข้อทดสอบจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 5 นาที

ข้อที่ 1 นักเรียนสร้างคำถามทางคณิตศาสตร์ซึ่งประยุกต์จากข้อมูลที่กำหนดให้ โดยไม่ใช่จำนวนตัวเลขเดิม ให้ได้มากที่สุด

หนังสือนิทาน 145 เล่ม หนังสือวิทยาศาสตร์ทั่วไป 243 เล่ม

หนังสือคณิตศาสตร์ 198 เล่ม และหนังสือศิลปะ 76 เล่ม

ข้อที่ 2 ปู่อายุ 96 ปี ย่าอายุ 88 ปี ตาอายุ 89 ปี และยายอายุ 84 ปี

ข้อที่ 3 ข้าวสารถุงละ 125 บาท ผงซักฟอกถุงละ 109 บาท

น้ำยาซักผ้านุ่มขวดละ 99 บาท กาแฟกล่องละ 189 บาท

### ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

#### 1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson, 1971, p. 696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นั้นคือ ผลสำเร็จของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ประเมินเป็นระดับความสามารถออกเป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (computation) เป็นความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว การวิเคราะห์พฤติกรรมมี 3 ด้าน คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ

2. ความเข้าใจ (comprehensive) เป็นความสามารถในการแปลความหมายตีความ และการขยายความปัญหาใหม่ ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแสดงพฤติกรรมมี 6 ชั้นตอน คือ

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสรุปอ้างอิง

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปอีกรูปแบบหนึ่ง

2.5 ความสามารถในการใช้หลักของเหตุผล

2.6 ความสามารถในการอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ การวัดพฤติกรรมมี 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 ความสามารถในการระลึกได้ ซึ่งรูปแบบความสอดคล้อง และลักษณะ  
สมมาตรของปัญหา

4. การวิเคราะห์ (analysis) เป็นความสามารถในการพิจารณาส่วนสำคัญของ  
ความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญ และหาหลักการที่ส่วนสำคัญเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งการที่  
บุคคลมีความสามารถดังกล่าวแล้ว จะสามารถให้บุคคลนั้นสามารถแก้ปัญหาที่แปลกกว่า  
ธรรมดา หรือโจทย์ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อนได้ พฤติกรรมนี้เป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียน  
การสอนคณิตศาสตร์ การวัดพฤติกรรมมี 4 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา

4.2 ความสามารถในการค้นคว้าหาความสัมพันธ์

4.3 ความสามารถในการวิจารณ์ การพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการกำหนด และหาความเที่ยงตรงในการสรุป

กู๊ด (Good, 1973, p.7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการสะสม  
ความรู้ และความสามารถในการเรียนทุกด้านเข้าไว้ด้วยกัน ของคะแนนของนักเรียนที่ได้รับจาก  
การออกแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิภาวรรณ ร่มรื่นบุญกิจ (2542, หน้า 54) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่ม  
สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนที่ต้อง  
อาศัยความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยเฉพาะและเป็นความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับ หรือ  
ทักษะที่พัฒนาขึ้นโดยการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถของ  
นักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณและการหาร ชั้นประถมศึกษา  
ปีที่ 4 โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

## 2. จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภัทรา นิคมมานนท์ (2543, หน้า 67-75) ได้จำแนก จุดมุ่งหมายของการวัดผล  
สัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้าน  
สติปัญญา หรือเรียกว่า เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ความสามารถออกเป็น 6  
ระดับ จากความสามารถขั้นต่ำไปสูง ได้แก่

2.1 ความจำ คือ การระลึกได้ถึงเรื่องราวต่าง ๆ ที่เคยมีประสบการณ์มาก่อน จะโดย  
วิธีใด ก็ตาม เช่น จากการเรียนในห้องเรียน ฟังวิทยุ ดูโทรทัศน์ เป็นต้น พฤติกรรมด้านความรู้ ยัง  
จำแนกได้อีก 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ ความรู้เฉพาะเรื่อง ความรู้ในการดำเนินการ และความรู้รอบยอด

2.2 ความเข้าใจ คือ ความสามารถตั้งแต่ขั้นนี้ถึงขั้นประเมินผล ถือว่าเป็นความสามารถขั้นสติปัญญา ซึ่งเป็นผลเอาความรู้จากประสบการณ์ในขั้นความรู้ความจำ มาผสมจนกลายเป็นความชนิดใหม่ โดยมี 3 ลักษณะ คือ การแปรความ การตีความ และการขยายความ

2.3 การนำไปใช้ คือ ความสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้มาแล้ว ไปแก้ปัญหาก็แปลกใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน

2.4 การวิเคราะห์ คือ ความสามารถแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ ทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์กันได้อย่างชัดเจน สามารถค้นหาความจริงต่าง ๆ ที่ซ่อนแฝงในเรื่องนั้น ๆ ได้ การวิเคราะห์ก็มี 3 ลักษณะ ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์

2.5 การสังเคราะห์ คือ ความสามารถนำองค์ประกอบย่อย ๆ ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปมารวมเป็นเรื่องราวเดียวกัน เพื่อให้เห็นโครงสร้างที่ชัดเจน ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่แปลกใหม่ มีคุณค่า การสังเคราะห์มี 3 ประเภท คือ การสังเคราะห์ข้อความ การสังเคราะห์แผนงาน และการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

2.6 การประเมินค่า คือ ความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหา และวิธีการต่าง ๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าเหมาะสม มีคุณค่า ดี เลว การประเมินค่าต้องอาศัยเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจ มี 2 ลักษณะ คือ การตัดสินใจโดยอาศัยข้อเท็จจริง และการตัดโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก เป็นเกณฑ์ที่ไม่ได้ปรากฏตามเนื้อเรื่องนั้น ๆ

สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมาย ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือการวัดพฤติกรรม ความรู้ ความสามารถของนักเรียน หลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องนั้น เพื่อพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงความรู้ ความสามารถทั้งด้านสติปัญญาและพฤติกรรมด้านความรู้ความสามารถ 6 ระดับ คือ ระดับความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการนำไปใช้ ระดับการวิเคราะห์ ระดับการสังเคราะห์ และระดับการประเมินค่า

### 3. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สุวิมล ภูละคร (2547, หน้า 59) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนและสรุปผล การศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอก ห้องเรียน ของเพรสคอตต์ (Prescott, 1961) ดังนี้

3.1 องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางด้านร่างกาย ข้อบกพร่องทางกายและบุคลิกภาพท่าทาง

3.2 องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดา มารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ ด้วยกัน ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัว

3.3 องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความ เป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน

3.4 องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของ นักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

3.5 องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สถิติปัญญา ความสนใจ

3.6 องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทาง อารมณ์

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ชมนาด เชื้อสุวรรณเทวี (2542, หน้า 145) กล่าวถึงสาเหตุ หรือที่มาที่ทำให้ นักเรียนเรียนอ่อนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ข้อบกพร่องทางร่างกาย

1. ระดับสติปัญญาต่ำ

2. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีมาก่อน ทำให้ฝังใจ เกิดการต่อต้าน ไม่ยอมรับ ปิดกั้น ตัวเอง ทั้งแบบรู้ตัว และไม่รู้ตัว

3. สิ่งแวดล้อมทางบ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียน ตลอดจนมีนิสัยส่วนตัวใน ด้านต่าง ๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม กล้าแสดงออก

4. วุฒิภาวะต่ำ

5. พื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้เรียน ไม่ทันเพื่อน ไม่เข้าใจบทเรียนใหม่

จากที่กล่าวมาข้างต้น องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี องค์ประกอบหลายด้าน เช่น ด้านร่างกาย ขนบธรรมเนียมประเพณี สิ่งแวดล้อม ทางบ้าน หรือ ระดับสติปัญญา ซึ่งมีผลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของครูและ ผู้ปกครองต้องร่วมมือกัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 4. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

พิชิต ฤทธิ์จำรูญ (2544, หน้า 99 -101) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตร และสร้างตาราง วิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นการระบุ จำนวนข้อสอบ และพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้ เกิดกับนักเรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการ

สอน และสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

### 3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณา และตัดสินใจเลือกใช้ชนิดข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะใช้แบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความเข้าใจในหลักการและวิธีการเขียนข้อสอบ

### 4. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้ว

### 5. ตรวจสอบข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้ มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวน ตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

### 6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจง หรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

### 7. ทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบ และวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดลองสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบ และนำไปใช้ครั้งต่อ ๆ ไป

### 8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพ หรือมีคุณภาพไม่ดี อาจจะต้องตัดทิ้ง หรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะต้องวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ศึกษาวิธีการสร้าง เขียนข้อสอบ จัดทำแบบทดสอบฉบับทดลอง วิเคราะห์ข้อสอบและการจัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

## เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

### 1. ความหมายของเจตคติ

ไทแอนดิส (Triandis, 1971, p. 480) ให้นิยามว่า เจตคติ หมายถึง ความโน้มเอียงที่จะแสดงออกทางชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งต่าง ๆ เช่น เชื้อชาติ ขนบธรรมเนียม ประเพณี หรือสถาบันต่าง ๆ เจตคติที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถสรุปคาดพิง (Inferred) จากพฤติกรรมภายนอก ทั้งที่ต้องใช้ภาษาและไม่ต้องใช้ภาษา

กู๊ด (Good, 1973, p. 94) ได้กล่าวไว้ว่า เจตคติ หมายถึง ความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อาจจะเป็นการต่อต้านสถานการณ์บางอย่างของบุคคล หรือต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น รักหรือเกลียด กลัวหรือกลัว พอใจหรือไม่พอใจมากน้อยเพียงใดต่อสิ่งนั้น

สุรางค์ โค้วตระกูล (2543, หน้า 366) สรุปว่า เจตคติเป็นอรรถาธิบาย หรือแนวโน้มที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสนองตอบแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นทั้งคน วัตถุสิ่งของ หรือความคิด บุคคลใดมีเจตคติบวกต่อสิ่งใดก็จะเผชิญกับสิ่งนั้น ถ้ามีเจตคติลบก็จะหลีกเลี่ยงสิ่งนั้น เจตคติจึงเป็นสิ่งที่เรียนรู้และเป็นสิ่งที่แสดงออกของค่านิยมและความเชื่อของบุคคล

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 54) กล่าวว่า เจตคติ เป็นความรู้สึกเชื่อ ศรัทธาต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนเกิดความพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมออกมา ซึ่งอาจเป็นไปในทางที่ดีหรือไม่ดีก็ได้ เจตคดียังไม่เป็นพฤติกรรม แต่เป็นตัวการที่ทำให้เกิดพฤติกรรม

วินัย วีระวัฒนานนท์ (2546, หน้า 55) กล่าวว่า เจตคติ คือ ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่ว่าสิ่งนั้นจะเป็นรูปธรรม หรือนามธรรม

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546, หน้า 208) ได้กล่าวสรุปว่า เจตคติเป็นเรื่องของความชอบความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึก ความเชื่อฝังใจของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับรู้หรือประเมินเหตุการณ์ในสังคม แล้วเกิดอารมณ์ ความรู้สึกควบคู่ไปกับการรับรู้และมีผลต่อความคิดและปฏิกิริยาในใจของบุคคล ดังนั้นเจตคติจึงเป็นทั้งพฤติกรรมภายนอกที่อาจจะสงสัยได้ หรือเป็นพฤติกรรมภายในที่ไม่สามารถสังเกตได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติเป็นความรู้สึก นึกคิด ความเชื่อ ความศรัทธา ของบุคคลที่จะแสดงออกทางชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่ว่าสิ่งนั้นจะเป็นรูปธรรม หรือนามธรรม และเจตคดียังไม่เป็นพฤติกรรม แต่เป็นตัวการที่ทำให้เกิดพฤติกรรมนั้นๆ

### 2. ลักษณะที่สำคัญของเจตคติ

จิรวรรณ ชำนาญช่าง (2544, หน้า 12) ได้รวบรวมลักษณะของเจตคติไว้ว่า เป็นผลหรือขึ้นอยู่กับบุคคล ประเมินผลสิ่งเร้าแล้วเปลี่ยนมาเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการแสดงพฤติกรรม ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. เจตคติแปรค่าได้ทั้งความเข้มข้นและทิศทาง

2. เจตคติเกิดจากการเรียนรู้มากกว่าเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเอง
3. เจตคติขึ้นอยู่กับเป้าเจตคติหรือสิ่งเร้าเฉพาะอย่างทางสังคม
4. เจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าที่เป็นกลุ่มเดียวกันอาจสัมพันธ์กัน
5. เจตคติเป็นการเตรียมความพร้อมภายในของจิตใจในการตอบสนองสิ่งเร้าในทางที่ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งเร้า นั้น ๆ
6. สภาพความพร้อมจะตอบสนองในลักษณะซับซ้อนที่บุคคลจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งต่าง ๆ และจะเกี่ยวข้องกับอารมณ์
7. เจตคติไม่ใช่พฤติกรรม แต่เป็นสภาวะทางจิตใจที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกนึกคิด และเป็นตัวกำหนดแนวทางในการแสดงออกของพฤติกรรม
8. เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถสร้างเครื่องมือวัดพฤติกรรมที่แสดงออกมา เพื่อเป็นแนวทางในการทำนายหรืออธิบายเจตคติได้
9. เจตคติเกิดจากการเรียนรู้ และประสบการณ์ บุคคลจะมีเจตคติในเรื่องเดียวกัน แตกต่างกันได้ ด้วยสาเหตุหลายประการ ทั้งสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ และสังคม ระดับอายุ และเชาวน์ปัญญา
10. เจตคติมีความคงที่ และแน่นอนพอสมควร แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อประสบกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่แตกต่างไปจากเดิม

สรุปได้ว่า เจตคติเป็นความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งของบุคคล เมื่อเกิดการเรียนรู้ หรือมีประสบการณ์ ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งมานาน แล้วว่ามีอิทธิพลต่อความรู้สึกนึกคิดว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธ

### 3. องค์ประกอบของเจตคติ

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971, p. 3) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านพุทธิปัญญา (cognitive component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้ หรือความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า นั้น ๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการที่จะสรุปรวม เป็นความเชื่อ หรือช่วยประเมินผลสิ่งเร้า นั้น ๆ
2. องค์ประกอบทางด้านท่าทีความรู้สึก (affective component) จัดเป็นส่วนประกอบทางด้านอารมณ์ ความรู้สึก ซึ่งจะเป็นตัวเร้า "ความคิด" อีกต่อหนึ่ง ถ้าบุคคลมีภาวะความรู้สึกที่ดีหรือไม่ดี ขณะที่คิดถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แสดงว่า บุคคลนั้นมีความรู้สึกในด้านบวก และลบตามลำดับ
3. องค์ประกอบทางด้านปฏิบัติ (behavioral component) คือ ความพร้อม หรือความโน้มเอียง เพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางที่สนับสนุน หรือคัดค้าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้ที่ได้จากการประเมินผล

กรวีร์ เมฆหมอก (2542, หน้า 27) ได้รวบรวมองค์ประกอบของเจตคติไว้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (cognitive component) หมายถึง การรับรู้ของบุคคลที่เกี่ยวกับวัสดุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งความเชื่อของบุคคลที่มีต่อสิ่งเหล่านั้นด้วย
2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (affective component) หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งที่ได้รับรู้ อาจเป็นไปในทางที่ดีหรือไม่ดี ถ้าบุคคลมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งใดก็จะชอบสิ่งนั้น ถ้ามีความรู้สึกที่ไม่ดีต่อสิ่งใด ก็จะไม่ชอบสิ่งนั้น
3. องค์ประกอบทางด้านแนวโน้มที่จะกระทำ (behavioral component) หมายถึง ความโน้มเอียงของบุคคลที่จะแสดงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับความรู้สึกของตน คือ การที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับ ยอมปฏิบัติหรือไม่ยอมปฏิบัติ

อรพินท์ สุวรรณผลพ (2546, หน้า 32) ได้ศึกษาและอธิบายองค์ประกอบของเจตคติ ตามแนวของ แมคกาย (McGuire, 1966) ไว้ 3 ส่วน ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (cognitive component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้หรือความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเรานั้น ๆ เป็นเหตุผลในการที่จะสรุปรวมเป็นความเชื่อ หรือช่วยในการประเมินสิ่งเร้า
2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (feeling component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้สึก หรืออารมณ์ของบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้า อันเป็นผลเนื่องมาจากบุคคล ได้ประเมินสิ่งเร้าเห็นว่า พอใจ ไม่พอใจ ต้องการ ไม่ต้องการ ติ เลว
3. องค์ประกอบด้านการกระทำ (action tendency component) เป็นองค์ประกอบด้านความพร้อม หรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติปฏิบัติ หรือตอบสนองสิ่งเร้านั้น ๆ ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เช่น สนับสนุน หรือคัดค้าน การตอบสนองจะเป็นไปในทิศทางใดขึ้นอยู่กับความเชื่อ หรือความรู้สึกของบุคคล

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของเจตคติ มี 3 ประการ คือ องค์ประกอบทางด้านความรู้ องค์ประกอบด้านความรู้สึก และทางด้านการกระทำ ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 3 นี้มีความสัมพันธ์ต่อกัน จะเห็นได้ว่า องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก เป็นผลเนื่องมาจากการรับรู้ของบุคคล และจะส่งผลไปถึงพฤติกรรมและการกระทำของบุคคล และสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ตามสถานการณ์ต่าง ๆ

#### 4. การเสริมสร้าง พัฒนา และการเปลี่ยนแปลงเจตคติ

การสร้างเจตคติที่ดีให้แก่นักเรียน ถือได้ว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูผู้สอนควรทำ แนวทางในการทำมีหลายวิธีที่สำคัญ ๆ (กฤษณา ศักดิ์ศรี, 2530, หน้า 194 – 198) ดังนี้

1. ชี้แจงและอภิปรายให้ประสบการณ์ ให้ข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง ครูควรพยายามแนะนำ ชี้แจง อบรมสั่งสอน พுகุญกัน ให้เห็นคุณหรือโทษ เด็กก็จะเกิดความคิด ความรู้สึก แล้วที่สุดก็เปลี่ยนเป็นเจตคติได้

2. การอ่านหนังสือดี ๆ ช่วยให้เด็กเปลี่ยนเจตคติได้ ยิ่งครูช่วยชี้แนะและอภิปรายให้มองเห็นจุดสำคัญ การอ่านมีอิทธิพลต่อการเร้าอารมณ์มาก จนสามารถเปลี่ยนเจตคติได้ โดยเฉพาะการอ่านเรื่องความเสียสละ ความกล้าหาญของบรรพบุรุษ
3. การปลูกฝังความคิดรวบยอดอันถูกต้อง ครูต้องอบรมสั่งสอนให้เด็กเกิดความคิดรวบยอดต่อสิ่งต่าง ๆ อย่างถูกต้อง โดยให้ข้อเท็จจริงที่ถูกต้องด้วยการอธิบาย หรือการจัดประสบการณ์
4. การชักจูง ชักชวน เกลี่ยกล่อม มีผลต่อเจตคติมาก การสื่อความคิดด้วยกันทั้ง 2 ด้าน ให้ประสบผลสำเร็จในการชักจูงมากกว่าการสื่อความคิดด้านเดียว
5. การเสนอกิจกรรมเร้าอารมณ์
6. การจัดกิจกรรม เป็นการให้ประสบการณ์ตรงแก่นักเรียน ซึ่งเป็นแนวทางในการเปลี่ยนแปลง และเสริมเจตคติให้แก่เด็ก Jacobs กล่าวว่าการเรียนที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้น จะมีผลทำให้เจตคติของเด็กเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัด
7. เครื่องเล่น สิ่งเร้าใจ สามารถจูงใจให้เด็กหันมายึดถือสิ่งใหม่ได้ เช่น ให้อาหาร ชิม ให้คะแนน
8. จัดสิ่งแวดล้อม สร้างบรรยากาศ และสถานการณ์ให้เห็นแบบอย่างที่ดี เพื่อการถ่ายทอดเลียนแบบจัดประสบการณ์ใหม่ให้
9. เหตุการณ์ที่ประทับใจ ทำให้เกิดรอยพิมพิใจ พยายามให้เด็กเกิดความรู้สึกประทับใจ เช่น มาโรงเรียนวันแรกเห็นโรงเรียนสะอาด ครูใจดี
10. ใช้กฎเกณฑ์เป็นเครื่องช่วย ระเบียบ วินัย กฎหมาย ข้อบังคับ เป็นเครื่องระวาง และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ภายหลังเจตคติก็เปลี่ยนไปด้วย
11. อารมณ์ มีส่วนช่วยพัฒนาเจตคติ เช่น ให้อุโลการกระดุก เพื่อให้เกิดความกลัว แล้วต่อต้านยาเสพติด
12. การย้ายกลุ่มสังคม หรือคณะ มักจะกลืนให้สมาชิกมีเจตคติคล้ายตามกลุ่มมีอิทธิพลให้คนในกลุ่มคล้ายตามได้
13. การล้างสมอง เป็นการขจัดตัดความเชื่อเก่า ๆ ออกไปให้เกิดความเชื่อใหม่เข้ามาแทน เช่น วิธีที่คอมมิวนิสต์ใช้
14. บังคับให้ทำ แม้ว่าจะไม่เต็มใจ เช่น บังคับให้ตรงเวลา ขยัน นานเข้าก็จะเป็นนิสัยเกิดเจตคติต่อสิ่งนั้น
15. แบบอย่างมีอิทธิพล คนมักจะเลียนแบบบุคคลที่มีชื่อเสียง เช่น ดารา นักร้อง บุคคลสำคัญอื่น ๆ
16. แรงกดดันจากกลุ่มอิทธิพลจากการยอมรับหมู่คณะ จะทำให้เขาเปลี่ยนเจตคติคนอื่น ๆ จำนวนมากเชื่ออย่างนั้น คิดอย่างนั้น ถ้าคนอื่นเห็นด้วยก็จะเชื่อว่าเป็นพวกเดียวกัน ย่อมเชื่อถือและยอมรับเจตคติง่ายขึ้น

17. การอบรมเลี้ยงดู เด็กที่เกิดในครอบครัวที่นับถือศาสนาพุทธ ก็จะมี ความเลื่อมใสในพุทธศาสนา ทั้งนี้เนื่องมาจากการได้เห็น ได้ปฏิบัติด้านพุทธศาสนาทุกวัน

18. จากประสบการณ์ส่วนตัว คนที่เคยถูกสุนัขกัดย่อมมีเจตคติไม่ดีต่อสุนัขมากกว่า คนที่ไม่เคยถูกสุนัขกัด

19. การรับเอาเจตคติเดิมของผู้วิจัยอื่นที่มีอยู่แล้วมาเป็นเจตคติของเรา เช่น เมื่อเด็กเข้าไปเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัย ก็มักจะรับเอาเจตคติต่าง ๆ จากนักศึกษารุ่นพี่ หรือจากอาจารย์ด้วย

20. จากลักษณะบุคลิกภาพของแต่ละบุคคล เช่น คนบางคนมองโลกในแง่ร้าย ก็มีแนวโน้มที่จะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งต่าง ๆ อยู่เสมอ

21. จากอิทธิพลของสื่อมวลชน สื่อมวลชนเป็นแหล่งข้อมูลที่เกิดให้เกิดทั้งความเข้าใจ และอารมณ์

22. ความต้องการที่จะสมปรารถนา ทำให้เราเกิดเจตคติต่อสิ่งนั้น เช่น คนไข้จะมีเจตคติต่อหมอ เพราะรู้ว่าหมอเป็นผู้รักษาโรคให้หายได้ และก็มีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่าง ๆ เพราะจะทำให้ไม่สมปรารถนา

23. การโฆษณาชวนเชื่อ และการสื่อสารที่มีลักษณะชักชวน

กัญจนา ทองสิงห์ (2540, หน้า 39) กล่าวถึงวิธีการเปลี่ยนแปลงเจตคติอย่างเป็นทางการว่า เป็นวิธีการที่อาศัยพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ และเชื่อว่ามนุษย์เป็นบุคคลที่มีเหตุผล สามารถคิด สามารถถูกกระตุ้น เพื่อให้เกิดภาวะรับการชักจูงให้สนใจข่าวสารต่าง ๆ สามารถเรียนรู้เนื้อหาของข่าวสาร และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือการปฏิบัติได้ ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงเจตคติจะเป็นแบบวิธีการที่เป็นทางการ มีการสื่อความหมายที่เป็นทางการ และมีรูปแบบ มีการวางแผนอย่างรอบคอบ

นอกจากนี้ กัญจนา ทองสิงห์ ยังได้รวบรวมทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงเจตคติไว้ ดังนี้

1. ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงเจตคติเพื่อการปรับตัวให้เข้ากับสังคม (The social Judgment theory of attitude change) เจ้าของทฤษฎี คือ มูซาเฟอร์ เซอริฟ และคาร์ล ไฮโอฟแลนด์ (Muazfer Sheif and Carl I. Hoveland) หลักการของทฤษฎีนี้มีว่า การเปลี่ยนแปลงเจตคติของบุคคลนั้น จะเกิดขึ้นภายหลังจากที่บุคคลได้เลือกตัดสินใจที่จะปรับตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม เพราะโดยปกติบุคคลจะใช้สติปัญญาในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเสมอ บางครั้งบุคคลจะปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม และบางครั้งจะปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับตัวเอง ในกรณีที่จะต้องปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม โดยเจตคติของบุคคลนั้นยังไม่สอดคล้องกับสภาพสิ่งแวดล้อม หรือสังคม บุคคลนั้นจะต้องเปลี่ยนเจตคติเพื่อการปรับตัวให้เข้ากับสังคมเสมอ

2. ทฤษฎีการมีส่วนร่วมในการกระทำ (active participation theory) เจ้าของทฤษฎี คือ เคอร์ท เลวิน (Kurt Lewin) หลักการของทฤษฎีนี้มีว่า การเปลี่ยนแปลงเจตคติของบุคคลให้เป็นในรูปใด จะต้องให้เขามีส่วนร่วมในกลุ่มบุคคลอย่างมีประสิทธิภาพ

3. ทฤษฎีความสอดคล้องทางความคิด (cognitive consonance theory) เจ้าของทฤษฎี คือ ฟริทซ์ ไฮเคอร์ (Fritz heider) หลักการของทฤษฎีนี้มีว่า ถ้าสมาชิกในสังคม หรือกลุ่มใด ๆ ก็ตาม มีความรู้สึกหรือท่าที่เป็นในแนวที่สอดคล้องกัน ก็จะอยู่ด้วยกันได้ แต่ถ้ามีความคิดหรือความรู้สึกแตกต่างไปจากสังคม หรือกลุ่มก็จะต้องเปลี่ยนแปลงเจตคติให้เหมือนกัน หรือสอดคล้องกันต่อไป

4. ทฤษฎีความไม่สอดคล้องทางความคิด (cognitive dissonance theory) เจ้าของทฤษฎี คือ ลีออน เฟสทิงเจอร์ (Leon Festinger) หลักการของทฤษฎีนี้มีว่า เมื่อบุคคลเกิดความขัดแย้งขึ้นเป็นสองทาง แต่ละทางไม่ลงรอยกัน ก็จะพยายามขจัดความขัดแย้งให้หมดไป ไม่ว่าจะขัดแย้งกับบุคคล วัตถุ หรือสถานการณ์ วิธีขจัดความขัดแย้งโดยปรับความรู้สึก จากชอบหรือไม่ชอบ ให้เป็นไปในทางตรงกันข้าม จะเปลี่ยนแปลงเจตคติได้

การเปลี่ยนแปลงเจตคติของบุคคลนั้น สิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวมีอิทธิพลเป็นอย่างยิ่ง (วิภาวี แป้นเรือง, 2546, หน้า 39) ได้กล่าวถึงอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ดังนี้

บิดา มารดา การที่บิดามารดามีเจตคติต่อสิ่งใดในลักษณะหนึ่งลักษณะใด ย่อมมีอิทธิพลต่อบุตรให้มีเจตคติในทางเดียวกับบิดามารดา

วัฒนธรรมภายในสังคม คนที่มีอาชีพต่างกัน หรืออยู่ในชั้นของสังคมต่างกัน หรือคนที่มีนับถือศาสนาต่างกัน ย่อมมีเจตคติต่างกัน

บุคลิกภาพของแต่ละคนย่อมมีอิทธิพลต่อการสร้างเจตคติต่อสิ่งต่าง ๆ ด้วย เช่น คนที่มีบุคลิกภาพไม่เหมือนคนอื่น อาจารย์ก็มีปมด้อย มองโลกในแง่ร้าย เป็นต้น

การศึกษาเล่าเรียนในโรงเรียน กิจกรรมของโรงเรียน ย่อมมีอิทธิพลต่อเด็กมากกว่าสถาบันอื่น ๆ ในสังคม ฉะนั้น หากโรงเรียนมีครูดี มีตำราเรียนที่ดี และมีการปกครองที่ดี สิ่งเหล่านี้ย่อมเป็นส่วนสำคัญในการสร้างเจตคติของเด็กไปในทางที่ดีที่ควร

การพักผ่อนหย่อนใจ การแสวงหาความบันเทิง มีหลายด้านด้วยกัน ซึ่งแต่ละด้านล้วนมีอิทธิพลต่อการสร้างเจตคติของบุคคล

สรุปได้ว่า เจตคติของบุคคลสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยสิ่งแวดล้อม บุคคลรอบตัว ข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง ประสบการณ์แบบอย่างที่ดี การให้กำลังใจ และการมีส่วนร่วมในกลุ่ม จะเป็นสิ่งสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการสร้าง เจตคติของบุคคลให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

### 5. เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ปัจจุบันนี้ สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ครูควรคำนึงถึงควบคู่กับการให้ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา คือ เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ต้องสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ตามแนวความคิดของวิลสัน (Willson, 1973, pp. 685 – 689) คือ

1. ความพึงพอใจ (willingness) เป็นสภาวะที่เกิดความอยากจะรับสิ่งที่มากระตุ้นความรู้สึก เช่น ใฝ่เรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือเกมที่ต้องใช้ความอดทนในการเล่น เป็นต้น

2. ความสนใจ (interest) เป็นสภาวะต่อเนื่องจากความพึงพอใจที่สะสมในควมมากน้อยแตกต่างกันไป เช่น เนื้อหาในแต่ละระดับ วิธีสอน บุคลิกของครู ฯลฯ

3. แรงจูงใจ (motivation) ในกรณีที่นักเรียนสนใจวิชาที่เรียนพฤติกรรมต่าง ๆ ที่จะตามมา คือ พยายามทำสิ่งต่าง ๆ ให้สำเร็จโดยไม่ห้อยถอย ถ้าไม่สนใจก็จะแสดงพฤติกรรมในทางตรงกันข้าม

4. ความวิตกกังวล (anxiety) เป็นสภาวะจิตที่มีความตึงเครียด ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากการตั้งความหวังไว้แล้วกลัวทำไม่สำเร็จ หรือทำแล้วไม่ประสบความสำเร็จ หรือความไม่พร้อมแต่ต้องทำ

5. มโนภาพแห่งตน (self - concept) เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับสภาพของตนเอง หลังจากที่ได้เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สนิท พรหมมา (2534, หน้า 24 - 26) ได้แบ่งลักษณะของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็น 4 ลักษณะ คือ ความเพลิดเพลิน แรงจูงใจ ความสำคัญ และความเป็นอิสระ จากความกลัว วิชาคณิตศาสตร์ และได้แบ่งเป็น 5 ลักษณะ คือ

1. เจตคติ เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งทางด้านดีและไม่ดีเกี่ยวกับประโยชน์ ความสำคัญ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

2. ความสนใจ เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกชอบพอสึงหนึ่งสิ่งใดมากกว่าสิ่งอื่น

3. แรงจูงใจ เป็นความปรารถนาที่จะทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ลุ่ส่งไป โดยพยายามเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ และพยายามทำให้ดี บุคคลที่มีแรงจูงใจจะสบายใจเมื่อคนได้ทำสิ่งนั้นสำเร็จ และจะมีความวิตกกังวลหากประสบความล้มเหลว

4. ความวิตกกังวล หมายถึง สภาวะจิตที่มีความตึงเครียด หวาดระแวง กลัว ทั้งหาสาเหตุได้ และไม่ได้ และมักจะเกี่ยวข้องกับความต้องการที่เกี่ยวข้องกันหลายประการ พฤติกรรมที่แสดงถึงความวิตกกังวล เช่น ความตื่นเต้น ความหวาดกลัว ความตึงเครียด ความมีอารมณ์ฮือฮาว ความเหนียมอาย และความรู้สึกขัดแย้งสับสน

5. มโนภาพแห่งตน เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับตนเองในด้านค่านิยมทางวิชาการ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การปรับตัวทางอารมณ์

สรุปว่า เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หลังจากที่นักเรียน เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คณะนได้จากการออกแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามวิธีของ ลีเคอร์ท (Likert's scale) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

## 6. การวัดเจตคติ

กรมวิชาการ (2546, หน้า 154 - 155) ได้เสนอวิธีการวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนในระดับประถมศึกษา ดังนี้

1. การให้นักเรียนออกมากล่าวแสดงความรู้สึกที่มีต่อการเรียนหรือการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
2. การชักตมนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนหรือการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
3. การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์
4. การให้นักเรียนเติมข้อความเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อคณิตศาสตร์
5. การให้นักเรียนเขียนบรรยายความรู้ของตนเองที่มีต่อคณิตศาสตร์
6. การให้ทำแบบรายงานตนเองจาก
  - 6.1 แบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียน
  - 6.2 แบบสำรวจความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อข้อความเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

7. การใช้มาตรการจัดอันดับคุณภาพ
8. การใช้มาตราวัดของลิเคอร์ท
9. การสร้างสถานการณ์วัดแบบเลือกตอบ

หลักการเขียนข้อความวัดเจตคติ ดังนี้

1. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่อ้างถึงอดีตหรือที่ผ่านมา เช่น ฉันเคยชอบเรียนคณิตศาสตร์
2. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นจริง หรือสามารถตีความได้ว่าเป็นจริง หรือเท็จ เช่น คณิตศาสตร์มีแต่ตัวเลข
3. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่ไม่อาจแสดงความคิดเห็นหรือไม่เกี่ยวกับประเด็น พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่กำกวม
4. แต่ละข้อความต้องแสดงความคิดเห็นเพียงความคิดเดียวที่สมบูรณ์ในตัวเอง พยายามเลือกใช้ข้อความที่มีลักษณะเป็นกลาง หลีกเลี่ยงคำที่บ่งกว้าง ๆ เช่น ทั้งหมด เสมอ ไม่เคยเลย
5. หลีกเลี่ยงการใช้ข้อความในรูปแบบประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ เพราะจะทำให้ผู้ตอบเกิดการหลงผิดก็ได้

วิธีการสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีของ ลิเคอร์ท (Likert's scale) ซึ่ง พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2549, หน้า 224 – 225) ได้อธิบายลำดับขั้นตอนการสร้างไว้ว่า มาตรการการสร้างแบบวิธีของ ลิเคอร์ท แบ่งการกำหนดช่วงความรู้สึกของคนเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ คือ

- ระดับที่ 5 มากที่สุด
- ระดับที่ 4 มาก
- ระดับที่ 3 ปานกลาง
- ระดับที่ 2 น้อย

### ระดับที่ 1 น้อยที่สุด

กำหนดการให้คะแนนของการตอบของแต่ละตัวเลือก โดยทั่วไปจะกำหนดคะแนนข้อความทางบวกเป็น 5 4 3 2 1 (หรือ 4 3 2 1 0) และข้อความทางลบเป็น 1 2 3 4 5 (หรือ 0 1 2 3 4 )

ข้อความที่บรรจุลงในมาตรการวัดประกอบด้วยข้อความแสดงความรู้สึกทางบวกและทางลบ โดยทั่วไปมีจำนวนข้อความตั้งแต่ 20 ข้อขึ้นไป การกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละตัวเลือก กระทำต่อเมื่อได้รวบรวมข้อมูลมาแล้ว โดยกำหนดตามวิธีกำหนดค่าคะแนน ซึ่งนิยมใช้กันมาก มีขั้นตอน ดังนี้

1. พิจารณาว่าต้องการจะวัดเจตคติของใครที่มีต่อใคร และให้ความหมายของสิ่งที่จะวัดให้แน่นอน

2. เมื่อตีความหมายของสิ่งที่จะวัดแน่นอนแล้ว ก็สร้างข้อความในแต่ละหัวข้อ โดยให้คลุมเนื้อหาในหัวข้อเหล่านั้น ข้อความนี้อาจเขียนขึ้นเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ เช่น จากผู้ทรงคุณวุฒิในท่านต่าง ๆ เป็นต้น แต่จะต้องมีลักษณะดังนี้

ต้องเป็นข้อความที่เขียนในแง่ความรู้สึก ความเชื่อ หรือความตั้งใจที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่ใช่ข้อเท็จจริง

ข้อความที่บรรจุลงในสเกล จะต้องประกอบด้วยข้อความที่เป็นบวก และเป็นลบคละกัน หลีกเลี่ยงการใช้คำคุณศัพท์หรือกริยาวิเศษณ์ เช่น เสมอ ๆ บ่อย ๆ ทั้งหมด เป็นต้น

ข้อความแต่ละข้อความจะต้องสั้น เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม จำนวนข้อที่สร้างขึ้นในครั้งแรกควรมีประมาณ 30 ข้อความขึ้นไป เพราะจะต้องเลือกข้อความให้เหลือประมาณ 20 - 25 ข้อความในแต่ละเรื่องที่จะวัด

3. เมื่อได้ข้อความเพียงพอแล้วบรรจุลงในสเกล โดยให้มีตัวเลือก 5 ตัวเลือก ดังนี้ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. นำข้อความที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องนั้น ๆ ตรวจสอบ โดยพิจารณา ด้านคุณลักษณะและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตลอดจนการตอบกับข้อความว่าสอดคล้องกันเพียงใด

5. ทำการทดลองขึ้นต้นก่อนนำไปใช้จริง โดยนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่ง เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความ และภาษาที่ใช้อีกครั้ง และตรวจสอบคุณภาพด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของมาตราวัดเจตคติ

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การวัดเจตคติ เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับจิตใจ ความรู้สึก และความเชื่อมั่น จึงเป็นเรื่องยากในการวัด เพราะต้องวัดโดยทางอ้อม จากการให้ผู้ตอบประเมินความรู้สึกของตนเอง ความคิดเห็น ว่าพึงพอใจ หรือเห็นคุณค่าต่อสิ่งนั้นมากน้อยเพียงใด และสามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดเจตคติ ผู้วิจัยสร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยยึดตามวิธีของ ลิกอร์ท (Likert's scale)

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศ

ปานจิต รัตนพล (2547, หน้า 86) ได้ศึกษาผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนศรีวิชัย จังหวัดชุมพร จำนวน 110 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ 50% นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังการทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลาง มีความคิดสร้างสรรค์ไม่สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์

จิตรลดา บุญรัมย์ (2548, หน้า 109 -110) ได้ศึกษาผลของความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านการคิดนอกกรอบทางภาษาแบบต่าง ๆ กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดยโสธร จำนวน 521 คน ผลการวิจัยพบว่า สมรรถภาพทางสมองด้านวิธีการคิดทางภาษาแบบต่าง ๆ 17 ด้าน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนสมรรถภาพทางสมองด้านวิธีคิดประเมินค่าทางภาษาแบบการแปลงรูปมีความสัมพันธ์ทางลบกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตัวแปรพยากรณ์ที่ดีที่สุดต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .735 มีอำนาจในการพยากรณ์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 54 และนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็ก และนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศศิธร เกื้อนสว่าง (2548, หน้า 124-128) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT โรงเรียนเทศบาล 2 อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 38 คน ผลการวิจัยพบว่า 1.ผลการเรียนรู้

เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 2.ความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยด้านความคิดคล่องในการคิดสูงที่สุด รองลงมาคือด้านยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มตามลำดับ 3.นักเรียนมีความคิดเห็นต่อวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT อยู่ในระดับมาก

ยุพิน สันติดำรงพันธุ์ (2549, หน้า 67) ได้ศึกษาผลของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้รูปแบบโครงการคณิตศาสตร์ โรงเรียนกัลยาณวัตร อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปีการศึกษา 2549 จำนวน 57 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้นไปกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุจิอาภา รุจิยาพนนท์ (2550, หน้า 55) ได้ศึกษาผลการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดแหลมสุวรรณาราม (วัฒนรวมวิทยา) จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด มีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

พิศมัย อาแพงพันธ์ (2551, หน้า 96) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน โดยใช้แผนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาที ศรีธรรมศาสน์ (2551, หน้า 74-79) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่แบบ 5E ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดงประชานุกูล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 7 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 56.67 ได้คะแนนความคิด

สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ค่ากว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนร้อยละ 73.33 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วชิราพร สุวรรณศรवल (2551, หน้า 57-58) ได้วิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่างกัน โรงเรียนห้วยไม้หก อำเภออ้อมก้อย จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 10 คน ผลการศึกษา สรุปว่า ผลการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้แผนการจัดกิจกรรม จำนวน 20 แผน แต่ละแผนได้รับการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ปรากฏว่า แผนการจัดกิจกรรมมีคุณภาพใช้จัดกิจกรรมได้ ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนการฝึก และผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันโดยใช้ค่าเฉลี่ยร้อยละ พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม สูงกว่ากลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน ส่วนในด้านความคิดคล่องกลุ่มอ่อนมีค่าเฉลี่ยร้อยละของการพัฒนาสูงกว่ากลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลาง

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

บอลกา (Balka, 1974, pp. 98 - A) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป มาสร้างเป็นแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งมีทั้งหมด 6 ด้าน แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 เกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคล่องตัวในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผลโดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และคะแนนจากแบบวัดเชาว์ปัญญาของทางโรงเรียนเป็นเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวประกอบด้วยความคิด 2 ลักษณะ คือ การคิดแบบเอกนัย (convergent) และความคิดอเนกนัย (divergent) และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เชาว์ปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

ทูลี (Tuli, 1987, pp. 224 -226 ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเป็นประชากรชายเกรด 9 จำนวน 476 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกา แบบทดสอบวัดความสามารถทางจำนวน การให้เหตุผลทางภาษาและ

การให้เหตุผลเชิงนามธรรม และแบบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อีดิเกอร์ (Ediger, 2000, p. 8) ได้ศึกษาครูที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะมีความรักและมีความกระตือรือร้นทางคณิตศาสตร์ และเป็นความต้องการของโรงเรียนทุกโรงเรียน ครูที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะเป็นที่ปรึกษาของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความคิดหลากหลายแง่มุม มีการเขียนที่สร้างสรรค์ มีจินตนาการ ศิลปะ และประวัติศาสตร์ เพราะครูที่มีความคิดสร้างสรรค์จะกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ ริเริ่ม ความคิดแปลกใหม่ ให้กับนักเรียน

วิลเลียม (Williams, 2002, pp.1 – 8) ได้ศึกษาการจ้างงานที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสร้างเครื่องมือเพื่อศึกษาจำแนกศักยภาพของการทำงานหรือกิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อแก้ไขและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ศึกษาเปรียบเทียบจากนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีศักยภาพซ่อนเร้นอยู่ในและกลุ่มนักเรียนที่มีศักยภาพแสดงออกมาชัดเจน การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ พบว่า ได้เพิ่มศักยภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนของครูให้กับนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ เครื่องมือนี้มีประโยชน์ในการจำแนกความไม่เข้าคู่ระหว่างนักเรียนที่มีศักยภาพซ่อนเร้นภายในและนักเรียนที่มีความสามารถแท้จริง และแสดงให้เห็นปัจจัยจำแนกที่ชี้ให้เห็นถึงลักษณะนิสัยของความเป็นผู้มีคิดสร้างสรรค์ และผลของการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมในชั้นเรียน ก่อให้เกิดการเพิ่มและสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมากขึ้น

แอนเนลโล (Aniello, 2004, pp. 2755 – A) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในการคิดสร้างสรรค์ระหว่างนักศึกษาปริญญาตรีในวิทยาลัยพิมอดีของมหาวิทยาลัยแวนเดอร์บิลด์ การศึกษามุ่งเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับอาจารย์ของพวกเขาในบริบทของเนื้อหาที่เรียนในงานรายวิชาความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับอาจารย์ได้ออกแบบขึ้นภายในกรอบของสภาพแวดล้อมห้องเรียนของมหาวิทยาลัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน (r) ระดับภาระงานของอาจารย์และบรรยากาศเข้าร่วมกันตามที่วัดด้วยค่าตอบของนักศึกษา การศึกษาครั้งนี้กระทำกับนักศึกษปริญญาตรี จำนวน 36 คน ในภาควิชา มนุษย์และการพัฒนาองค์กร ในภาคเรียนฤดูใบไม้ผลิ ปี 2001 ในรายวิชา มนุษย์และการพัฒนาองค์กร (HOD) 1200 เรื่อง "ความเข้าใจองค์กร" วิธีการศึกษา ให้นักศึกษาแต่ละคนทำป้ายชื่อเชิงสร้างสรรค์ 1 ป้าย ในตอนเริ่มต้นภาคเรียน และอีกครั้งหนึ่งในตอนปลายภาคเรียน แบ่งนักเรียนออกเป็นหลาย ๆ กลุ่ม ๆ ละ 6 คน แต่ละคนทำงานโครงการของทีมตลอดรายวิชาทั้งภาคเรียน ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ (ได้แก่ การเพิ่มขึ้น) ในความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาจาก

แบบวัดของเพียร์สัน วัดการประมาณค่าของผู้ตัดสินความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 21 คน (ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อนอีก 16 คน) แบบวัดเชิงปริมาณ 2 ฉบับ ที่วัดสภาพแวดล้อมห้องเรียน คือ ภาระงานของอาจารย์และการเข้าร่วมนั้นให้การเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านความคิดสร้างสรรค์ จากการทดสอบก่อนเรียนถึงการทดสอบหลังเรียน มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่แสดงให้เห็นในการเปลี่ยนแปลงความคิดสร้างสรรค์ตามระดับความคิดสร้างสรรค์ก่อนเริ่มต้น (แบบทดสอบก่อนการเรียน) ยิ่งระดับเริ่มต้นต่ำเท่าไร ยิ่งมีประสบการณ์เพิ่มขึ้นมากเท่านั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตามเพศ หรืออิทธิพลของกลุ่ม

จากการศึกษาเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สามารถส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสริมสร้างกระบวนการคิด จนสามารถพัฒนาเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย ๆ มีการเสริมแรง การใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมมากที่สุด มีอิสระทางความคิด นักเรียนเกิดความมั่นใจและกล้าแสดงออก ร่วมแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อน ๆ และที่สำคัญครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้มีโอกาสในการหาคำตอบที่หลากหลายตามความสามารถ ความรู้ และความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนจะได้นำเสนอแนวคิดของตน รับฟังแนวคิดของเพื่อน ๆ ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบ ซึ่งเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ และสามารถนำศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อไป