

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 เรื่องเศษส่วน ที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานกร้างนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวม เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการวิจัย ดังนี้

#### 1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

- 1.1 หลักการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- 1.2 จุดมุ่งหมายหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- 1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- 1.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.5 สาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

#### 2. การสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

- 2.1 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์
- 2.2 ธรรมชาติของคณิตศาสตร์
- 2.3 ความหมายของคณิตศาสตร์
- 2.4 ความสำคัญของคณิตศาสตร์
- 2.5 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
- 2.6 การวัดผลและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์

#### 3. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

- 3.1 ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา
- 3.2 ทักษะกระบวนการให้เหตุผล
- 3.3 ทักษะกระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ
- 3.4 ทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่นๆ

### 3.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

#### 4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL : Brain-based Learning)

##### 4.1 โครงสร้างของสมอง

##### 4.2 สมองกับการเรียนรู้

##### 4.3 พัฒนาการทางสมอง

##### 4.4 ความหมายของหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

##### 4.5 หลักการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

##### 4.6 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

#### 5. แผนการจัดการเรียนรู้

##### 5.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

##### 5.2 ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

##### 5.3 ประโยชน์และความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

##### 5.4 ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

##### 5.5 หัวข้อในการจัดแผนการจัดการเรียนรู้

##### 5.6 กระบวนการเรียนรู้

##### 5.7 การหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้

#### 6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

##### 6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

##### 6.2 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 7.1 งานวิจัยในประเทศไทย

##### 7.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

#### 8. กรอบแนวคิดการวิจัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม วิจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตนเองประชาธิบัติอย่างมีพระมหากรุณาธิรัตน์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษา

ตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553 : 4)

หลักการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยึดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบ โอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดมุ่งหมายหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ ซึ่งกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกรักในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกป้องดูแลระบบน้ำประปาโดยอันมีพระมหาภัยศรีทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกรักในอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสืบ传 เวลาล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิด สมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทักษะของตนเองเพื่อແດກเปลี่ยน ข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้ง การเจรจาต่อรองเพื่อขัดและตอบปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วย หลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึง ผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคม ได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึง ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและลั่นแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และ การอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและ ความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลักเดี่ยงพุทธกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้ เทคโนโลยี ด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม ได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็น พลเมืองไทยและพลโลก ได้แก่

1. รักชาติ ศาสนา กฎหมาย
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย

4. ไฟเรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. นุ่มน้ำในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

**สาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**

**สาระที่ 1 จำนวนและการคำนวณ**

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการคำนวณของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการคำนวณต่างๆ และสามารถใช้การคำนวณในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

**สาระที่ 2 การวัด**

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

**สาระที่ 3 เรขาคณิต**

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปร่างของเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

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

**สาระที่ 4 พีชคณิต**

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้รูปนิยม สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

(mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

**สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น**

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสติ๊ดและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

#### สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 : 2-3)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดให้ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้ โดยประกอบไปด้วยองค์ความรู้ ทักษะ หรือกระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตร สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องมีการนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การคำนวณชีวิต และศึกษาต่อ การมีเหตุมีผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์

#### การสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้นี้ ควรจัดประสบการณ์ที่เหมาะสมให้แก่ผู้เรียน ได้ศึกษา วิเคราะห์ จนกระทั่งผู้สอนเกิดการค้นพบ องค์ประกอบในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ องค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ ธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ความหมายของคณิตศาสตร์ ความสำคัญของคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวัดผลและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์

ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ จำแนกได้ 2 ประเภท คือ 1) ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ 2) ทฤษฎีการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

##### 1. ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ (กรมวิชาการ, 2538 : 16-22) มีดังนี้

1.1 ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory) เป็นทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นในเรื่องการฝึกฝน ให้ทำแบบฝึกหัดมากๆ จนกว่าผู้เรียนจะเกยชินกับวิธีการนั้นๆ การสอนจึงเริ่มจากครูเป็นผู้ให้ตัวอย่างบวกสูตร หรือกฎเกณฑ์ แล้วให้ผู้เรียนฝึกฝน ทำแบบฝึกหัด จนผู้เรียนเกิดความชำนาญ

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้โดยบังเอิญ (Incident Learning Theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อเกิดความต้องการ หรือความอยากรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชน ซึ่งผู้เรียนได้ประสบด้วยตนเอง

1.3 ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่า การคิดคำนวณกับการเป็นอยู่ในสังคมของผู้เรียน เป็นหัวใจในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และเชื่อว่าผู้เรียนจะเรียนรู้และเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดี เมื่อสิ่งนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน และเป็นเรื่องที่ผู้เรียนได้พบเห็น และปฏิบัติอยู่เป็นประจำ

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ นักทฤษฎีหลายคนได้ให้แนวทางเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้พิอาเจต์ (สุรางค์ โค้วะระกุล, 2554 : 33-44) พิอาเจต์เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิส ซึ่งสนใจและได้วิเคราะห์กระบวนการพัฒนาความคิด และการเรียนรู้ของเด็กอย่างละเอียด พิอาเจต์เชื่อว่า มนุษย์ทุกคนตั้งแต่เกิดมา มีความพร้อมที่จะปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม พร้อมที่จะมีกิจกรรม หรือเริ่มกระทำก่อน (Active) มนุษย์มีแนวโน้มเพื่นฐานที่ติดตัวมาแต่กำเนิด 2 ชนิด คือ การจัดและการรวม (Organization) และการปรับตัว (Adaptation) พิอาเจต์ ได้นำเสนอเป็นทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual Development) มีสาระสำคัญ ดังนี้

2.1.1 เด็กเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและสังคม

2.1.2 การเรียนรู้เป็นเรื่องของแต่ละบุคคล โดยตัวผู้เรียนเองเท่านั้นที่ทราบว่าตัวเองกำลังเรียนรู้

2.1.3 พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กมี 4 ขั้น ดังนี้

2.1.3.1 ขั้นพัฒนาความรู้ สึกทางการเคลื่อนไหว (Sensory Motor Stage)

อายุ 0–2 ปี ระยะนี้เป็นระยะที่เด็กมีพัฒนาการเกี่ยวกับการสัมผัสและการเคลื่อนไหว

2.1.3.2 ขั้นพัฒนาการก่อนความคิดรวบยอด (Pre-Operational Stage) อายุ 2–6 ปี เป็นระยะที่เด็กเริ่มเข้าใจภาษา จำกัดกริยาของคนใกล้ชิด เป็นช่วงเวลาที่เด็กเสริมสร้างบุคลิกภาพของตนเอง รู้จักใช้เหตุผลแต่ยังไม่สามารถอธิบายอย่างชัดเจนได้

2.1.3.3 ขั้นพัฒนาการความคิดรวบยอด (Concrete Operational Stage) อายุ 6–12 ปี ระยะนี้เด็กเริ่มเข้าใจการจัดหมวดหมู่ การจำแนก การเรียงลำดับ การให้เหตุผลของเด็กวัยนี้ จะอาศัยสิ่งที่ตนเองมองเห็น บังไม่สามารถให้เหตุผลที่เกี่ยวกับนามธรรมได้

### 2.1.3.4 ขั้นพัฒนาการความเข้าใจอย่างมีเหตุผล (Formal Operational Stage)

อายุตั้งแต่ 12 ปีขึ้นไป ระยะนี้เป็นระยะที่เด็กรู้จักอธิบายเหตุผล เริ่มคิดในรูปของการตั้งสมมติฐาน และทดสอบสมมติฐาน สามารถคิดในสิ่งที่เกินเลยจากการรับรู้ได้

จากแนวคิดดังกล่าว เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาด้านหลักสูตร ด้านการเรียนรู้ การวัดผล ประเมินผล และรวมถึงการนำไปใช้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนซึ่งการเรียนรู้จะประสบผลดี ที่สุดต่อเมื่อครูและนักเรียนมีความสัมพันธ์ด้านการเรียนการสอนอย่างใกล้ชิด แนวคิดของพีอาเจ็ต มีประโยชน์ต่อการออกแบบวิธีสอน การค้นคว้าวิธีสอนและเนื้อหาใหม่ โดยการให้นักเรียนค้นคว้า ใช้อุปกรณ์ และสื่อการเรียนการสอนที่จำต้องได้ หรือใช้วัสดุของจริง การจัดสถานการณ์ประกอบการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการค้นพบ ซึ่งจะช่วยให้มีการแสดงออกทางสติปัญญาด้วยการใช้เหตุผล สามารถคิดในลักษณะที่เป็นนามธรรมตามแนวคิดทฤษฎีการพัฒนาเชาว์ปัญญา มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ มีแนวคิดต่อการพัฒนาทางด้านภาษาและสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน อีกทั้งเป็นเครื่องชี้รวมของความสามารถทางสติปัญญา และความสัมพันธ์ของพัฒนาการด้านต่างๆ นั่นเอง

2.2 ทฤษฎีพัฒนาการของบราวนอร์ (Bruner) ได้ให้หลักการที่เรียนรู้ที่สำคัญ ได้แก่ การเน้นโครงสร้าง (Structure) ของเนื้อหาวิชาและเน้นกระบวนการ (Process) ของการแก้ปัญหามากกว่า การเน้นผลผลิตกรรม (Product) และการเข้าใจโครงสร้างของความรู้จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้แจ้ง สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่นๆ ได้ ทำให้มีความทรงจำได้เป็นระยะเวลานาน เป็นการจัดความรู้ให้มีระเบียบ บราวนอร์จึงได้เสนอแนววิธีการสอนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ 3 ขั้น (จุลพงษ์ พันอินากุล, 2542 : 31-33) ดังนี้

2.2.1 การใช้ของจริงอธิบายหรือแสดงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Enactive representation หรือ Concrete representation) ให้เริ่มต้นโดยใช้ของ 3 มิติ วัสดุของจริง ต่างๆ

2.2.2 การใช้รูปภาพอธิบายหรือแสดงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Iconic representation หรือ Concrete representation) ใช้จิตนาการประกอบ กือ ของ 2 มิติ เช่นภาพ ต่างๆ 그래ฟ แผนที่ ฯลฯ ประกอบการสอน

2.2.3 การใช้สัญลักษณ์อธิบายหรือแสดงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Symbolic representation) เป็นขั้นของการใช้จินตนาการล้วนๆ กือ ใช้สัญลักษณ์ตัวเลข เครื่องหมาย ต่างๆ มากอธิบายเหตุผล และเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของ บราวน์ร์ (Bruner) จำเป็นจะต้องคำนึงถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ คุณสมบัติที่สำคัญบางประการของคณิตศาสตร์ เช่น คุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มและการแจกแจง หากครูผู้สอนจัดกิจกรรมได้เหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน และจัดเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความพร้อมในการเรียน การเรียนการสอนนั้นจึงต้องได้ว่าเป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างรู้ มีความคิดรวบยอด และสามารถคิดแก้ปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเอง วรรณี โสมประยูร (2541 : 21-24) ได้เสนอวิธีการสอน ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ 10 ทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีการผ่อนคลาย (Suggestopedia Theory) ของ Georgi Lozanov เมื่อเรื่องความสุข สบาย บรรยายภาพห้องเรียนสีงามนวยความสะดวกสบาย ทำให้สดชื่นแจ่มใส ผ่อนคลายความเครียด และสนุกสนานเพลิดเพลินมาใช้ประกอบการเรียนการสอน จะช่วยให้เกิดความรู้และความคิด สร้างสรรค์

2. ทฤษฎีเสริมแรง (Operant Conditioning) ของ สกินเนอร์ (B.F. Skinner) การเรียนรู้ เกิดจากผู้เรียนเป็นผู้กระทำเอง การกระทำใดๆ จะมีแนวโน้มพัฒนารูปแบบใหม่ๆ ได้จากการเสริมแรง เมื่อการแบ่งจุดประสงค์ของการเรียนรู้ออกเป็นส่วนย่อยเป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละส่วนจะถูกเสริมแรง เป็นส่วนๆ ไป และต้องกำหนดจังหวะเวลาในการเสริมแรงให้เหมาะสม เพื่อพัฒนาแนวคิดหรือ นิยมติ ทักษะ และพฤติกรรมทางสังคม

3. ทฤษฎีเชื่อมโยงจิตสำนึก (Apperception Theory) ของ เฮอร์บาร์ต (J.F. Herbart) เป็น ทฤษฎีเชื่อมโยงสิ่งร้ายกับการเรียนรู้ เมื่อการเรียนที่เร้าความสนใจและสร้างความเข้าใจให้แก่นักเรียน เสียก่อนด้วยกิจกรรมที่ใช้รูปธรรมเป็นสื่อการสอน หรือใช้สถานการณ์ต่างๆ เป็นกระบวนการ เชื่อมต่อความคิดหรือความรู้ใหม่ให้มีความสัมพันธ์กับความคิดหรือความรู้เดิมที่เก็บสั่งสมไว้

4. ทฤษฎีการฝึกสมอง (Mental Discipline) ของเพลโต (Plato) เมื่อการพัฒนาสมองโดยตรง โดยสอนให้นักเรียนเข้าใจ ฝึกหัดและปฏิบัติมากๆ จนเกิดความรู้ ทักษะและความคงทนในการเรียนรู้ และการถ่ายทอดไปใช้โดยอัตโนมัติ

5. ทฤษฎีการหยั่งรู้ (Insight through Configuration of a Perceive Situation Theory) ของกลุ่มทฤษฎีเกสตัลท์ (Gestalt Psychology) คือการเรียนรู้ภาพรวมหรือส่วนรวมทั้งหมดมี ความสำคัญมากกว่าเรียนจากส่วนย่อยรวมกัน เมื่อเรื่องการรับรู้และการเชื่อมโยงประสบการณ์เก่า เข้ากับประสบการณ์ใหม่ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือการหยั่งรู้ ครูผู้สอนจัดสภาพที่เป็นปัญหา และให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นและหาทางแก้ปัญหาเป็นคราวๆ ไป ต่อเมื่อเกิดปัญหาขึ้นอีก นักเรียนก็จะสามารถนำวิธีการนั้นมาแก้ปัญหาได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลา

คิดพิจารณาใหม่ หรืออาจนำมาดัดแปลงใช้กับสถานการณ์ใหม่ และรู้จักรอบปัญหาเป็นส่วนๆ และเรียนรู้ความสัมพันธ์ต่างๆ ได้

6. ทฤษฎีการสรุป (Generalization) ของ จูดด์ (C.H. Judd) เน้นการสรุปเรื่องต่างๆ จากประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ผู้เรียนได้รับ เน้นความสามารถในการพินิจพิจารณาและตรวจสอบแนวคิดทั่วไปทั้งของตนเองและผู้อื่น ครูผู้สอนควรชี้แนะ แนะนำหรือนำทางให้ผู้เรียน มีความสามารถและทักษะในการสรุปหลักเกณฑ์ กฎ สูตร หรือรูปโฉมต่อไป จนสามารถนำความรู้ไปใช้กับประสบการณ์ใหม่ในชีวิตประจำวัน โดยสรุปได้ว่าจะปฏิบัติต่อสถานการณ์ต่างๆ ด้วยวิธีใด จึงจะได้ผลดีที่สุด

7. ทฤษฎีการสอนแบบธรรมชาติ (The Natural Approach Theory) เน้นเรื่องการเรียนรู้โดยนักเรียนได้สัมผัสของจริง สถานการณ์ สิ่งแวดล้อมที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติและธรรมชาติของ การรับรู้ ครูผู้สอนควรนำสิ่งที่เป็นธรรมชาตินามาใช้ให้เกิดการเรียนรู้ ประยุกต์จั่นนำไปสู่การแก้ปัญหา จัดกระบวนการสอนหรือกิจกรรมการเรียนการสอนต่างๆ ที่เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมหรือ ความรู้ที่ผู้เรียนเคยได้รับมาก่อน ดำเนินถึงธรรมชาติตามวัยและความแตกต่างระหว่างบุคคล

8. ทฤษฎีเชื่อมโยงสภาพการณ์ จากสิ่งเร้าและสิ่งตอบสนอง (Connectionism R-S bond Theory) ของ ธรรน์ไดค์ (E.L. Thorndike) เป็นการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองของผู้เรียนในแต่ละ ขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยกฎการเรียนรู้ 3 ข้อ คือ

8.1 กฎของการฝึกฝนหรือการกระทำซ้ำ (The Law of Exercise or Repetition) การตอบสนองของสิ่งเร้ามากครั้งเท่าใด สิ่งนั้นย่อมจะอยู่คงที่นานนานมากขึ้น และถ้าไม่ได้ปฏิบัติ ตัวเชื่อมจะอ่อนกำลังลง

8.2 กฎแห่งผล (Law of Effect) หรือหลักของความพึงพอใจและความเจ็บปวด (Pleasure–Pain Principle) การตอบสนองจะมีกำลังขึ้นหากเกิดความพึงพอใจตามมา และอ่อนกำลังลงเมื่อเกิดความไม่พอใจ

8.3 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) ของครอนบาก (Cronbach) กระแสประสาทที่มีความพร้อมที่จะกระทำ และได้กระทำเข่นนั้นจะก่อให้เกิดความพึงพอใจ แต่ถ้ายังไม่พร้อมที่จะกระทำย่อมทำให้เกิดความรำคาญ

9. ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences หรือ MI) ของ การ์ดเนอร์ (H. Gardner) เน้นสติปัญญาในด้านต่างๆ ซึ่งมีจำนวน 8 ด้าน ได้แก่ ด้านคณตรี ด้านการเคลื่อนไหวร่างกาย ด้านคณิตศาสตร์และตรรกะ ด้านภาษา ด้านมิตรสัมพันธ์ ด้านมนุษยสัมพันธ์ ด้านการรู้จักรอบเอง และ ด้านการรู้จักรอบชาติแวดล้อม สติปัญญาเหล่านี้มักมีการเชื่อมโยงและพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันอยู่เสมอ สติปัญญาช่วยให้บุคคลประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิตทั้งด้านส่วนตัวและส่วนรวม

ธรรมชาติของมนุษย์ย่อมต้องใช้สติปัญญาหลายด้านหรือทุกด้านในการคิด ศึกษา ค้นคว้า และการแก้ปัญหาต่างๆ อยู่เสมอในชีวิตประจำวัน ครูผู้สอนควรสรรหาราบวิธีการเรียนการสอนต่างๆ ที่เหมาะสมและกระทำอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้เกิดเป็นภาพรวมขึ้นเต็มศักยภาพของผู้เรียน

10. ทฤษฎีสอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Approach Theory) เป็นการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ ความรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองว่า ความรู้คือ โครงสร้างใหม่ (Cognitive restructuring) ที่สร้างจากประสบการณ์และโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ ซึ่งจะเป็นเครื่องมือสำหรับสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ๆ ต่อไปได้อีก

จากที่กล่าวมาทั้งหมดเกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ ใน การสอนคณิตศาสตร์นั้นมีความสำคัญต่อ ครูผู้สอนที่จำเป็นต้องนำแนวคิด หลักการมาใช้ใน โยงพัฒนาการเรียน การใช้ในการจัดการเรียน การสอนในเนื้อหาวิชา ซึ่งทฤษฎีเหล่านี้ได้ผ่านการทดลองสรุปเป็นหลักการที่เชื่อถือได้ ช่วยให้ ผู้เรียนได้เรียนรู้ และเข้าใจในวิชาอย่างแท้จริง

#### ธรรมชาติของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีลักษณะแตกต่างจากวิชาอื่น ต้องอาศัยหลักการและทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีผู้ที่ได้กล่าวถึง ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ลด่อง จันทร์เจริญ (2540 : 5-8) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ คือ

1. คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนมอง ไม่เห็นตัวตนของสิ่งที่เรียนถึงแม้จะเป็นสิ่งที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ซึ่งเป็นสิ่งที่มนุษย์สมมติขึ้นมา แล้วนำสิ่งสมมตินั้นมาสอนว่าสิ่งนั้นคืออะไร เช่น จำนวน เวลา ระยะทาง พื้นที่ ฯลฯ ครูผู้สอนต้อง พยายามทำงานเรียนให้เป็นรูปธรรม หรือใช้รูปธรรมที่จับต้องได้ประกอบการเรียนรู้พร้อมกับ เนื้อหาที่เป็นนามธรรมจะทำให้การเรียนรู้มีความง่ายขึ้น

2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความคิดรวบยอด นักเรียนจะเกิดความเข้าใจระหว่างของจริง กับสัญลักษณ์ไม่เพียงพอ เพราะผู้เรียนต้องจดจำสัญลักษณ์ที่มีอยู่มาก many เป็นสิ่งที่ลืมเปลือกสมอง ใช้เวลามากและเหลือวิสัยที่จะจำได้ทั้งหมด หากไม่ได้จดจำ ไม่ได้ท่องจำ ไม่ได้ใช้ความรู้นั้นก็จะ ลืมความรู้ที่เรียน การสอนเพียงให้นักเรียนจำเข้าใจ ไม่เพียงพอ ต้องสอนให้ผู้เรียนเกิดความคิด รวบยอดในสิ่งที่เรียนแทนการจำด้วยตนเอง

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษามีโครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วยพื้นฐานต่างๆ 5 พื้นฐาน ได้แก่ พื้นฐานทางพีชคณิต พื้นฐานทางจำนวน พื้นฐานทางการวัด พื้นฐานทางเรขาคณิต และพื้นฐานทางสถิติ แต่ละพื้นฐานมีโครงสร้างของความรู้ เช่น ความรู้เบื้องต้นที่สำคัญของพื้นฐานทางพีชคณิต คือ สมบัติในการ слับที่ สมบัติการจัดกลุ่ม

และสมบัติการกระจาย การเข้าใจโครงสร้างของความรู้แต่ละอย่างจะช่วยให้ผู้เรียนคิดคำนวณได้รวดเร็ว แม่นยำ มีความจำเป็นระยะเวลานาน รู้จักประยุกต์ความรู้ได้ดีกว่าการท่องจำ และทำแบบฝึกหัดเมื่อจบแต่ละบทเรียน

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นบอกความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน ครูควรเริ่มสอนด้วยโจทย์ปัญหา เพื่อฝึกให้นักเรียนได้คิดตามลำดับเหตุผล รู้เหตุและผลของการกระทำ และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้จริง

5. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใช้สัญลักษณ์แทนทั้งหมด เช่น สัญลักษณ์แทนจำนวน สัญลักษณ์แทนการกระทำ สัญลักษณ์แทนเครื่องหมายวรรคตอน ฯลฯ ซึ่งเป็นสิ่งที่เข้าใจยาก การสอนควรให้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ละตัวให้ทีละสัญลักษณ์ จนแน่ใจว่าผู้เรียนสามารถสัมพันธ์ระหว่างของจริง ปัญหา กับสัญลักษณ์นั้นได้แล้ว จึงให้สัญลักษณ์ใหม่อีก

6. คณิตศาสตร์เป็นวิชาทักษะ ควรฝึกให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดคำนวณอย่างเที่ยงตรง แม่นยำ และรวดเร็ว ต้องอาศัยการฝึกฝนบ่อยๆ แต่การฝึกควรให้ทำภายนอกจากที่ผู้เรียนเข้าใจหลักการและกระบวนการการคิดคำนวณต่างๆ ดีแล้ว

จุลพงษ์ พันอินากุล (2542 : 4) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีลักษณะธรรมชาติ คือ

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง และโครงสร้างของคณิตศาสตร์นั้นมีความแน่นอนจากธรรมชาติ มนุษย์ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการสังเกตความเป็นไปของธรรมชาติ เริ่มจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง เช่น เริ่มจากจุดไปสู่เส้นตรง และระนาบ เป็นต้น

2. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง เพื่อใช้สื่อความหมาย ที่ถูกกำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ เช่น ตัวเลข ตัวอักษร เป็นต้น

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Concept) ความคิดต่างๆ ได้มาจากการสรุปความคิดที่เหมือนๆ กัน อันเกิดจากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น “ของสองหมู่ถ้าสามารถแต่ละตัวจับคู่แบบหนึ่งต่อหนึ่งได้หมดพอดี แสดงว่าของสองหมู่นั้นมีจำนวนเท่ากัน”

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผล ทุกขั้นตอนของเนื้อหาจะเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันอย่างแยกไม่ออกร

5. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง นอกจากระบบคิดคำนวณแล้ว ต้องสร้างจิตนาการ ช่างสังเกต มีความละเอียดรอบคอบ รู้จักเลือกนิยามข้อตกลงเบื้องต้นที่ดี และได้สัดส่วน ใช้ความคิดวิเคราะห์สร้างสรรค์เหมือนกับศิลปกรรมอื่นๆ

พวงทอง พร้อม ໄท (2547 : 1-2) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม และใช้สัญลักษณ์ บ่งบอกหรือแทนนามธรรมนั้น สัญลักษณ์เป็นเพียงสื่อเพื่อให้รูปนามธรรมที่เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่อยู่ในความคิดอย่างเป็นระบบ การสอนคณิตศาสตร์จึงต้องสอนจากรูปธรรมไปทางนามธรรมที่มองไม่เห็นจนทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดจากรูปธรรมต่างๆ เพื่อไปสู่นามธรรม

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างเนื้อหาแต่ละบทเรียนมีความเป็นเหตุเป็นผลและมีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง ครุภัณฑ์สอนการสอนจากนั้นโดยไม่มีความคิดรวบยอด (Concept) ที่เป็นรูปธรรมก่อนที่จะซักนำไปสู่นามธรรม การสอนโดยใช้สื่อของจริง สัมผัสได้ การได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนได้สรุปเป็นความคิดรวบยอดด้วยตัวเองจะทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจในสิ่งที่เรียนและมีความรู้ที่คงทนได้นาน

#### ความหมายของคณิตศาสตร์

ความหมายของคณิตศาสตร์ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 165) “ได้ให้ความหมายของคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์ หมายถึง “วิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ” แต่โดยทั่วๆ ไปแล้ว คณิตศาสตร์อาจหมายถึง การคิดคำนวณ ตัวเลข การวัด การใช้สัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายของสิ่งต่างๆ และประสิทธิ์ พลศรีพิมพ์ (2542 : 10 -13) ให้ความหมายว่า ตามรากศัพท์แล้วคณิตศาสตร์ มาจากภาษาอังกฤษว่า Mathematics ซึ่งมาจากภาษากรีกโบราณว่า Matheniens หมายความว่า to learn first แปลว่า เรียนก่อน นั่นคือ วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องเรียนก่อนวิชาอื่นๆ หากไม่เรียนคณิตศาสตร์ก่อนวิชาอื่นก็จะเรียนได้ยากนั่นเอง ถ้าพิจารณาจากรากศัพท์ภาษาไทย คณิตศาสตร์ มาจากคำว่า คณิ แปลว่า กิต กับ คำว่า ศาสตร์ แปลว่าวิชา รวมแล้วคณิตศาสตร์แปลว่า วิชาที่ว่าด้วยการคิด คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์หรือขั้นการจัดการกระทำให้ข้อมูลที่บอกความรู้สึกเชิงปริมาณชัดเจนด้วยการใช้จำนวนและหรือตัวเลข อาจถือว่าคณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่งที่ใช้สื่อความหมายแสดงข้อมูลที่เป็นความรู้สึกต้องการที่มีต่อกัน โดยนำเสนอข้อมูลจากการใช้สัญลักษณ์ และเครื่องหมายอย่างเป็นระบบ

นอกจากนี้จากความหมายที่กล่าวมาแล้ว ยุพิน พิพิธกุล (อ้างถึงใน ละออง จันทร์เจริญ, 2540 : 2-3) กล่าวถึงความหมายของวิชาคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์ไม่ได้มีความเพียงตัวเลข สัญลักษณ์เท่านั้น แต่มีความหมายกว้างมาก ดังนี้

- คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิด ให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหา มีเหตุผล มีไวยพิริบ ไฟร์ ตลอดจนพยายามคิดค้นสิ่งที่แปลกใหม่ คณิตศาสตร์ใช้พิสูจน์อย่างมีเหตุผลถึงสิ่งที่คิดนั้นเป็นจริง หรือไม่



2. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง คณิตศาสตร์มีภาษาเฉพาะตัว เป็นภาษาที่กำหนดขึ้น ด้วยสัญลักษณ์ และสื่อความหมายได้ถูกต้อง มีตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์แทนความคิด ที่ผู้เรียนคณิตศาสตร์สามารถเข้าใจความหมายได้ตรงกัน

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้างที่มีเหตุผล โดยเริ่มต้นด้วยเรื่องจ่ายๆ และอธิบาย ข้อคิดต่างๆ ที่สำคัญ จากคำนิยาม เช่น จุด เส้นตรง ระนาบ เรื่องที่เป็นพื้นฐานเหล่านี้จะนำไปสู่ เรื่องอื่นๆ ต่อไป

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีแบบแผน การคิดในคณิตศาสตร์เป็นการคิดในแบบแผน และมีรูปแบบ ทุกขั้นตอนจะต้องตอบ และจำแนกออกมายให้เห็นชัดเจนได้

5. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับศิลปะอื่นๆ ความงามทางคณิตศาสตร์คือ ความมีระเบียบและความกลมกลืน สามารถแสดงออกมายได้จากความคิดสร้างสรรค์ของนักคณิตศาสตร์ ที่แสดงถึงความคิดใหม่ๆ และแสดงโครงสร้างใหม่ๆ จากทางคณิตศาสตร์ออกแบบ

ดังนั้นความหมายของคณิตศาสตร์ จึงหมายถึงความรู้ ทักษะ กระบวนการ ที่ว่าด้วยการคิด การคำนวณ ตัวเลข สัญลักษณ์ ถือเป็นภาษาหนึ่งที่มีการคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลเพื่อพิสูจน์ความ จริงในสิ่งที่คิด มีการกำหนดสัญลักษณ์แทนการสื่อความหมาย มีระเบียบแบบแผน มีความเป็นศิลปะ ที่สามารถแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์

#### ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ เพราะเกี่ยวข้อง กับการดำรงชีวิตของมนุษย์อยู่ตลอดเวลา เช่นเรื่องของการใช้จ่ายเงิน การเดินทาง เวลา การคิด แก้ปัญหา ละของ จันทร์เจริญ (2540 : 3-5) "ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในชีวิตประจำวันของ มนุษย์ทุกคน ต้องเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เสมอ ครุภาระปลูกฝังทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

2. วิชาคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์สามารถคิดและตัดสินใจเรื่องราวต่างๆ โดยใช้เหตุผล คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างสรรค์จิตใจให้มนุษย์ ที่เกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการและเหตุผล มีสุนทรียภาพ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกให้เป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ รอบคอบ มีความละเอียดถี่ถ้วน แม่นยำและรวดเร็ว พร้อมทั่วทิศการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3. วิชาคณิตศาสตร์ช่วยฝึกให้มนุษย์คิดและพิจารณาเรื่องราวต่างๆ ด้วยความเป็นธรรม คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีระบบ แบบแผนและรูปแบบอยู่ในตัว การคิดทุกขั้นตอนจะหาคำตอบและ จำแนกออกมายให้เห็นชัดเจน ได้ เป็นวิชาที่มีความเป็นธรรมมีข้อมูลอย่างไร ผลสรุปที่เป็นอย่างนั้น คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกวิธีการใช้ความคิดโดยพิจารณาเรื่องต่างๆ ด้วยความเป็นธรรม ปราศจากอคติ

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความสำคัญตรงที่ได้ฝึกแก่ปัญหาและการแก้ปัญหาทุกครั้งจะต้องมีดีข้อมูลที่กำหนดให้ ไม่่อนญาติให้นำความเห็นส่วนตัวหรือความคิดเห็นของผู้อื่นมาเป็นข้ออ้างทำให้มีนิสัยในการพิจารณาปัญหาต่างๆ โดยใช้ข้อเท็จจริงตัดสินปัญหาส่วนตัวหรือหน้าที่การทำงานได้อย่างเหมาะสมและเที่ยงธรรม

4. วิชาคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่ฝึกให้คณิต พูด เสียง หรือทำงานเป็นขั้นตอน การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องมีการเรียงลำดับความคิดเป็นขั้นตอน เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ว่าตนสรุปมาได้อย่างไร ผู้เรียนจะมีความสามารถในการเสนอความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ซึ่งมีประโยชน์มากในการสื่อสารระหว่างกัน

5. วิชาคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่ฝึกให้รู้จักรอบและวิธีการของประชาธิปไตย วิชาคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในโลก พลเมืองที่อยู่ในระบบของการปกครองแบบประชาธิปไตย จะต้องมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างชาญฉลาด และสามารถแยกแยะได้ว่าอะไรสมเหตุสมผล เช่น คิดความต่างๆ ก็คือ โจทย์ปัญหา การตัดสินคิดความก็คือการแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้ตรรกวิทยา เพื่อให้ได้ผลสรุปสอดคล้องกับทฤษฎี (กฎหมายต่างๆ) หรือข้อตกลงพื้นฐาน (รัฐธรรมนูญ) เป็นต้น

6. วิชาคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น ไม่ว่าจะเป็นวิชา วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ มนุษยวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ นิติศาสตร์ แพทยศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ ฯลฯ จึงเห็นได้ว่าทุกๆ วิชาจะต้องใช้วิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน ดังนั้น ในหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์จึงเป็นวิชานั้นที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนเป็นพื้นฐาน และมีความสำคัญพอๆ กับวิชาทางภาษา ที่ทุกคนจะต้องเรียนเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

7. วิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้วิทยากรและเทคโนโลยีต่างๆ เจริญก้าวหน้า เช่น การสร้างหุ่นยนต์เพื่อทำงานแทนคน การสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ ป้องกันภัย ฯลฯ เรื่องต่างๆ ล้วนเป็นผลมาจากการคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น

8. วิชาคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่นีบทบทต่อสังคม ไม่ว่าจะเป็นวงการธุรกิจอุตสาหกรรม เช่น หากโรงงานต้องการสำรวจความต้องการสินค้าของท้องตลาด จะต้องคำนวณดูว่าควรตั้งโรงงานประเภทใดอยู่ในแหล่งใดจึงจะดี เมื่อผลิตสินค้าแล้ว ต้องคิดต่อว่าควรจะขายด้วยราคาน้ำเงินจะคุ้มราคากันทุน จึงเห็นได้ว่าไม่ว่าอาชีพใดก็ตามต้องอาศัยคณิตศาสตร์เสมอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2542 : 4) กล่าวถึง ความสำคัญของคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับมนุษย์ตลอดเวลา อาทิเช่น เรื่องของเวลา การใช้จ่าย การเดินทาง ฯลฯ ความรู้ทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ชีวิตของมนุษย์ดำเนินไปด้วยดีและมีประสิทธิภาพกิจกรรมต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเป็นคนซ่าสัมภាន มีความคิดรวบยอด เป็นคนมีเหตุมีผล ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น เป็นการปลูกฝังคุณธรรมให้เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับประสิทธิ์ พลศรีพิมพ์

(2542 : 130) ที่ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์ช่วยให้เกิดคุณค่าทางอ้อมในตัวผู้เรียนอีกมากดังนี้ 1) ความเป็นผู้มีเหตุผล 2) มีนิสัยละเอียดและสุขุมรอบคอบ 3) มีไหวพริบและปฏิภาณ 4) มีระเบียบวินัย 5) มีความสามารถในการสื่อสาร และ 6) ความเป็นผู้มีประสิทธิภาพในการทำงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญยิ่งมาก เพราะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการคำนวณของมนุษย์ทุกคน ทุกอาชีพ การคิด การตัดสินใจ การสื่อสาร การอยู่ร่วมกันในสังคม ล้วนต้องอาศัยคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ทั้งสิ้น ครูผู้สอนจึงควรสอนให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบริบทการใช้ชีวิตของผู้เรียนให้เห็นเป็นรูปธรรม

#### การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนประกอบไปด้วยครูและนักเรียนที่มีกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งจะเกิดการเรียนรู้ขึ้นในเรื่องของการเรียนการสอนนั้นจะต้องดำเนินถึง จุดประสงค์ เนื้อหา เทคนิคและวิธีการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล

บุลพงษ์ พันอินากุล (2542 : 5) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาว่า ครูควรจัดประสบการณ์เรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน คือ ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม กึ่งรูปธรรม และนามธรรม ให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอนความคิดรวบยอดที่บูรเนอร์ได้เสนอไว้ ซึ่งมี 3 ขั้น คือ

1. ขั้นการใช้ของจริงอธิบายหรือแสดงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
2. ขั้นการใช้รูปภาพอธิบายหรือแสดงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
3. ขั้นการใช้สัญลักษณ์อธิบายหรือแสดงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

ประสิทธิ์ พลศรีพิมพ์ (2542 : 139-155) ได้เสนอวิธีสอนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้ 1) วิธีสอนแบบบอกให้รู้ (Expository Approach) หรือการสอนแบบบรรยาย (Lecture) มีลักษณะคือผู้สอนเป็นผู้ป้อนความรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยการบอก อธิบายให้ผู้เรียนทราบทั้งหมด ผู้เรียนเป็นผู้ฟังและจดบันทึก 2) วิธีสอนแบบค้นพบ (Discovery Approach) ผู้เรียนสามารถเกิดผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของ การสอน โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้แนะนำแนวทางให้นักเรียนเกิดการค้นพบ วิธีการสอนแบบค้นพบด้วยตนเองทำได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีการสอนเชิงปฏิบัติการ (Laboratory Method) วิธีสอนแบบถามตอบ (Question–Answer Method) วิธีสอนแบบสาธิต (Demonstration Method) วิธีสอนแบบแก้ปัญหา (Problem Solving Method) ซึ่งแต่ละวิธีการสอนมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป โดยวิธีสอนเหล่านี้ได้ประยุกต์มาจากทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญา ทฤษฎีการเรียนรู้ และทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ต่างๆ

นกคด กมลวิชาศสสียร (2550 : 60-84) ได้เสนอเทคนิคและวิธีสอนคณิตศาสตร์ออกแบบเป็น 7 ข้อ ดังนี้

1. เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ครูควรชี้ให้เห็นว่าเนื้อหาที่เรียนอยู่นี้นำไปใช้ทำอะไรในชีวิตจริง ได้บ้าง โดยการสร้างสถานการณ์จำลองเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้ประโยชน์ของเรื่องที่เรียนว่ามีประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนเองอย่างไร ผู้เรียนจึงจะใส่ใจกับเนื้อหาที่เรียน ดีกว่าการบอกให้นักเรียนรู้เพียงอย่างเดียวซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้เรียนมองไม่เห็นและจับต้องไม่ได้
2. ใช้สิ่งของที่จับต้องได้ ในการสอนคณิตศาสตร์ผู้สอนควรใช้สิ่งที่จับต้องหรือสัมผัสได้ เพราะจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดคณิตศาสตร์เข้ากับสิ่งที่ผู้เรียนจับต้องหรือมองเห็นได้
3. ใช้รูปภาพและแผนภาพ สมองของมนุษย์จะจำจำถึงต่างๆ ได้ดีเมื่อได้เห็นภาพพร้อมๆ ไปกับการอ่านหรือการฟัง การวาดภาพ แผนภาพช่วยให้เข้าใจและแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดีขึ้น การใช้รูปที่มีขนาดใหญ่และสีลันสวยงาม จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ได้มาก
4. แนะนำวิธีคิดมากกว่าการทำตาม คำตอบของโจทย์แต่ละข้อมีความสำคัญน้อยกว่าวิธีการได้มาซึ่งคำตอบหรือวิธีคิดของผู้เรียน ครูผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนคิดก่อนแก้ปัญหา โดยการวาระป์หรือแผนภาพ การตรวจสอบหลังการแก้ปัญหาสำเร็จ และการถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดในการแก้ปัญหา
5. ให้ฝึกสร้างโจทย์ปัญหา นักเรียนที่เขียนโจทย์พร้อมทั้งประโยคสัญลักษณ์ออกมากได้อย่างถูกต้อง ทำให้ผู้สอนทราบว่านักเรียนเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ในระดับที่ดีมากดังนั้นผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนสร้างโจทย์โดยกำหนดค่าสำคัญที่หลากหลายและเปลี่ยนใหม่สนับสนุนให้นักเรียนแต่งโจทย์ที่แปลกหรือสนุกสนาน เพื่อให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้คณิตศาสตร์และฝึกความคิดสร้างสรรค์
6. ให้ฝึกทักษะอย่างสม่ำเสมอ การใช้เวลาในการคิดและทำโจทย์วิชาหนึ่งๆ จะมีผลต่อความเชี่ยวชาญในวิชานั้นๆ ดังนั้nnักเรียนควรได้รับการฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดความชำนาญ โดยฝึกจากโจทย์ที่ง่ายไปหาโจทย์ที่ยากขึ้น ไปตามลำดับ โดยทำให้พอเพียงไม่นากเกินไป เพราะจะทำให้นักเรียนเบื่อการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์
7. ใช้ปัญหาชวนคิด เกม และกิจกรรม ครูควรสอนผู้เรียนโดยใช้ปัญหาที่ชวนให้คิดโดยการใช้เกมและกิจกรรมต่างๆ ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น ฝึกคิดเลขกับทะเบียนรถ สีเหลี่ยม แบล็งโฉน รวมความคิดด้วยเกมเศรษฐี ทำให้ผู้เรียนได้รับการฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ไปด้วยความรู้สึกสนุกไม่น่าเบื่อ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554 : 3-9) ได้ก่อตัวถึงศิลปะในการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การตามคำตามที่น่าตื่นเต้น สนใจ จะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้จิตนาการในการตอบคำถาม ภายใต้การแนะนำของครู

2. สอนเพื่อให้นักเรียนค้นพบ การสอนเพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง เป็นการกระตุ้นและคงไว้ซึ่งความสนใจวิชาคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ครูต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน มีความพอใจ มีความสนุกสนานเพลิดเพลินกับการเรียน โดยครูเป็นผู้เสนอสถานการณ์และให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน

3. ทำคณิตศาสตร์ให้มีชีวิตชีวา ผู้สอนควรนำเรื่องราวที่น่าสนใจของนักคณิตศาสตร์ ในอดีตมาเล่าสู่กันฟัง ซึ่งมีหลายเรื่องที่มีคุณค่าควรแก่การศึกษา หรือแนะนำในชั้นเรียน เช่น เรื่องของนักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ คาร์ล แกรี่ gauss (Carl Friedrich Gauss) มีเรื่องเด่นๆ เมื่อเขาอายุได้สิบหก ในโรงเรียนที่เขาเรียนอยู่ ครูต้องการให้ห้องอยู่ในความสงบ ครูจึงสั่งให้นักเรียนหาผลบวกของจำนวนจาก 1 ถึง 100 เก็บันทึกที่หันไป Gauss หันกระดาษชนวนขึ้นมา และเขียนคำตอบลงไป เมื่อทุกคนทำเสร็จแล้ว ครูต้องแปลกใจอย่างยิ่งที่พบว่า Gauss เป็นเพียงคนเดียวที่หาคำตอบได้ถูกต้อง คือ 5050 แต่ไม่ได้แสดงวิธีคำนวณ Gauss หาผลบวกในใจของ  $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + \dots + 97 + 98 + 99 + 100$  โดยสังเกตว่า  $1 + 100 = 101$ ,  $2 + 99 = 101$ ,  $3 + 98 = 101$  และ  $\dots$  น้ำหนึ่งบวกกันได้ 101 มีทั้งหมด 50 คู่ ดังนั้นผลบวกของ 1 ถึง 100 เท่ากับ  $50 \times 101 = 5050$  หรือเรื่องราวประวัติศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เช่น ชาวอียิปต์โบราณมีวิธีการหาผลคูณแปลกประหลาด และน่าสนใจ เป็นต้น

4. เริ่มหรือจบจากการสอนด้วยปัญหาที่น่าสนใจ เพื่อเป็นการสร้างความตื่นตัวต่อการเรียน และประทับใจกับการเรียนการสอน ครูต้องรู้จักรวมเรื่องราวที่น่าสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ อาจนำมาใช้ในตอนต้นชั่วโมงเรียนเพื่อดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนต้องการเข้าชั้นเรียนคณิตศาสตร์ หรือนำมาใช้ตอนท้ายชั่วโมงเพื่อให้ผู้เรียนเสียเวลาที่เวลาหมดลง และเดินออกจากห้องเรียนด้วยการพูดคุยถึงสิ่งที่น่าตื่นเต้นที่ได้รับในชั้นเรียน

5. การใช้สื่อการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการสอนคณิตศาสตร์ ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ ชนิดต่างๆ ของจริง แบบจำลอง สิ่งประดิษฐ์ รูปภาพ แผนภูมิ หรือเครื่องมือแบบต่างๆ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งกิจกรรมหรือเกมต่างๆ ที่สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน ที่ช่วยส่งเสริมการคิด และแก้ปัญหา ช่วยสร้างโน้มติทางคณิตศาสตร์ กระตุ้นความสนใจ เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พร้อมกันนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554 : 20-21) ได้เสนอการจัดการเรียนการสอนไว้ในรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ด้วยการจัดกิจกรรม

โดยใช้ของจริงไปหารูปภาพ และนำรูปภาพไปสู่สัญลักษณ์ในขั้นสุดท้าย

จากเทคนิคและการจัดการเรียนการสอนที่นำเสนอมาทั้งหมดนี้สรุปได้ว่า ครูผู้สอนควรใช้เทคนิคการสอน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการสอน รวมทั้งสื่อและอุปกรณ์ที่หลากหลาย โดยเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา ผู้เรียน จุดประสงค์ในการสอน เพระคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สิ่งที่เน้นคือการสอนจากสิ่งของที่จับต้องได้รูปภาพ แผนภาพ จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม การฝึกทักษะ ฝึกปฏิบัติ ฝึกการคิด การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน จึงจะทำให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จ

#### การวัดผลและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์

การวัดผลและประเมินผล เป็นส่วนสำคัญและจำเป็นส่วนหนึ่งและต้องทำควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน โดยผู้สอนต้องกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ เพื่อทำการวัดผลประเมินผลผู้เรียนให้บรรจุตามจุดประสงค์การเรียนรู้เหล่านี้

สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ม.ป.ป. : 12-15) ได้กล่าวถึงหลักของการวัดผลประเมินผลไว้ดังนี้

1. การวัดผลประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการเรียนการสอน ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งเร้าส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยอาจใช้คำถามที่กระตุ้นให้เกิดการคิด เพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนสามารถนำทำตอบของผู้เรียนมาเป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนได้

2. การวัดผลและประเมินผลต้องสอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ และสอดคล้องกับตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ผู้สอนต้องกำหนดวิธีการวัดผลประเมินผล เพื่อใช้ตรวจสอบผู้เรียนว่าได้บรรลุผลการเรียนรู้ตามที่มาตรฐานกำหนดไว้หรือไม่ และต้องแจ้งผลการเรียนตามตัวชี้วัดในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบโดยทางตรงหรือทางอ้อม เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการปรับปรุงตนเอง

3. การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามสาระการเรียนรู้ที่จัดไว้ในหลักสูตร เน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงานหรือทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้ง 3 ด้าน งานหรือกิจกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะดังนี้

3.1 สาระในงานหรือกิจกรรมต้องใช้การเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่องเข้าด้วยกัน หรือการบูรณาการ

3.2 มีทางเลือกในการแก้ปัญหาหรือการดำเนินงานได้หลากหลายวิธี

3.3 เจื่อน ใบหรือสถานการณ์ของปัญหาเป็นแบบปลายเปิด สำหรับให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง

3.4 งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น การพูด การเขียน การวาดรูป

3.5 งานหรือกิจกรรม ควรมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อใช้ผู้เรียนได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักรู้ในคุณค่าของคณิตศาสตร์

4. การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมอย่างหลากหลาย เช่น การมองหมายการบ้าน การเขียนแบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ (math note) การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การจัดทำแฟ้มสะสมงาน การทำโครงงาน รวมถึงให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง จากนั้นนำผลที่ได้ไปตรวจสอบกับตัวชี้วัดตามที่กำหนดไว้ เพื่อผู้สอนจะได้ข้อมูลของผู้เรียนอย่างครบถ้วน สามารถทำได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

4.1 การประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถและคุณภาพเด่นหรือจุดด้อยของผู้เรียน จากการสังเกต การสอบถามปากเปล่า หรือการใช้แบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย คำแนะนำหรืองานที่มีขอบหมายต้องมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาสาระ ครอบคลุมทักษะกระบวนการ หรือความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้วย

4.2 การประเมินเพื่อให้ได้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นการตรวจสอบผู้เรียนถึงการบรรลุผล การเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ โดยเน้นการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง ได้แก่ การทดสอบ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน การแก้ปัญหา การทำโครงงาน การอภิปรายในชั้นเรียน หรือการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

4.3 การประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้ความสามารถ การประยุกต์ใช้ของผู้เรียนในรายวิชา การประเมินครบทั้งกระบวนการเรียนรู้ และการทดสอบที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

5. การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์ นำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ปรับปรุงการสอนของครูผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงต้องมีการวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอและนำผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน แบ่งการประเมินเป็น 3 ระยะ คือ

5.1 การวัดผลประเมินผลก่อนเรียน เป็นการประเมินผลที่กำหนดไว้ ก่อนเริ่มต้นการสอน แต่ละหน่วยหรือแต่ละบทตามจุดมุ่งหมายการสอน

5.2 การวัดผลประเมินผลกระทบทางเรียน หรือเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน เป็นการวัดผลประเมินผลกระทบความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละหน่วยหรือแต่ละบท

5.3 การวัดผลประเมินผลหลังเรียน เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้สรุปผลการเรียนรู้ หรือเป็นการวัดผลประเมินผลแบบสรุปรวมข้อมูลจากงานหน่วยการเรียน/ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา

ประยูร อาษานาม (2537 : 238-240) ได้กล่าวถึง การประเมินผล ไว้ว่า การประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอน ควรจัดทำอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องกัน และไม่ควรประเมินผลเฉพาะผลลัพธ์ของการเรียนของผู้เรียนเพียงอย่างเดียวบ่อม ไม่เพียงพอ ควรประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมและพัฒนาการทางการเรียนของผู้เรียน และการสัมภาษณ์ จะช่วยให้การประเมินผลเป็นที่เชื่อมั่นมากขึ้น ผู้สอนจัดทำสมุดหรือแฟ้มประจำตัวนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อจดบันทึกผลการเรียน และพัฒนาการเรียนของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งเป็นผลการประเมินที่บันทึกอย่างสม่ำเสมอและละเอียดถูกต้อง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2553 : 81) ได้กล่าวว่า การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นกระบวนการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ ตีความ บันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ การดำเนินการดังกล่าวเกิดขึ้นตลอดระยะเวลาของการจัดการเรียนการสอน ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด นำผลที่ได้มาตีค่าเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ผลของข้อมูลที่ได้จะนำกลับไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขทางด้านการเรียนของผู้เรียน เป็นการตัดสินผลการเรียนรู้ที่มีอยู่ในเรื่อง หรือหน่วยการเรียนรู้หรือในรายวิชา และด้านการสอนของครุผู้สอน การวางแผน ออกแบบการจัดการเรียนรู้

จะเห็นได้ว่าการวัดผลและประเมินผลเป็นสิ่งที่ครุผู้สอนต้องกระทำการควบคู่ไปกับการเรียนการสอน โดยมีการวัดผลประเมินผลก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ในแต่ละหน่วยหรือบทเรียน เพื่อเป็นการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ครบถ้วนด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย แจ้งผลการวัดผลประเมินผลให้ผู้เรียนได้รับทราบเพื่อให้ผู้เรียนนำมาปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง ครุผู้สอนก็สามารถนำผลการวัดผลประเมินผลไปใช้ในการปรับปรุงการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ตลอดจนการเรียนการสอนต่อไป

## ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544 : 207) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คือ ความรู้ความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเขียนโดย และมีความคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ กรรมวิชาการ (2545 : 7) รวมถึงมีความรู้ความสามารถหรือวิธีดำเนินการที่หลากหลาย ทั้งทางสติปัญญา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หรือกระบวนการทางสังคมที่นำมาใช้ ส่วนศักดิ์ศรีพ่วงศ์ (2547 : 24) ได้กล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการปฏิบัติที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อให้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบและขั้นตอนในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ตรวจสอบได้ โดยที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมได้อย่างเหมาะสม และสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552 : 59) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้ ความสามารถของผู้เรียนในกระบวนการปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างเหมาะสมในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะ 5 ด้าน คือ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4) การเขียนโดยความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเขียนโดยคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และด้านที่ 5) มีความคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนต้องสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น มีรายละเอียดดังนี้

### ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

กรรมวิชาการ (2545 : 60) กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องใช้ความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎ หรือสูตร สอดคล้องกับปฐมพร บุญลี (2545 : 10) ที่กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์ ปริมาณ และเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ วิธีการ บุทธาวิธี ที่ผู้แก้ปัญหาต้องอาศัยความรู้ ความจำ การคิดวิเคราะห์ ทักษะ และประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ ของผู้ที่แก้ปัญหา เพื่อหารือที่หลากหลายที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาให้สำเร็จ ได้ สอดคล้องกับพรณี ตริตรอง (2546 : 22) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถ

ที่สำคัญต่อการดำเนินชีวิตของบุคคล เป็นกระบวนการทางสมอง ซึ่งเป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคล ไม่ได้รับอิทธิพลจากภายนอก แต่เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทักษะและความเชื่อใจที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลไปประยุกต์ใช้สู่สถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิม เป็นพฤติกรรมหรือแบบแผนที่มีวิธีการที่ซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้ความเชื่อใจ การคิดแบบวิเคราะห์ ประสบการณ์ วิธีการ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ และเกิดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์ (2547 : 6) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาของนักเรียนตามกระบวนการแก้ปัญหา

สรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นความสามารถในการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ใช้วิธีการที่หลากหลาย ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ความรู้ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา โดยทำความเข้าใจปัญหา การวางแผน ดำเนินการตามแผน ตรวจสอบคำตอบที่ได้

การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาเป็นเรื่องที่ยาก พอกล่าวมาแล้วว่า ผู้สอน ผู้เรียนส่วนใหญ่จะพัฒนาได้ดีในทักษะการคิดคำนวณ แต่เมื่อพบโจทย์ปัญหา ผู้เรียนมักมีปัญหาในเรื่องของทักษะการอ่านทำความเข้าใจโจทย์ การวิเคราะห์โจทย์ รวมถึงการหารูปแบบแนวคิดในการแก้ปัญหานั้น ผู้สอนต้องให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหาอาจเป็นกรณีที่นำเสนอ ท้าทายให้อบากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนหรือผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยเริ่มด้วยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ใช้ จากนั้นให้สถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมาหลายๆ ปัญหาให้แตกต่างกัน หากผู้เรียนมีความสามารถสูง ผู้สอนควรเพิ่มปัญหาที่ยากขึ้นซ้อน และใช้ความรู้เพิ่มเติม มาจากภายนอกหลักสูตรที่กำหนดไว้

ในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 10-12) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ผู้เรียนต้องมีทักษะที่สำคัญและจำเป็นหลายประการ เช่น ทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา การแปลความหมายทางภาษา เพื่อผู้เรียนจะสามารถวิเคราะห์ได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรให้และโจทย์ต้องการให้หาคำตอบของสิ่งใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ผู้เรียนต้องมีทักษะนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี ที่ผ่านการเรียนรู้มาแล้วมาใช้ และทักษะการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เช่น ใช้การเขียนรูป หรือแผนภาพ ใช้ตารางวิเคราะห์ ใช้การสังเกตหาแบบรูปและความสัมพันธ์ ในบางปัญหา จำเป็นต้องใช้ทักษะการประมาณค่าหรือคาดเดาคำตอบมาประกอบการวางแผน ขั้นตอนนี้เป็น

ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ ผู้สอนควรหาเทคนิควิธีการสอนในการฝึกให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ในขั้นตอน การวางแผนนี้ให้มาก

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องมีทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ ผู้เรียนต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณ การประมาณคำตอบ การพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยอาศัยความรู้สึกเชิงจำนวน หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ

ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนแบบค่อยเป็นค่อยไป เริ่มจากง่ายไปยาก จากสิ่งใกล้ตัวผู้เรียน โดยกำหนดประเด็นปัญหาให้คิดและหาคำตอบเป็นลำดับ ผู้สอนอาจใช้คำถามชี้นำ จนแน่ใจว่า ผู้เรียนเกิดทักษะและแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ จึงฝึกให้ผู้เรียนแก้ปัญหาแต่ละปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลาย

#### ทักษะกระบวนการให้เหตุผล

บัลล็อก (Bullock, 1996 : 49-51) ให้ความหมายว่า ความสามารถด้านเหตุผลเป็นกระบวนการที่บุคคลแสดงความคิดเห็นหรืออภิจัยในการสร้างข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่

บุญชู ชลัมเจียร (2539 : 30) จำแนกความสามารถด้านเหตุผลได้ 2 ทาง กือ 1) ความสามารถในการสรุปเกี่ยวกับเหตุการณ์ วัตถุ หรือกระบวนการของเนื้อหาต่างๆ กัน เช่น เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทางสังคม ทางจักรวาล 2) การให้เหตุผลที่เป็นความสามารถในการอ้างสรุปจากลักษณะเฉพาะของระบบการลงความเห็น เช่น การให้เหตุผลเชิงตรรกะ และการให้เหตุผลเชิงเบริญเทียน

ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 106) ได้เสนอความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลว่า หมายถึง ความสามารถด้านเหตุผล เป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้วสรุปได้ถูกต้อง ลักษณะของความสามารถในการให้เหตุผล จำแนกได้ 3 กลุ่ม กือ 1) การคิดในใจ 2) ทักษะทางเหตุผล 3) ทักษะการสอนตาม ส่วนทักษะการให้เหตุผล ประกอบด้วย 1) การสร้างมโนภาพ 2) การมองเห็น ความสัมพันธ์ 3) สามารถประยุกต์เกณฑ์ในการให้เหตุผล 4) การสรุปอ้างอิง 5) การสร้างแนวตรรกใหม่ 6) เข้าใจซาบซึ้งในการอ่านอ้างอิง 7) การสร้างข้อเหตุผล และ 8) การสร้างประโยชน์มาตรฐาน

นุชรี อ่อนละม้าย (2546 : 23) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผล กือ ความสามารถในการคิด พิจารณาหาความสัมพันธ์ของสถานการณ์หรือสิ่งของต่างๆ อย่างมีวิจารณญาณแล้ววินิจฉัย สรุปสิ่งนั้นหรือเหตุการณ์นั้นอย่างมีหลักการ

วิสุดา รักษา (2547 : 5) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หากความสัมพันธ์ของแนวคิด และสรุปคำตอบอย่าง สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้นๆ

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการให้เหตุผล เป็นความสามารถในการบอกเหตุผล มีการแสดงความคิดเห็น แนวคิด การอ้างอิง ประกอบการตัดสินใจและสรุปผลของการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้คิดและใช้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ ที่ผู้สอนสามารถสอดแทรกได้ในทุกเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ซึ่งมีองค์ประกอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุมีผลและรู้จักใช้เหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 13-14) ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและใช้เหตุผลในการหาคำตอบ
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงความคิดเห็นในการใช้และใช้เหตุผลของตนเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์ หรือไม่ หากพบกับพร่องอย่างไร

การเริ่มต้นการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการให้เหตุผล ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาให้น่าสนใจ ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ โดยกระตุนชี้แนะอย่างกว้างๆ เช่น ใช้คำถามว่า ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด พร้อมให้ข้อคิดเพิ่มเติม เช่น ถ้า ..... แล้ว ผู้เรียนคิดว่า ..... จะเป็นอย่างไร หากผู้เรียนให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินคำตอบว่าไม่ถูกต้อง แต่อาจพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่า คำตอบที่ผู้ตอบมาไม่บางส่วนถูกต้อง ผู้เรียนคนไหนจะให้คำอธิบายเพิ่มเติมจากเพื่อนอีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น การเรียนการสอนจึงต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย สถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ความเป็นแบบปลายเปิด (Open-ended Problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

#### ทักษะกระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ

บารูดี (Baroody, 1993 : 2) กล่าวถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่ใช้แนวคิด การแสดงแนวคิดที่หลากหลายได้อย่างชัดเจน เที่ยงตรง และรัดกุม

เคนเนดี้ และทิปป์ (Kennedy and Tipps, 1994 : 181) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะเป็นการให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และยังเป็นการนำเสนอแนวคิดเพื่อแตกเปลี่ยนเรียนรู้

สมชาย วรกิจเกณฑ์สกุล (2540 : 75) กล่าวว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นวิธีการ ให้นักเรียน ได้แสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน การแสดงด้วยภาพ คำศัพท์ สัญลักษณ์ในการนำเสนอแนวคิดพร้อมอธิบายความสัมพันธ์และจำลองเหตุการณ์

สมาคมครุคณิตศาสตร์ของอเมริกา (The National Council of Teacher of Mathematics, 2000 : 13-18) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง การให้เหตุผลต่อบุคคล หรือการกำหนดคำถามเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นปริศนา การหยั่งรู้ความคิดของตนของสะท้อน ในสิ่งที่ตนเองรู้แล้วสื่อสารความคิดของตนของผู้อื่นอย่างเป็นระเบียบ และให้ความหมายของ การนำเสนอทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดและ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยการนำเสนอซึ่งจะทำให้นักเรียนได้สื่อความหมาย ให้เหตุผล เข้าใจตนเองและผู้อื่น นักเรียน ได้จัดระบบความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดต่างๆ ของ คณิตศาสตร์ และประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ส่งเสริมให้นักเรียน ได้แสดงออกถึง ความคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่ได้เรียนรู้มา ด้วยการนำเสนอผ่านสื่อที่มีรูปแบบง่ายๆ หรือสื่อเทคโนโลยีเพื่อให้นักเรียนมีความสะดวกสบายในการนำเสนอทางคณิตศาสตร์

เรย์ส์ และคนอื่นๆ (Reys and others, 2001 : 83) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพ ใช้สำหรับรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารสองทางจะช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบาย รวบรวม และขยายแนวคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น ควรส่งเสริมให้นักเรียนมีการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่าง หลากหลาย เนื่อง การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การเขียนกราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้ สัญลักษณ์ประกอบการพูดและการเขียน

กรมวิชาการ (2544 : 132) กล่าวถึง การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ การนำเสนอ ไว้ว่า เป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการสื่อสาร และนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546 : 5) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาพูดและเขียน การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทาง คณิตศาสตร์ หรือสื่อต่างๆ เช่น ตาราง กราฟ รูปภาพ แบบจำลอง เพื่อนำเสนอแนวคิด อธิบายแนวคิด แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่น ได้เข้าใจอย่าง ถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นความสามารถในการถ่ายทอด อธิบายเรื่องราวต่างๆ ที่เป็นภาษาพูด หรือการเขียน เพื่อแสดง แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้เข้าใจอย่างชัดเจน สามารถใช้สื่อต่างๆ เช่น ตาราง รูปภาพ กราฟ แบบจำลอง ประกอบการนำเสนอค่วยิชีการที่เหมาะสม

การพัฒนาทักษะกระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ เป็นทักษะกระบวนการขั้นสูง ที่ผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนให้รู้จักคิดวิเคราะห์ วางแผน ประเมินเนื้อหาอย่างมีเหตุผล เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์กับเรื่องอื่นๆ สามารถสื่อความหมายของปัญหาที่พบด้วยคณิตศาสตร์

การสอนเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ มีหลักสำคัญ คือต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม เพื่อนำไปสู่เรื่องที่เป็นนามธรรม เนื้อหาที่ใช้ในการฝึกทักษะกระบวนการนี้ ทำได้ในทุกรูปแบบที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องฝึกทักษะ การสังเกต การนำเสนอ รูปภาพต่างๆ เพื่อสื่อความหมาย และนำความรู้ไปอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสอนด้วยวิธีการทางพีชคณิต เป็นการสอนที่ทำให้เกิดทักษะ ด้านนี้เป็นอย่างมาก นักเรียนจะได้รับการฝึกให้รู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหา สามารถเขียนเป็นรูปแบบของจำนวนในรูปตาราง กราฟ ข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น เริ่มจากกำหนดโจทย์หรือปัญหาให้ผู้เรียนวิเคราะห์ กำหนดตัวแปร เก็บรวบรวมความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปสัญลักษณ์ สมการและอสมการ ตามเงื่อนไขของโจทย์ที่กำหนด และดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีทางพีชคณิต ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนให้เกิดทักษะและกระบวนการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีเหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 14-16) มีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะตอบได้

2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง ครุผู้สอนเป็นผู้ช่วยแนะนำแนวทางในการให้เหตุผลของผู้เรียนให้ถูกต้อง

การฝึกทักษะด้านนี้ต้องทำอย่างต่อเนื่อง ทำการสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการสอน คณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไม่ถึงเป็นชั่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร จะใช้ภาพตาราง หรือกราฟช่วยในการสื่อสารความหมาย เขียนรูปแบบของปัญหาได้อย่างไร และใช้วิธีการใดหากำตอบ การสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอ มีกระบวนการเรียนรู้ ดังนี้

**ขั้นที่ 1 การใช้คำ丹ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหา โดย丹ลั่งที่ต้องการหาและลั่งที่โจทย์บอก**

**ขั้นที่ 2 การใช้คำ丹เพื่อทบทวนความรู้พื้นฐานที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ทฤษฎีที่อ้างอิงหรือสมบัติต่างๆ**

**ขั้นที่ 3 การใช้คำ丹เพื่อให้ผู้เรียนเขียนรูปแบบ แผนภาพ กราฟ หรือตารางในการสื่อความหมายที่โยงไปสู่การแก้ปัญหา**

**ขั้นที่ 4 การหาคำตอบของปัญหา บางปัญหาต้องใช้การคิดคำนวณ บางปัญหาต้องใช้กระบวนการให้เหตุผลประกอบ ซึ่งผู้เรียนอาจจะต้องฝึกวิธีนำเสนอโดยการพูดหรือเขียน เพื่อแสดงความเข้าใจในกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**

**ทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ**

สถาบันคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991 : 1) กล่าวถึง ความหมายของการเชื่อมโยงว่า เป็นการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันไว้ในองค์ประกอบเดียวกัน แบ่งได้เป็น 1) การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันที่มีความสัมพันธ์กันโดยให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชาร่วมทั้งพิชิตคณิต เรขาคณิต และตรี กอนมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียน มีความหมาย 2) การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ดังแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวเรื่อง ที่เกี่ยวข้องมาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ สังคม กีฬา หรือ ศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

เคนเน็ดี้ และทิปป์ (Kennedy and Tipps, 1994 : 194-200) กล่าวว่า การเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องทำการเชื่อมโยงระหว่าง สิ่งที่เป็นรูปธรรม รูปภาพ แผนผัง สัญลักษณ์ และภาษา มีรูปแบบการแสดงความคิดรวบยอดและเข้าใจเนื้อหาต่างๆ ให้ร่วงกันเป็นหลักการทำงานคณิตศาสตร์ นักเรียนจำเป็นต้องเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกความจริง การเชื่อมโยงนี้จะเกิดขึ้นกับนักเรียนตลอดเวลาที่เกี่ยวข้องกัน ในระหว่างการสอน โดยครูไม่ต้องนองนกกว่ามีการเชื่อมโยงสิ่งใดในเรื่องที่สอน หรือบอกว่าการเชื่อมโยงมีประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ การเชื่อมโยง จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ที่จะจัดการกับเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมและแปลความหมายของการกระทำ ในรูปแบบรูปภาพ แผนผัง ตารางข้อมูล กราฟ และสัญลักษณ์ด้วยตัวเอง

กรมวิชาการ (2545 : 63) กล่าวว่า การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เช่น การคิดออกเบี้ย ก้าศัยความรู้ในเรื่อง เลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม ในงานศึกษาและการออกแบบแบบบางประเภทใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

เทิดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์ (2547 : 6) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยง หมายถึง การแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น โดยเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

ปาจรีย์ ไทรงาน (2549 : 18) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่นๆ โดยนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้ เนื้อหาใหม่ หรือนำมาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น ทำให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยง ของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ประกอบด้วยพฤติกรรม ดังนี้ 1) ความสามารถในการอ้างอิง ประยุกต์ใช้ความรู้เนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ ที่เชื่อมโยง ความรู้ที่เรียนมาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาที่กำหนด 2) ความสามารถในการนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในวิชาอื่น ความสามารถในการตีความโจทย์ ปัญหา ทราบว่าโจทย์ต้องการอะไร สามารถเลือกใช้ความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ในการแก้โจทย์ปัญหา 3) ความสามารถในการนำความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันได้

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่นๆ เป็นความสามารถในการผสมผสาน ความรู้ ความเข้าใจ แนวคิด และทักษะต่างๆ จากสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว นำไปสร้างความสัมพันธ์ ความเกี่ยวข้องหรือนำไปประยุกต์ใช้หรือ แก้ปัญหากับสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีเนื้อหาสาระหลายเรื่องและหลายหัวข้อ การที่จะให้ ผู้เรียนเกิดความรู้และเป็นพื้นฐานในการนำไปศึกษาต่ออันนั้น จำเป็นต้องมีการเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องการวัด นำไปใช้ในการหาความยาวรอบรูป และพื้นที่ ตลอดจนการเขียนแผนผัง เป็นต้น นอกจากจะเชื่อมโยงเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยกันแล้ว ยังต้องมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น งานศึกษาและการออกแบบแบบบางประเภทต้องใช้ความรู้ เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต บางครั้งมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ชีวิชพนาเจา โดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานก่อสร้าง งานออกแบบ

สร้างหินห่อบรรจุภัณฑ์ต่างๆ นอกจนานี้ยังมีการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อ การขาย การซื้อ การตรวจสอบ การคำนวณ ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนทางการเงินในการออมและการใช้จ่าย

การส่งเสริมการพัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ มีองค์ประกอบหลัก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 17-18) ดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจนในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเรื่องเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้ ทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง
4. มีทักษะในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือคณิตศาสตร์สถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาให้มีการสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระ และกระบวนการคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้ กระบวนการคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนอาจกำหนดขึ้น ทำให้ผู้เรียนเห็นการเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริงและทำให้เกิดทักษะการเชื่อมโยงนี้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนนำไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้นแล้วนำเสนอผลงานต่อผู้สอน และให้ผู้เรียนมีการอภิปรายและหาข้อสรุปรวมกัน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด บอกแนวคิดและแสดงเหตุผล ผู้สอนจึงไม่ควรคุณภาพคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น คำตอบที่ได้อ่านมากกว่า 1 คำตอบ ขึ้นอยู่กับการให้เหตุผลของคำตอบที่สมเหตุสมผลเป็นสำคัญ

### ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

กิลฟอร์ด (Guilford, 1959 : 380) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองที่สามารถคิดได้หลายทิศทางหรือคิดแบบอนุนัษฐ์ ประกอบด้วย คิดคอกล่อง คิดบีดหยุ่น และความคิดที่เป็นของตนเอง คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีลักษณะเป็นคนกล้าคิด ไม่กลัวถูกการวิพากษ์วิจารณ์ และมีอิสระในการคิด

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1962 : 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผลหรือสิ่งแผลกใหม่ อาจจะเกิดจากการรวมความรู้ต่างๆ ที่ได้รับประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ๆ

เกรอร์ฮาร์ด (Gerhard, 1971 : 157) ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แผลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึง และมองเห็นผลผลิตในรูปแบบใหม่

เจนเซ่น (Jansen, 1973 : 2168-A) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเขียนคำตอบที่เป็นตัวเลข กราฟ หรือแผนภูมิ ที่แตกต่างกันคำตอบที่ได้มีลักษณะของการประยุกต์

รอย (Roy, 1982 : 143-147) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่ซับซ้อนแต่สามารถสังเกตได้ โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้ 1) ความสามารถในการสรุปเป็นหลักการ โดยทั่วไป 2) ความสามารถในการตีความคำตอบ 3) ความสามารถในการค้นพบเนื้อหาที่สำคัญ

อารี พันธุ์มณี (2540 : 6) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดได้หลากหลายแนวทาง รวมทั้งการประดิษฐ์ คิดค้นสิ่งแผลกใหม่ ด้วยการดัดแปลงปรับปรุงจากความคิดเดิม ผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎี หลักการ ความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นไม่ใช่เป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ หรือสิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลอย่างเดียว หากเกิดจากความคิดจินตนาการที่ก่อให้เกิดความแผลกใหม่ที่จะสร้างจินตนาการให้เป็นไปได้ หรือเรียกว่า จินตนาการประยุกต์ ซึ่งจะทำให้เกิดผลงานที่มาจากการคิดสร้างสรรค์

กรมวิชาการ (2545 : 7-8) กล่าวว่า ความหมายของความคิดสร้างสรรค์มีหลายลักษณะ ดังนี้ 1) ความคิดแบบเน肯นาย (Divergent Thinking) เป็นการตอบคำถามที่หลากหลาย คิดได้หลากหลายทิศทาง เช่น ตา หมายถึงอะไร อาจตอบได้มากนanya หมายถึง พ่อของแม่ สามีของยาย ส่วนของต้นไม้ ตรงที่แตกกิ่ง 2) ความคิดโดยความสัมพันธ์ (Association Thinking) เช่น เมื่อกล่าวถึง นก อาจนึกถึง ไก่ เพราะเป็นสัตว์ปีกด้วยกัน 3) คิดแบบจินตนาการ (Imagination Thinking) เช่น เมื่อเห็นกบินอยู่ เกิดจินตนาการว่า ทำอย่างไรคนจึงจะบินได้เหมือนกัน และ 4) การคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) เช่น การคิดอาหารประเภทกล้วย คนทั่วไปอาจนึกถึงการคิดอาหารในรูปกล้วยตาก กล้วยaban ซึ่งถือว่าคิดในกรอบ แต่ถ้าหากกล้วยมาตากแห้งแล้วจะเป็นผง ทำเป็นเม็ดกล้วยที่สามารถนำไปทำขนมอื่นๆ ต่อไปได้ เป็นการสร้างแนวคิดใหม่หรือความคิดตามกรอบใหม่หรือการคิดนอกกรอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 19) กล่าวถึง ทักษะกระบวนการ ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีความหมายว่า เป็นการแสดงออกถึงการใช้ความรู้หรือโน้ตศัพท์เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และสร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้

วิไล เพงศรี (2548 : 19) กล่าวว่า ความคิดหรือเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดที่ดำเนินไปอย่างอิสระ มีจินตนาการ ต่อเติมและเสริมแต่งจากความรู้ และประสบการณ์เดิม ทำให้เกิดผลผลิตที่มีความเปลี่ยนแปลงใหม่ต่างไปจากผลผลิตเดิม มีคุณค่าต่อผู้ผลิตและสังคม

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางความคิดที่มีลักษณะแบบอนุกูล หรือคิดแบบหดหายทิศทาง ผสมผสานความคิดจินตนาการ ที่มีความเปลี่ยนแปลงใหม่ต่างไปจากเดิม อันจะนำไปสู่การค้นพบการแก้ปัญหา การสร้างสรรค์ผลงานที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเอง และสังคม

การจัดการเรียนการสอน โดยทั่วไป ไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พยายามคิด ไม่มีความคิดที่เป็นความคิดของตนเอง หรือคิดตามในสิ่งที่ผู้อื่นคิดกันมาแล้ว ไม่พยายามถือกรอบความคิด หรือไม่พยายามหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เปลี่ยนใหม่ ในที่สุดจึงทำให้คนจำนวนมากมีพฤติกรรมในการคิดในสิ่งเดิมๆ ไม่สามารถแสดงความคิดในการสร้างสรรค์ได้ การสอนและฝึกฝนให้ผู้เรียน มีความคิดอย่างสร้างสรรค์เป็นสิ่งหนึ่งที่ยกระดับคุณภาพในชีวิตของผู้เรียน มีความมั่นใจในตนเองมากยิ่งขึ้น

บรรยายภาคที่ช่วยส่งเสริมความคิดหรือเริ่มสร้างสรรค์ ได้แก่ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างเป็นอิสระ ภายใต้การให้คำแนะนำคำปรึกษาของผู้สอน เริ่มจากการนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจ ท้าทาย เหมาะสมกับวัยผู้เรียน เป็นปัญหาที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่นิร្ឣยานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหา ให้ผู้เรียนได้อภิปรายร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอแนวคิดหลากหลาย แนวคิด ในการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์และหลากหลาย

ปัญหาที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และศักยภาพของผู้เรียน คือ ปัญหาปลายเปิด เป็นปัญหาที่มีหลายคำตอบ มีแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบได้หลายอย่าง หลากหลายแนวคิด เมื่อผู้เรียนคนหนึ่งได้คำตอบแล้ว ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคนอื่นหาคำตอบหรือเสนอแนวคิด อื่นๆ อีก ฝึกให้ผู้เรียนตระหนักรถึงความสำคัญของแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบ ด้วยการส่งเสริม และยอมรับแนวคิดหรือวิธีการหลากหลายอย่างในการแก้ปัญหาโดยปัญหานั้นมีคุณค่ามากกว่าให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลายปัญหา โดยใช้แนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาเพียงแนวคิดหรือวิธีการเดียว นอกจากนี้การให้ผู้เรียนมีโอกาสสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้นด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้เรียนที่ได้จากการแก้ปัญหาที่คล้ายกัน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาอย่างแท้จริง และเป็นการช่วยส่งเสริมความคิดหรือเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียน

นอกจากการฝึกความคิดสร้างสรรค์กับโจทย์ปัญหาแล้ว ครูผู้สอนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ได้อีกจากการเรียนรู้ในกิจกรรมอื่นๆ เช่น กิจกรรมเกี่ยวกับการต่อรูป การออกแบบ การประดิษฐ์

ข้อเสนอแนะในการสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 18-21) มีดังนี้

1. เพิ่มจุดมุ่งหมายของการสอนพฤติกรรมสร้างสรรค์ในการสอนทุกครั้งและจัดทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น
2. ใช้กลวิธีกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์แบบต่างๆ ใน การฝึกผู้เรียน
3. ในการทำงานหรือการตามคำถ้ามาระเบ็ปงานหรือเป็นคำถ้าที่ไม่จำกัดความคิดว่า มีเพียงหนึ่งคำตอบเท่านั้นที่ถูกต้อง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอธิบายถึงงานหรือคำตอบของตนเอง
4. ในการประเมินความก้าวหน้าของการแสดงความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน การให้คะแนนอย่างน้อยในสี่จุด คือความคล่อง ความบีบขยาย ความเป็นเด่นดำรง และการแสดงรายละเอียด
5. อาจเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมกันตั้งเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ที่ผลิตมาจากความคิดสร้างสรรค์ นำมาประกอบการประเมินร่วมกับเกณฑ์ประเมินของผู้สอน แทนที่จะใช้เกณฑ์การประเมินของครูผู้สอนเพียงอย่างเดียว

จากการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า 1) ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา สามารถส่งเสริมโดยเลือกปัญหาที่นำมาใช้สอนต้องเป็นปัญหาที่เหมาะสมสำหรับวัยของผู้เรียน จากง่ายไปยาก ผู้เรียนสามารถคิดได้ บรรยายกาศในชั้นเรียน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิด เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้สอน 2) ทักษะกระบวนการให้เหตุผล สามารถส่งเสริมโดยให้โจทย์ปัญหาที่น่าสนใจ ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นใช้เหตุผลของตนเอง และครูผู้สอนสรุปและชี้แจงความถูกต้องของเหตุผลของผู้เรียน 3) ทักษะกระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ สามารถส่งเสริมโดยการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม ฝึกผู้เรียนให้มีทักษะในการสังเกต คิดวิเคราะห์ปัญหา การนำเสนอความคิดในรูปแบบต่างๆ เพื่อสื่อความหมาย 4) ทักษะกระบวนการการเชื่อมโยง สามารถส่งเสริมโดยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด มีความรู้พื้นฐานเพื่อเชื่อมโยงกับสถานการณ์ หรืองานอื่นๆ ได้ ทั้งภายในคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ โดยการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และ 5) ความคิดสร้างสรรค์ สามารถส่งเสริมโดยครูสร้างบรรยากาศชั้นเรียนในเชิงบวก จัดกิจกรรมที่น่าสนใจ ท้าทายที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ใช้คำถ้ากระตุ้นความคิด สนับสนุนให้ผู้เรียนได้สร้างและประดิษฐ์ในสิ่งที่แปลงใหม่เป็นกุญแจและรายบุคคล

## การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL : Brain-based Learning)

สมองเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญที่สุดในร่างกายของมนุษย์ เพราะการที่มนุษย์สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้นั้นต้องอาศัยสมองและระบบประสาทเป็นพื้นฐานของการรับรู้ รับความรู้สึกจากประสาทสัมผัสโดยผ่านส่วนประกลบต่างๆ ของร่างกาย เช่น ตา หู จมูก ผิวหนัง เป็นต้น หากผู้สอนมีการจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงการเรียนรู้ตามหลักการทำงานของสมองข้อมูลดังนี้

### โครงสร้างของสมอง

สมองเป็นส่วนสำคัญ การเรียนรู้ของมนุษย์ยอมเกี่ยวข้องกับสมอง การรับรู้โครงสร้างและส่วนประกลบของสมองสามารถนำไปสู่ความเข้าใจเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ พฤติกรรม จิตใจ และความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ ดังที่ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2555 : 1-2) ได้กล่าวถึงโครงสร้างของสมองไว้ว่า สมองจะอยู่ในกระโหลกศีรษะของมนุษย์ มีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลมคาว่า มีแกนตรงกลางยื่นยาวออกจากครึ่งวงกลมด้านล่างลงไปถึงท้ายทอย เรียกว่า ก้านสมอง (brain stem) ส่วนที่ยื่นต่อจากท้ายทอย ทอดตัวเป็นลำยาวภายใต้ช่องคลอดแนวกระดูกสันหลัง เรียกว่า ไขสันหลัง (spinal cord)

สมองส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนรู้คือสมองใหญ่ (cerebrum) นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งพื้นที่ภายในสมองใหญ่ มีระบบการทำงานเป็น 4 ส่วน คือ 1) สมองส่วนหน้า (frontal lobe) ทำงานเกี่ยวกับการประมวลผลข้อมูลเพื่อนำมาตัดสินใจในการแก้ปัญหา วางแผน และสร้างสรรค์ 2) สมองส่วนข้าง (parietal lobe) ทำงานเกี่ยวกับการรับรู้ความรู้สึก สัมผัส และรับรู้ตำแหน่งของร่างกายส่วนต่างๆ ทำการรับรู้ในส่วนนี้ประสานกับการรับรู้ภาพและเสียง 3) สมองส่วนหลัง (occipital lobe) ทำงานเกี่ยวกับการรับรู้ภาพ บันทึกภาพเก็บไว้ 4) สมองส่วนข้าง (temporal lobe) ทำงานเกี่ยวกับการรับรู้เสียง ความจำ การตีความ และภาษา

ลักษณะภายในโครงสร้างของสมอง มีส่วนของกลุ่มเซลล์สมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความสนใจ สมานฉันและความจำ เรียกว่า สมองส่วนอารมณ์ หรือระบบลิมบิก (limbic system) ประกอบด้วย 1) ทาลามัส (thalamus) ทำหน้าที่เป็นประตูทางเข้าของข้อมูลจากภายนอก คัดกรองเดือกข้อมูลที่สนใจส่งไปยังสมองใหญ่ ผิวสมองและส่วนต่างๆ ของสมอง 2) อะมิกดาลา (amygdala) เป็นกลุ่มเซลล์ที่รับความรู้สึกจากข้อมูลที่เข้ามาว่านาสันใจน่าตื่นเต้น มีความหมายหรือไม่ เป็นข้อมูลที่จะก่อให้เกิดอันตรายหรือน่าเบื่อหน่าย เป็นส่วนที่มีนัยสำคัญว่าสมองจะทำอะไรต่อไป หรือไม่ (สู้ หรือ หนี) 3) ไฮโปทาลามัส (hypothalamus) เป็นเสมือนศูนย์ควบคุมปฏิบัติการรับข้อมูล ทำหน้าที่ควบคุมความสมดุลของระบบในร่างกายให้มีความเหมาะสม เช่น การเต้นของหัวใจ

ความดันเลือด อุณหภูมิ ฯลฯ 4) hippocampus) ส่วนนี้มีหน้าที่ทำให้จำได้ หรือบันทึก ความจำเกี่ยวกับการเรียนรู้ แกนกลางที่ยื่นต่อจากส่วนชั้นใต้ผิวสมองลงมา คือ ก้านสมอง (brain stem) เป็นส่วนที่เชื่อมต่อสมองกับไขสันหลัง ภายในก้านสมองประกอบด้วยไขประสาททั้งหมดที่ติดต่อระหว่างสมองส่วนต่างๆ ไปยังไขสันหลัง บนก้านสมอง บริเวณท้ายทอย มีโครงสร้างของสมองอีกส่วนหนึ่ง คือ สมองน้อย (cerebellum) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมประสานการทำงานของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ รักษาสมดุลของท่าทาง ควบคุมการเคลื่อนไหว จำแบบแผนการประสานงานของกล้ามเนื้อเล็กกล้ามเนื้อใหญ่ในทักษะการเคลื่อนไหวต่างๆ ที่เกิดจากการเรียนรู้

จะเห็นว่าโครงสร้างสมองของมนุษย์นั้น จะมีส่วนประกอบใหญ่ๆ อยู่ 2 ส่วน คือ 1) สมองใหญ่ ทำหน้าที่ รับรู้ความรู้สึก สัมผัส การรับรู้ภาพและเสียง บันทึกภาพและเสียงเก็บไว ความจำ การตัดความ และภาษา 2) สมองน้อย ทำหน้าที่ การควบคุมประสานการทำงานของกล้ามเนื้อ ส่วนต่างๆ รักษาสมดุลของท่าทาง และควบคุมการเคลื่อนไหว ซึ่งการทำงานของสมองทั้งสองส่วนนี้ จะมีการทำงานที่สอดคล้องประสานสัมพันธ์กันอยู่ตลอดเวลา

### สมองกับการเรียนรู้

มนุษย์มีความสามารถในการปรับตัวด้วยการเรียนรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ โดยศูนย์รวมแห่งความสามารถทั้งหมดอยู่ที่สมอง และสมองมีความพร้อมที่จะเรียนรู้ได้ตลอดเวลา เพราะสมองมีศักยภาพในการที่จะจัดระบบข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ ดังกล่าวเข้าเป็นเพิ่มข้อมูลความจำ และพร้อมที่จะนำข้อมูลความจำนั้นออกมายังในการคิดและการเรียนรู้ ดังที่ สุนทร โโคตรบรรเทา (2548 : 1-2) ได้กล่าวไว้ว่า มีข้อค้นพบเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยเน้นสมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning : BBL) โดยนักจิตวิทยาการศึกษาสองสามีภรรยา คือเรอเนต นูเมเมลา เคน (Renate Nummela Caine) และ เจอฟฟี่ เ肯 (Geoffrey Caine) ดังนี้

1. สมองเป็นตัวประมวลข้อมูลแบบถูกใจนาน สมองมุ่งยึดหัวใจอย่างไร ให้ในเวลาเดียวกัน หรือพร้อมกัน ความคิด อารมณ์ จินตนาการ และความรู้สึกต่างๆ เกิดขึ้น ได้ในเวลาเดียวกัน หรือขณะนั้นกันไป

2. การเรียนรู้ใช้ทุกส่วนของร่างกาย สมองเป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของร่างกาย หากการเรียนรู้ เป็นธรรมชาติ เช่นเดียวกับการหายใจ การเรียนรู้ย่อมทำให้ช้าลงหรือเร็วขึ้น เช่นเดียวกับการหายใจ ช้าหรือเร็ว และมีหลายสิ่งหลายอย่างที่มีผลผลกระทบต่อการทำงานของร่างกาย เช่น การกินอาหาร หรือโภชนาการ การเจริญเติบโตของเด็กประสาท การออกกำลังกาย การพักผ่อน การจัดการกับความเครียดล้วนมีผลผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้ทั้งสิ้น

3. การค้นหาความหมายมีส่วนเกี่ยวข้องและเกิดขึ้นอย่างมีแบบแผน การค้นหาความหมายของสิ่งต่างๆ เป็นพื้นฐานการทำงานของสมองมนุษย์ การเรียนรู้ตามปกติจำเป็นต้องมีความตื่นเต้น และมีความหมาย และต้องมีหลายตัวเลือก สมองมนุษย์เป็นทั้งนักศิลปะและนักวิทยาศาสตร์ ที่พยาบยາมค้นหาและทำความเข้าใจกับแบบแผน (Patterns) ต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งมนุษย์มีอิทธิพลในการชี้นำให้เกิดขึ้นได้

4. อารมณ์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ การเรียนรู้ได้รับอิทธิพลมาจากอารมณ์และมีอารมณ์เป็นตัวจัดการ ผลกระทบทางอารมณ์ของบทเรียนหรือประสบการณ์ชีวิตจะมีผลต่อความรู้สึกหรือเจตคติการเรียนรู้อย่างมหาศาล โดยหลักการพื้นฐานแล้วสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ต้องมีลักษณะของการเคารพและการยอมรับซึ่งกันและกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

5. สมองประมวลข้อมูลทั้งเป็นส่วนย่อยและโดยรวมไปพร้อมกัน ตามหลักความเชื่อเกี่ยวกับสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาแล้ว จะเห็นว่ามีข้อแตกต่างอย่างนัยสำคัญระหว่างสมองซีกซ้าย (Left Hemisphere) กับสมองซีกขวา (Right Hemisphere) สมองซีกซ้ายทำหน้าที่เกี่ยวกับตรรกะ (Logic) การคิดในแนวเส้นตรง (Linearity) การวิเคราะห์และเนื้อเพลง ส่วนสมองซีกขวาทำหน้าที่เกี่ยวกับศิลปะ การจินตนาการ มิติสัมพันธ์ (Dimension) และทำงานของเพลง เป็นต้น แต่อย่างไรก็ต้องสมองทั้งสองซีกทำหน้าที่เสริมซึ่งกันและกัน ไม่ว่าจะเป็นด้านภาษา ดนตรี ศิลปะ หรือคณิตศาสตร์

6. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับความตั้งใจจริงกับการมองโดยรอบ และการประมวลข้อมูลโดยรู้ตัวและไม่รู้ตัว สมองมนุษย์รับเอาข้อมูลและสัญญาณต่างๆ ที่อยู่นอกเหนือความตั้งใจจริง เกophysหน้า ซึ่งอยู่ข้างนอกร่มสายตาออกไป ข้อมูลที่อยู่โดยรอบ (Peripheral Information) เช่น เสียงระฆัง รอยยิ้มของครู การเคลื่อนไหวร่างกาย คำขวัญหรือข้อความที่ติดอยู่ข้างฝ่าห้องเรียน ดังนั้น ดนตรี และศิลปะ อาจนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีพลังได้

7. ความจำมีส่วนประกอบ คือ ความจำแบบมีระยะทางและความจำแบบท่องจำ ทุกคนมีระบบความจำแบบมีระยะทาง (Spatial Memory) ตามธรรมชาติ ช่วยให้มีความจำทันที (Instant Memory) และการระลึกถึงประสบการณ์ในอดีต (Recall of Experience) ส่วนความจำแบบท่องจำ (Rote Memory) เป็นชุดระบบซึ่งออกแบบเป็นพิเศษ โดยเฉพาะ สำหรับเก็บข้อมูลที่ค่อนข้างจะไม่มีความเกี่ยวข้องกันนัก เช่น ตารางสูตรคูณ เสียงของคำต่างๆ การสะกดคำ ข้อเท็จจริง วันสำคัญทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น สังเกตได้ว่าสมองเข้าใจและจำข้อเท็จจริงได้ดีที่สุด เมื่อข้อเท็จจริงและทักษะต่างๆ ฝังลึกอยู่ในระบบการจำแบบมีระยะทาง (Spatial Memory System)

8. สมองของแต่ละคนมีเอกลักษณ์ แม้ว่าทุกคนมีประสาทสัมผัสและอารมณ์พื้นฐานเหมือนกัน หากการบูรณาการของสิ่งเหล่านี้ในแต่ละคนและแต่ละสมอง ไม่เหมือนกัน ดังนั้น การเรียนรู้จึงควรมีหลายค่านเพื่อให้มีการแสดงออก วิธีการเรียนรู้ (Learning Styles) ที่แตกต่างกัน

อารี สัณหสว (2554 : 19-24) กล่าวถึงการเรียนรู้ของสมองว่า ภายในสมองส่วน neocortex มีเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่ในการรับรู้ เรียนรู้ จำ คิดและสั่งการการกระทำของมนุษย์ ซึ่งประกอบด้วย 1) เซลล์สมอง (cell body) 2) สายใยประสาทรับรู้ (dendrite) และ 3) สายใยประสาทส่งข้อมูล (axon)

ไมอelinชีต (Myelin sheath) เป็นเยื่อไขมันหุ้มสายใยประสาทส่งข้อมูล (axon) ในอิลินนี้ ประกอบด้วยไขมันและโปรตีน ไมอelinที่สมบูรณ์จะช่วยในการส่งข้อมูลหรือการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

ระบบเซลล์ประสาทที่ประกอบไปด้วย cell body, dendrite, axon และ myelin sheath นี้เรียกว่า นิวรอน (neuron) เมื่อเด็กเกิดมาทุกคนจะมีนิวรอนนี้จำนวนหนึ่งແ散ล้ำนเซลล์ และจำนวนนิวรอน นี้มีแต่จะสูญเสียไป ต่อๆ เด่น ไดร์ฟสายใยประสาทรับข้อมูลนั้นจะสามารถเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา ดังแต่กิจกรรม ถ้ามีประสบการณ์หรือกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ที่ดี

สิ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ของเซลล์สมองจะมาจากการส่องทาง คือ 1) ประสบการณ์ภายนอก จากสัมผัสทั้งห้า คือ หู ตา จมูก ลิ้น ผิวกาย และความรู้สึกและการเคลื่อนไหวร่างกาย 2) จากภายใน คือ การคิด จินตนาการ หากมนุษย์ได้รับประสบการณ์ผ่านกลืนลง และเป็นข้อมูลให้เด่น ไดร์ฟ ส่งผ่านแอ็คชันข้ามจุดชนวนแบบไปยังเด่น ไดร์ฟของอีกนิวรอน การที่ข้อมูลข้ามจุดชนวนแบบ (Synapses) ไปเชื่อมกับเด่น ไดร์ฟอื่นทำให้เกิด pathway หรือเส้นทาง ซึ่งถือว่าได้เกิดการเรียนรู้ และถ้าได้ทำซ้ำเส้นทางนี้จะแข็งแรงชัดเจนขึ้น การเรียนรู้ก็จะขึ้น มีทักษะที่คล่องแคล่วขึ้น ถ้าประสบการณ์ไม่ดี ข้อมูลนั้นไม่สามารถข้ามจุดชนวนแบบไปได้ ทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้ เช่น เด็กที่ พึงพาอาศัยหรือเรียนรู้อะไร ไม่เข้าใจ ไม่รู้เรื่อง ก็ เพราะว่าข้อมูลไม่สามารถข้ามจุดชนวนแบบไปได้ และถ้าเป็นเช่นนี้ปอยๆ นิวรอนและชนวนแบบเรื่องนั้นก็จะสูญเสียไป ส่งผลให้เด็กไม่มีความสามารถในเรื่องนั้น

สารที่เป็นตัวส่งข้อมูลเรียกว่า สารต่อประสาท (neurotransmitter) เป็นสารเคมีในสมองมี สองประเภท คือ

- สารกระตุ้นสมอง ได้แก่ เซโรโทนิน (serotonin) เอนдорฟิน (endorphine) อะเซทิลโคเลอีน (acetylcholine) และ โดปามิน (dopamine) สารเคมีเหล่านี้เกิดขึ้นถ้าประสบการณ์ที่ได้รับทำให้เกิด ความรู้สึกที่ดี มีความสุข

- สารกดสมอง ได้แก่ อะดรีนาลิน (adrenaline) และคอร์ติซอล (cortisol) เป็นต้น สารเคมีเหล่านี้จะเกิดขึ้นถ้าประสบการณ์ที่ได้รับทำให้เกิดความรู้สึกไม่พอใจ ภูกัดจีทางกายและทางใจ ทำให้เกิดความเครียด ความทุกข์ ความไม่สบายใจ

สมองเกิดการเรียนรู้เมื่อมีประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมที่ใหม่ ท้าทาย สนุกสนาน และมีความหมายต่อชีวิต การเรียนรู้ของสมองเกิดขึ้นด้วยแต่เกิดจากทาง หากไม่เกิดการเรียนรู้ เช่น ไม่เข้าใจ ทำไม่ได้ เด่น ได้รู้ที่ไม่สามารถสั่งสารสื่อประสาทข้างซินแนปส์ไปยังคนได้ทั้งหมด จึงเกิดอาการสมองทำให้เกิดสภาวะ “stress” นั่นก็คือ ความเครียด หุ่นหลัง ไม่พอใจ

กลุ่มพัฒนาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้กล่าวว่า สมองจะเรียนรู้โดย自然 ไม่จำจากสิ่งต่อไปนี้

1. สิ่งแวดล้อมทางสังคม และอาหารที่สมูรณ์ โดยเฉพาะในระยะวัยเด็ก (ประมาณก่อน 10 ขวบ)

2. มนุษย์เป็นสัตว์สังคมและการเรียนคือ การมีกิจกรรมทางสังคม การเรียนจะดีขึ้น เมื่อเราทำงานกลุ่มด้วยกัน

3. การสัมผัสอ่อนอุ่น โอบอุ่น จากการเลี้ยงดูหรือดูแล

4. มีปฏิกริยาต่อสิ่งแวดล้อม

5. สมองควรถูกใช้และกระตุ้นทุกอย่าง ฝึกใช้คิดสิ่งต่างๆ ที่ท้าทายต่อสมองเด็กเล็กๆ จะเรียนโดยการเล่นและการได้สัมผัสประสบการณ์ต่างๆ (exploration) การเล่นและการได้สัมผัส กับของจริง เป็นสิ่งที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดของการเรียน

6. การเล่นเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ โดยเฉพาะการพัฒนาสมองซึ่งขาดและใบประสาท

7. ให้มีความเครียดน้อยที่สุด คิดและทำสิ่งที่ท้าทายมากที่สุด

ส่วน พรพิไล เลิศวิชา และอัครภูมิ จารุภักรณ์ (2550 : 71-79) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ของ สมองที่มีประสิทธิภาพสูงนั้นควรเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากสิ่งต่อไปนี้ 1) เมื่อสมองรับรู้ภาพและเสียง พร้อมกัน 2) สมองเรียนรู้ได้เมื่อสร้างแผนภาพความคิด (graphic organizers) 3) สมองเรียนรู้ได้เมื่อผ่านการปฏิบัติ 4) สมองเรียนรู้ได้เมื่อเข้าไปอยู่ในเหตุการณ์ที่คล้ายจริง (สถานการณ์จำลอง) และ 5) สมองเรียนรู้ได้เมื่อท่องจำ ทำซ้ำ ฝึกทักษะ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า สมองเกิดการเรียนรู้ได้เมื่อมีความเครียดน้อยที่สุด สมองได้รับ การฝึกคิด ฝึกทำ ในสิ่งที่ท้าทาย เป็นประสบการณ์ที่เปลกใหม่ มีความหมายต่อชีวิตอย่างสมำเสมอ อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ดี มีการสัมผัสที่อ่อน โอบอุ่น มีความรู้สึกในเชิงบวก จากผู้ดูแล และมีความเคลื่อนไหวของร่างกาย มีกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ดังนั้นการจัดการเรียนการสอน จึงต้องคำนึงถึงกระบวนการเรียนรู้ของสมองเป็นสำคัญ

## พัฒนาการทางสมอง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ผู้สอนควรพิจารณาถึงหลักการพัฒนาการทางสมองของผู้เรียนเป็นสำคัญ เพราะผู้เรียนในแต่ละช่วงวัยมีพัฒนาการทางสมอง ตามมาดังนี้ ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงเด็กวัยรุ่น ที่มีความพัฒนาทางสมองที่สูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นควรจัดการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งถือว่าอยู่ในวัยประถมปลาย ผู้เรียนมีช่วงอายุระหว่าง 11-12 ปี ดังที่ ศันสนีย์ พัตรคุปต์ (2542 : 172-177) กล่าวว่า ควรใช้การเล่นและใช้นิทานในการพัฒนาสมองของเด็กในช่วงวัยนี้ การเล่นจะมีการเล่นอย่างมีกฎเกณฑ์มากขึ้น และจะค่อยๆ เปลี่ยนเด็กให้มีความคิดไกด์เกียงผู้ใหญ่ การใช้นิทานควรเป็นนิทานอภินิหาร เรื่องเกี่ยวกับวีรบุรุษหรือประวัติบุคคลสำคัญต่างๆ หรือบุคคลที่มีความเสียสละ มีคุณงามความดี มีความกล้าหาญ มีความอดทนหนั่นเหยียเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อพัฒนาการของเด็ก และเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเสริมสร้างทักษะต่างๆ รวมถึงการร้องเพลง การเรียนการสอนโดยใช้เสียงเพลง เสียงดนตรี การเคลื่อนไหวร่างกาย เป็นอีกรูปแบบหนึ่งในการเล่น ที่มีประโยชน์มากเนื่องจากเป็นการเปิดสมองหรือสร้างสรรค์สมองให้มีโอกาสได้เรียนรู้มากขึ้น โดยแทรกเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันทำให้เด็กมีจินตนาการอย่างอิสระ มีการใช้และเกิดเครือข่ายเชื่อมโยงกับสิ่งต่างๆ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปโดยสมบูรณ์ เด็กอายุ 11 ปี จะเริ่มเรียนรู้ที่จะเลือกทำสิ่งต่างๆ ในเรื่องของกฎระเบียบวินัย เป็นช่วงที่สมองเจริญเติบโตสูงสุดเมื่อเด็กอายุประมาณ 10-12 ปี จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลระหว่างการสร้างบุคคลเชื่อมต่อใหม่และการเตือนสติของบุคคลเชื่อมต่อเหล่านี้ ซึ่งพบว่าหลังวัยนี้ไปแล้วสมองจะเริ่มทำลายหรือกำจัดบุคคลเชื่อมต่อที่ไม่มั่นคง และเก็บบุคคลเชื่อมต่อที่เรียกว่า “เส้นใยประสาท” ที่มั่นคงซึ่งเป็นผลจากประสบการณ์ที่ได้รับเข้าไปเอาไว้

เด็กอายุ 7-11 ปี เป็นช่วงที่สามารถรับรู้ เรียนรู้ในเรื่องของแบบอย่างความคิดโดยที่ไม่มีขอบเขตจำกัด โดยเฉพาะในวัยอายุ 11 ปี เป็นช่วงที่ยอมรับความคิดแบบอย่างต่างๆ ได้ดีที่สุด ไม่ว่า ครูหรือผู้ใหญ่จะแนะนำหรือสอน ซึ่งนี้จะเป็นช่วงที่สมองเรียนรู้ได้มากเพราะครึ่งข่ายเส้นใยประสาทยังใหม่อยู่ แต่หลังอายุ 14 ปี เป็นต้นไป สมองจะมีขอบเขตจำกัด จะเรียนรู้ข้อมูลความคิดหรือแบบอย่างได้น้อยลง

กมลพรรณ ชีวพันธุศรี (ม.ป.ป. : 47) กล่าวถึงพัฒนาการของสมองไว้ว่า ในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กจะมีความคิดเหมือนผู้ใหญ่ คิดซับซ้อนขึ้น มีความคิดแบบวิจารณญาณ ไตรตรอง สามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น สามารถใช้เหตุผลมาอธิบายและแก้ปัญหา ตัดสินใจ และมองความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ได้

อัครภูมิ จากรากการ และพรพิໄລ เลิศวิชา (2550 : 239) ได้อธิบายว่าพัฒนาการทางสติปัญญา ในช่วงอายุ ตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไป เด็กจะใช้เหตุผลและสร้างความเข้าใจอย่างเป็นนามธรรม เริ่มเข้าสู่วัยรุ่น เด็กสามารถที่จะ โต้เถียงและใช้เหตุผลอย่างเป็นนามธรรม เข้าใจกระบวนการและคุณสมบัติซึ่งอยู่ ภายในสรรพสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้จากรูปธรรมภายนอก

พรพิໄລ เลิศวิชา และอัครภูมิ จากรากการ (2550 : 43-48) ได้อธิบายว่า การพัฒนาการของ สมองวัย 10 ปีขึ้นไป เป็นช่วงผ่านวัยประดุจต้นสูรับประทานปลาย สมองของเด็กมีพัฒนาการสมบูรณ์มาก ก่อนร้อยละ 80 จะมีความเร็วของกระแสประสาทในสมองเพิ่มขึ้น 4-5 เท่า กระบวนการทำงาน ในสมองเริ่มมีความใกล้เคียงกับสมองผู้ใหญ่ มีทักษะการเคลื่อนไหวเทียบเท่าผู้ใหญ่ สามารถ เคลื่อนที่ที่ละเอียดซับซ้อนรวดเร็วได้ การเล่นดนตรี การเต้น รำ ฟ้อน ทั้งแบบเดี่ยวและหมู่คณะ สามารถสร้างแรงจูงใจและความหมายให้แก่สมองอย่างยิ่ง อีกทั้งเด็กสามารถคิดสร้างสรรค์ท่วงท่า ขึ้นด้วยตนเอง ในวัยนี้ไม่ควรละเลยการสอนดนตรีและนาฏศิลป์เป็นอย่างยิ่ง เด็กหญิงจะทำงานที่ใช้ ความละเอียด ได้ดีกว่าเด็กชาย เด็กเริ่มเล่นเกม กีฬาอย่างจริงจังได้ เริ่มควบคุมตัวเองได้ สามารถนั่ง และฟังนานๆ ได้มากขึ้น แต่จะเหนื่อยและเมื่อยเมื่อต้องนั่งนานเกินไป ในขณะที่การวิ่ง กระโดด กลับไม่รู้สึกเหนื่อยเมื่อเทียบกับการนั่งฟังนานๆ การเรียนแบบเป็นฝ่ายรับ โดยไม่ได้เคลื่อนไหว ไม่ hemisphere สมองกับเด็กวัยนี้

เด็กวัย 10-12 ปี ขอบลงมือปฏิบัติอยู่บ่อยๆ แสดงว่าเริ่มมีการพัฒนาการคิดแบบนามธรรม ชัดเจนขึ้นเริ่มค้นหาอัตลักษณ์ของตนเอง โดยใช้วิธีวิเคราะห์มากขึ้นในการทำความเข้าใจความหมาย ของคำ เมื่อผ่านการวิเคราะห์คำแล้ว เด็กก็สามารถถ้าไว้ไปสู่การรับໄวายกรณ์ซึ่งเป็นนามธรรม มากกว่าได้ นั่นคือเริ่มใช้ความรู้ขั้นสูงกว่าเดิมในวัยประดุจปลายได้แล้ว เช่น การเริ่มเรียนพิชิต และเรขาคณิต เป็นต้น สมองของเด็กวัยนี้สมองเริ่มทางด้านลักษณะของกระบวนการเรียนรู้กล่าวคือ มีลักษณะนิสัยขึ้นสักขัย สนใจค้นคว้าอย่างตั้งใจจริงจัง การแนะนำทางในการหาความรู้ในวัยนี้เป็น สิ่งสำคัญมาก เด็กเริ่มสนใจทำงานกับคนอื่น สนใจค้นหาความเป็นตนเอง อารมณ์เป็นสิ่งขับเคลื่อน สำคัญของเด็กวัยนี้ ให้เวลา กับสิ่งหนึ่งสิ่งใดเป็นพิเศษ แต่อย่างไรก็ตามเด็กก็ยังไม่พัฒนาความเป็น ปัจเจกขึ้นมา ได้ เท่ากับในวัยรุ่นซึ่งเป็นวัยฉลาดไป

อารี สันทราย (2554 : 31) ได้อธิบายว่า พัฒนาการของสมองและการจัดประสบการณ์ให้ เหมาะสมกับวัย ในวัยอายุ 7-12 ปี นั้น เด็กสามารถคิดอย่างมีเหตุผลได้บ้าง แต่การคิดจะเป็นใน เชิงรูปธรรม จนนั้นในเด็กวันนี้ควรให้มีการกระทำการกับสิ่งของ สนใจที่จะเรียนรู้จากสิ่งของจริง การคิดเชิงนามธรรมยังมีไม่มาก การจัดประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมในวัยนี้ ควรเริ่มใช้ทฤษฎี พหุปัญญาของเยาวร์ด การ์ดเนอร์ มาใช้ โดยการ์ดเนอร์กล่าวว่า ความสามารถหรือปัญญาของมนุษย์ มี 8 ประเภท คือ

1. ความเก่งหรือความสามารถด้านภาษา (การพูด อ่าน เขียน)
  2. ด้านตระกะและคณิตศาสตร์ (ด้านการคิดทางตระกะและตัวเลข)
  3. ด้านมิติสัมพันธ์ (spatial) คือ ความสามารถด้านการวัดเชิง ทิศทางการใช้คอมพิวเตอร์
  4. ด้านร่างกายคือความสามารถทางกีฬา นาฏศิลป์ ปั่น แกะสลัก ประกอบอาหาร
  5. ด้านดนตรี คือ ความสามารถด้านดนตรี จับจังหวะ ทำนองได้ดี
  6. ด้านมนุษยสัมพันธ์ มีความสามารถด้านความเป็นผู้นำ ผู้ไกด์ เกลี่ย ช่างสังเกต ความรู้สึกของผู้อื่น
  7. ด้านเข้าใจตน เป็นความสามารถในการช่างคิด ไตร่ตรอง
  8. ด้านธรรมชาติวิทยา จะสามารถสังเกตเรื่องของพืช สัตว์ ธรรมชาติได้ดี
- ผู้ที่คุ้นเคยเด็ก ควรส่งเสริมให้เด็กได้มีโอกาสมีประสบการณ์ตามทฤษฎีพหุปัญญาทั้ง 8 ด้าน และสังเกตว่าเด็กนั้น ชอบหรือสนใจด้านใด ให้สนับสนุนในด้านนั้น หากเด็กได้ทำในสิ่งที่ชอบ และถนัดจะช่วยให้เด็กได้พัฒนาสมองด้านนั้นและมีความสุขที่สามารถทำได้ แต่ต้องไม่เป็นการคาดกั้นผลักดันจนเกินไป

จากการศึกษาพัฒนาการทางสมอง สรุปได้ว่า พัฒนาการทางสมองของเด็กช่วงอายุ 11-12 ปี มีการพัฒนาการทางสมองที่สมบูรณ์ประมาณร้อยละ 80 มีกระบวนการทำงานของสมองใกล้เคียง กับผู้ใหญ่ สามารถเคลื่อนไหวที่มีความละเอียดซับซ้อนรวดเร็ว ได้มากขึ้น เริ่มมีการคิดวิเคราะห์ สนใจทำงานเป็นหน่วยคุณภาพ คิดแบบนามธรรม ได้ดีขึ้น มีการค้นหาอัตลักษณ์หรือความเป็นตัวตนของตนเอง มีการเรียนรู้ของสมองเริ่มก้าวผ่านระบบของการเรียนรู้ที่ใช้การเทียบเคียง การถอดรูป ความลับพื้นที่ในกระบวนการแบบ (pattern) ของข้อมูล เป้าสู่กระบวนการเรียนรู้แบบวิเคราะห์ (analytic) สมองสร้างความเข้าใจกับข้อมูลใหม่ๆ บนฐานความรู้จากข้อมูลเดิมที่มี มีการสร้างความรู้ใหม่ โดยอาศัยปัจจัยน้อยลง ซึ่งกระบวนการนี้คือกระบวนการคิดนิ่นเอง การจัดการเรียนการสอนควร จัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม มีการเคลื่อนไหวร่างกาย ดนตรี เพลง กิจกรรมมีความท้าทาย แปลกใหม่ ได้ลง มือปฏิบัติ สื่อการเป็นสิ่งที่สัมผัสจับต้องได้ เช่น ของจริง วัตถุ 3 มิติ ประกอบการเรียนในแต่ละเรื่อง การให้ความรัก ความอบอุ่น เป็นกันเอง และให้ความสนับสนุนกับการณ์ในเชิงบวกของเด็ก

#### ความหมายของหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

อัครภูมิ จากรากการ และพรพิไล เลิศวิชา (2550 : 234-236) ได้ให้ความหมายของหลักการเรียนรู้ โดยใช้สมองไว้ว่า หมายถึง การทำความเข้าใจหรือมีมุ่งมองต่อกระบวนการเรียนรู้ โดยอิงความรู้ ความเข้าใจจากการทำงานของสมอง โดยเน้นประเด็นความสามารถและการทำงานที่เกิดขึ้นที่สมอง อันทำให้เกิดการเรียนรู้ คือ การรับรู้ จำเข้าใจ และทักษะการเคลื่อนไหว ตลอดจนถึงจิตวิทยาทุกด้าน

การเรียนรู้ด้วยสื่อทางกายภาพของร่างกาย มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองหรือการเรียนรู้ทั้งสิ้น

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2555 : 4) ได้ให้ความหมายของ หลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning : BBL) ว่า การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการของ สมองแต่ละช่วงวัย เป็นการนำองค์ความรู้ร่องสมองและธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้เป็นฐานใน การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ โดยมีที่มาจากการศาสตร์แห่งการเรียนรู้ 2 สาขาที่ได้นำมาบูรณาการ เข้าด้วยกัน คือ 1) ความรู้ทางประสาทวิทยา (Neurosciences) อธิบายถึงที่มาของความคิดและจิตใจ ของมนุษย์ โดยเฉพาะในด้านที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับทักษะการเรียนรู้ โดยผ่านทฤษฎีว่าด้วยการทำงาน ของสมองให้ญี่ ได้แก่ ความสามารถในการเรียนรู้ ความจำ ความเข้าใจ และความชำนาญ 2) แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theories) อธิบายการเรียนรู้ของสมองของมนุษย์ ว่าคืออะไร เกิดขึ้นอย่างไร และมีพัฒนาการอย่างไร

ดังนั้นในความหมายของหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานจึงหมายถึง การออกแบบ การจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองของบุคคลในแต่ละช่วงวัย มีการจัด สิ่งแวดล้อม การจัดกิจกรรมระหว่างผู้เรียนและผู้สอน การออกแบบการใช้เครื่องมือ สื่อเพื่อการ เรียนรู้ต่างๆ ที่ทำให้เด็กเกิดความสนใจครรภ์ เรียนรู้โดยผ่านประสบการณ์จริง ได้ลงมือปฏิบัติ สร้างความรู้ขึ้นมาได้ใน ตนเอง เกิดความเข้าใจ ขาดไม่นำไปสู่ความสามารถในการใช้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ให้สัมพันธ์ ทุกมิติของชีวิต

#### หลักการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

เจนเซ่น (Jensen, 2000 : 200-201) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) Preparation เป็นการเตรียมสมองสำหรับการเรียนโดยความรู้ผู้สอนอาจจะให้ กำลังใจหรือกระตุ้นผู้เรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วและสอบถามความ ต้องการของผู้เรียนว่าต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับอะไรในหัวข้อนี้อีกบ้าง 2) Acquisition เป็นการเตรียม สมองเพื่อซึมซับข้อมูลใหม่ สมองจะเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้เพิ่มเติมกับข้อมูลใหม่ตามความ เป็นจริงอย่างสร้างสรรค์ 3) Elaboration ผู้เรียนจะเรียนรู้โดยการใช้ข้อมูลและข้อคิดเห็นเพื่อสนับสนุน เชื่อมโยงการเรียนรู้และเพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด 4) Memory Formation สมองจะทำงาน ภายใต้สถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยดึงข้อมูลจากการเรียนรู้รวมทั้งอารมณ์และสภาพทางร่างกายของ ผู้เรียนในเวลานั้นมาใช้แบบไม่รู้ตัวเป็นไปโดยอัตโนมัติ การสร้างความจำเกิดขึ้นทั้งในขณะที่ผู้เรียน พักผ่อนและนอนหลับ 5) Functional Integration ผู้เรียนจะประยุกต์ข้อมูลเดิมมาใช้กับสถานการณ์

เข่นผู้ศึกษาเรียนการซ่อมเครื่องมือ อุปกรณ์ โดยการดูการซ่อมเตาอบที่บ้านพักมาแล้วเราต้องสามารถประยุกต์ทักษะการซ่อมเตาอบไปซ่อมอุปกรณ์ชนิดอื่นได้ด้วย

อารี สักเหนวี (2554 : 66) ได้เสนอหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และการนำไปใช้ของเคนและเคน (Caine and Caine) ไว้ 12 ประการ คือ 1) สมองมีระบบการเรียนรู้ที่ซับซ้อนรวมไปถึงระบบของร่างกาย การเคลื่อนไหว ความคิด อารมณ์สิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกัน 2) สมองจะมีการเรียนรู้ได้หากมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคมและสิ่งแวดล้อม 3) สมองจะแสวงหาความหมายความเข้าใจจากประสบการณ์ในชีวิตตลอดเวลา 4) การแสวงหาความหมายและความเข้าใจในประสบการณ์โดยจัดเป็นหมวดหมู่ แบบแผน 5) อารมณ์เป็นส่วนสำคัญในการเรียนรู้ 6) การเรียนรู้ของสมองจะเรียนรู้พร้อมๆ กันทั้งที่เป็นภาพรวมและที่เป็นส่วนย่อย ดังนั้นจึงต้องให้สมองทั้งสองซีกคือซีกซ้ายและซีกขวาได้ทำงานพร้อมๆ กัน 7) การเรียนรู้ของสมองจะเกิดจากทั้งการตั้งจุดสนใจเรื่องที่จะศึกษา และเกิดจากสิ่งแวดล้อมที่มิได้ตั้งใจศึกษา 8) การเรียนรู้จะมีกระบวนการที่รู้โดยรู้ตัว (มีจิตสำนึก) และการรู้โดยไม่รู้ตัว (จากจิตใต้สำนึก) 9) สมองมีกระบวนการจำส่องลักษณะใหญ่ๆ คือ การจำกระบวนการข้อมูลที่เรียนรู้จากการได้รับร่างกายและการลงโทษ และการจำจากประสบการณ์ตรงของบุคคล ความจำทั้งส่องประเทินนี้จะอยู่ในส่วนต่างๆ ของสมอง 10) การเรียนรู้ของสมองเป็นไปตามพัฒนาการในแต่ละช่วงวัย 11) การเรียนรู้ที่สูงและซับซ้อน จะเรียนได้ดีในบรรยายกาศที่บ่ายเบิกและท้าทายให้เดี่ยว แต่ถ้ามีบรรยายกาศของความเครียดและกดดันมากๆ จะไม่ทำให้เกิดการเรียนรู้ 12) สมองของแต่ละคนจะมีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน การเรียน ความถนัด และความสามารถไม่เหมือนกัน จากหลักการเรียนรู้ของสมอง 12 ข้อ เ肯และเคนได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของสมอง ได้แก่ 1) มีบรรยายกาศของห้องเรียนและโรงเรียนที่สร้างความรู้สึกตื่นตัวและผ่อนคลาย มีความเป็นมิตร สะอาด มีระเบียบเรียบร้อย การให้เกียรติซึ่งกันและกัน มีระเบียบวินัยที่ครูและนักเรียนได้ช่วยกันจัดตั้งขึ้นมา 2) มีกระบวนการเรียนการสอนที่ให้ประสบการณ์หลายอย่าง ทำให้ซึมซับในการเรียนรู้ เช่น นักเรียนเรียนจากการทำงานเป็นกลุ่ม โครงการ ภารกิจ ค้นคว้าด้วยตนเอง การเรียนแบบบูรณาการ 3) มีกระบวนการจัดกระทำโดยตรงกับประสบการณ์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2555 : 4-7) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ดังนี้

1. เน้นการเรียนรู้ด้วยสมองหลายส่วน คือ สมองใหญ่ (ส่วนรับเสียง ส่วนรับภาพ ส่วนรับความรู้สึกสัมผัส และส่วนคิดตัดสินใจ) จัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ใช้สมองทุกส่วนพร้อมๆ กันรวมถึงสมองน้อย ซึ่งเป็นส่วนควบคุมการเคลื่อนไหว เช่น มีการเคลื่อนไหวและเปล่งเสียงขณะเรียนรู้ สร้างความสัมพันธ์ระหว่างเสียงกับภาพ เสียงกับตัวอักษร โดยใช้การสัมผัสเข้าช่วย

2. อารมณ์ (limbic system) เป็นตัวขับเคลื่อนการเรียนรู้ อารมณ์ทางบวกกระตุ้นการเรียนรู้ ดีขึ้น อารมณ์ทางลบจะบั่นเบี้ยงทำให้การเรียนรู้咦้ดลง ครูควรสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนดังนี้

2.1 มีความคื้นตัว ประทับใจ เมื่อสมองตื่นตัวจะบันทึกข้อมูลความรู้สึกที่ผ่านเข้ามาได้ทั้งหมด

2.2 มีปฏิสัมพันธ์เชิงบวก บรรยายการเรียนรู้ที่แสดงถึงความเข้าใจ เห็นใจ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจหรือให้รางวัลแก่ผู้เรียน เป็นความต้องการทางสังคมของสมองเพื่อให้ได้รับความรู้สึกที่ดี อบอุ่นและได้รับการยอมรับ

2.3 ทำให้สมองรู้สึกปลดปล่อย ไม่สร้างบรรยากาศที่น่ากลัว ไม่ทำให้นักเรียนกังวลว่า จะถูกลงโทษ หรือไม่ควรแสดงออกในลักษณะใดๆ ดูถูก เยาะเย้ย เก็บงำ รุนแรง จะทำให้นักเรียนรู้สึกว่าไม่ปลดปล่อยในช่วงโน่นนั้น ทำให้เกิดอารมณ์ทางลบและบั่นเบี้ยงการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.4 ไม่สร้างภาวะกดดัน ครูไม่ควรกดดันผู้เรียนด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนทำให้ได้อย่างที่ครูต้องการ สิ่งที่ครูนำมาต่อรองมักจะเป็นคะแนนหรือผลสอบ ถึงแม้ผู้เรียนจะทำเรียบร้อยแล้ว แต่ความรู้สึกภายในของผู้เรียนนั้นต่อต้าน ไม่อยากทำ ส่งผลให้ความสนใจต่อข้อมูลความรู้ลดลง ครูควรเปลี่ยนสถานการณ์จาก “กดดัน” มาเป็น “ท้าทาย” ให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกและมีความพยายามที่จะทำส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างบั่นเบี้ยน

3. กระตุ้นความสนใจ (อารมณ์) ของสมอง หาวิธีทำอย่างไรให้สมองสนใจ สิ่งที่สามารถกระตุ้นสมองให้สนใจอย่างไรก็ได้ รวมถึงความตื่นเต้น ความตื่นตัว ความสนับสนุน ความตื่นเต้น ความตื่นตัว

3.1 ข้อมูลมีการเคลื่อนไหว การเคลื่อนไหวร่างกาย (movement) เช่น ภาพชนิดภาพพลิก บัตรภาพ บัตรคำ หุ่นเมือง ตารางกราฟ โคด การทดลอง ทัศนศึกษาฯลฯ

3.2 กระตุ้นอารมณ์ให้ตื่นเต้น (arousal) หรืออยู่ในภาวะที่ตื่นตัวสนใจที่จะเรียนรู้

3.3 ข้อมูลที่แปลกใหม่ (novelty) ไม่ซ้ำซากจำเจ

3.4 ข้อมูลที่มีความเข้มข้นจัดจ้าน (intensity) เช่น เสียงดังชัดเจน สีสันดึงดูด ทำทางการแสดงออกน่าสนใจ สมูรณ์ครบถ้วนในทุกมิติ

3.5 ข้อมูลที่มีความหมาย (meaning) สอดคล้องกับชีวิตจริง

4. ต้องมีวิธีป้อนข้อมูลให้เกิดความเข้าใจและความทรงจำ (memory input) สมองจะเกิดความเข้าใจและจดจำการเรียนรู้ได้ดีนั้นภายใต้สมองต้องมีกลูโคสและออกซิเจนที่เพียงพอ วิธีที่จะเพิ่มออกซิเจนและกลูโคสให้สมองมี ดังนี้

4.1 ออกซิเจน ได้แก่ เคลื่อนไหวร่างกาย ออกกำลังกาย หายใจเข้าลึกๆ นอนหลับนั่งสมาธิ

4.2 กลูโคส ได้แก่ อาหารเครื่องคั่ม อารมณ์ที่มั่นคง ร่างกายที่แข็งแรง

ดังนั้น เมื่อสมองต้องเรียนหนังสือหรือทำการบ้านติดต่อกันหลายๆ ชั่วโมง สมองก็จะเหนื่อยและอ่อนล้า อาการที่แสดงออก เช่น สมองคืือ คิดอะไรไม่ออก หรือหัวนอนดิ่ง เป็นต้น อาการเหล่านี้เกิดขึ้นแสดงว่าสมองเริ่มขาดออกซิเจนแล้ว ดังนั้น ครูต้องมีช่วงพักและผ่อนคลายให้กับผู้เรียนตามความเหมาะสม หรือควรริมหาาราวงและเครื่องดื่มเพื่อเป็นการเพิ่มเติมกลุ่โภคให้กับผู้เรียนด้วย

5. การเรียนรู้ต้องใช้เวลา การเรียนรู้ของสมองเพียงแค่ครั้งเดียวแล้วผ่านเลยจะยังไม่สามารถทำให้ไปประสาทเกิดการเรียนรู้ (synapse) ได้ดีและคงทน จำเป็นต้องใช้การฝึกซ้ำ เพื่อสร้างความเร็วของสัญญาณข้อมูลในสมอง (myelination) เมื่อไปประสาทมีข้อมูลเดินอยู่จะทำให้สัญญาณผ่านไปได้เร็วขึ้น นั่นคือการเรียนรู้ จดจำ เข้าใจดีขึ้น

6. เข้าใจการทำงานของสมองสองซีก สมองซีกซ้ายจะทำงานในลักษณะจำแนกรายละเอียด ส่วนซีกขวาจะมองภาพโดยรวม จิตนาการ สร้างสรรค์ ดังนั้นหลักการสอนครูจึงต้องจัดกิจกรรมในลักษณะที่กระตุ้นให้รับความรู้สึกอย่างรวมๆ (ซีกขวา) และฝึกให้ครูรายละเอียด (ซีกซ้าย) เพื่อสร้างสมดุลให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

7. จัดเวลาการสอนในชั่วโมงให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง (prime-time down-time) ความสามารถในการเรียนรู้ของสมองในชั่วโมงหนึ่งๆ ของผู้เรียนจะมีช่วงเวลาที่ทองที่จะสามารถจดจำได้ดีในช่วงระยะเวลาต้นชั่วโมงและท้ายชั่วโมง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนของครูในแต่ละช่วงควรดำเนินการ ดังนี้

7.1 ช่วงต้นชั่วโมง สมองอยู่ในช่วงนาทีทอง (Prime-time) มีความสามารถในการรับรู้ และจดจำดี ไม่ควรเป็นช่วงตรวจการบ้าน ไม่ควรให้ทำความสะอาดห้องเรียน ไม่ควรตรวจเล็บ ผม เสื้อผ้า คุณค่าหรือตำหนิผู้เรียน ไม่ควรดูสมองหรือสอนความรู้ที่ไม่เกี่ยวข้องก่อนที่ยกเกินไป ควรเป็นช่วงให้เนื้อหาใหม่ที่จะเรียนรู้ด้วยการกระตุ้นความสนใจ และสามารถทำได้

7.2 ช่วงกลางชั่วโมง เป็นช่วงขาลง (down-time) เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการทำแบบฝึกหัด หรือแบบฝึกต่างๆ จากสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วในต้นชั่วโมงหรือสอนหน้าเพิ่มเติมกับหัวข้อที่เรียนรู้

7.3 ช่วงท้ายชั่วโมง เป็นช่วง prime-time ครั้งที่ 2 ควรเป็นช่วงสรุปสาระสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้มาและจัดระบบความคิดอีกรอบหนึ่ง

7.4 การนำพื้นความรู้ร่องของสมองมาปรับใช้กับกระบวนการเรียนรู้ในห้องเรียน เป็นหนทางที่สามารถช่วยให้ครูผู้สอนได้เข้าใจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้ดีขึ้น และปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนการสอนใหม่ สร้างพื้นที่สภาพแวดล้อมที่สนับสนุนและเพิ่ม

เด็กๆ เรียนรู้เรื่องต่างๆ ได้อย่างมีความสุข มีความอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น มีความกระตือรือร้น มีความเบิกบาน ซึ่งเป็นบ่อเกิดแห่งการสร้างสรรค์ที่ยิ่งใหญ่

#### การจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของสมอง

นักเรียนเมื่อมานถึงโรงเรียนจะมาพร้อมกับความตื่นเต้นและตื่นตัวที่จะเรียนรู้ อยากรู้ เห็น สิ่งแผลกใหม่ในห้องเรียนทุกวัน ดังนั้น การจัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนมีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ต่อการเรียนรู้ของสมองเด็ก เมื่อจากเป็นการตอบสนองความต้องการพื้นฐานของร่างกายที่ต้องการ ความรู้สึกปลอดภัย มั่นคง และกระตุนให้ผู้เรียนอยากรู้เรียน ถึงที่ควรคำนึงถึงในการจัดสิ่งแวดล้อม ในห้องเรียนมีดังนี้

1. บรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนผ่อนคลายคล้ายอยู่บ้านของตนเอง ทำให้ไม่รู้สึกเครียดและ เครียดเวลาเรียน ห้องเรียนตกแต่งให้รู้สึกเป็นธรรมชาติให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมท้องถิ่น และใช้ วัสดุที่หาได้ยากในห้องถิ่น
2. การจัดโต๊ะเรียนเป็นกลุ่มจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มและมี ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน
3. การใช้แสงธรรมชาติจะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมากกว่าแสงจากหลอดไฟ นีออน
4. สีมีผลต่อการเรียนรู้ สมองส่วนความจำเป็นภาพ (visual memory) จะตอบสนองได้ดี ด้วยสีธรรมชาติ รวมทั้งการใช้ความหลากหลายของสีจะช่วยกระตุ้นให้สมองทำงานได้ดีขึ้น
5. อุณหภูมิมีผลต่อการเรียนรู้ เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อสารต่อประสานในสมองส่งผล ต่อพฤติกรรมของผู้เรียน
6. การติดประกาศเนื้อหาที่จะเรียนรู้ ลับคาดหานี้ และลับคาดห้ามต่อไป เช่น การติดบัตรคำ แผนประโยชน์เพื่อกระตุ้นความสนใจให้รู้ของผู้เรียนและเป็นการป้อนข้อมูลเข้าๆ แก่สมองของ ผู้เรียน
7. ดนตรี ศิลปะ และการเคลื่อนไหว ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างเสียงหัวเราะ ในชั้นเรียนจะทำให้สมองของผู้เรียนหลั่งสารแห่งความสุขอ่อนโยนลดลง เครียดได้
8. ห้องเรียนสะอาด มีระเบียบและเรียบร้อยอยู่เสมอ มีผลเกี่ยวข้องกับความทรงจำใน การเรียนรู้
9. การจัดกิจกรรมที่หลากหลายและจัดสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนใหม่ กระตุ้นความสนใจ ในการเรียนรู้ ตั้งที่แตกต่างจากห้องเรียนเป็นการสร้างความรู้สึกที่ดีแก่ผู้เรียน
10. ความสามารถในการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับอารมณ์ความรู้สึก การสร้างบรรยากาศและ สภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย วางใจและมีความเครียดต่ำ

11. สิ่งแวดล้อมของห้องเรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้เวลาอย่างเหมาะสม มีค่าและมีความหมาย กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรเข้าไปใช้พื้นที่ที่จัดไว้องโดยไม่ต้องบังคับ ดังนี้

11.1 มุมอ่าน เป็นมุมที่กระตุ้นการเรียนรู้ ประกอบด้วย ชั้นวางหนังสือ ที่จัดวางหนังสือ และหนังสือที่เหมาะสม มีสีสันรูปภาพที่กระตุ้นความสนใจความอยากรอ่านของผู้เรียน ที่สามารถ หยิบอ่านได้เป็นการสร้างนิสัยรักการอ่านแก่ผู้เรียน มุมอ่านควรเป็นมุมปิดไม่มีสิ่งรบกวนความสนใจอื่น ในขณะฟัง หรืออ่าน

11.2 มุมเล่น เป็นมุมที่จัดไว้เพื่อให้สมองได้ผ่อนคลาย สมองมีช่วง Down time ทุกๆ 50 นาที สมองต้องการพัก ดังนั้นความมีช่วงให้ผู้เรียนเล่นสลับเรียน การเล่นจะช่วยให้สมองได้ ผ่อนคลาย ควรจัดของเล่นที่ส่งเสริมการเรียนรู้และฝึกทักษะต่างๆ แก่ผู้เรียนอย่างเพียงพอ

11.3 บอร์ดแสดงผลงานของผู้เรียน เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้จากที่ผู้เรียนได้เห็น ผลงานของตนเองและของเพื่อน เป็นการนำข้อมูลย้อนกลับเข้าสู่การรับรู้ของสมองช้าๆ หลายๆ ครั้ง ทำให้เกิดเป็นความรู้ที่ถาวร

11.4 มุมกระตุ้นการเรียนรู้ เป็นมุมที่จัดหาสิ่งต่างๆ มาวางให้ผู้เรียนคู เพื่อเป็นการกระตุ้น การเรียนรู้ เพราะสมองของผู้เรียนเป็นสมองที่อยากรู้ อยากรู้ ห้องเรียนที่จะเรียนรู้ตลอดเวลา ควรอาจ ติดประกาศคำอathsเพื่อการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่ผู้เรียนสนใจอย่างรู้สึก

11.5 มุมสื่ออุปกรณ์ มุมนี้ควรสามารถนำสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน กลุ่มสาระอื่นๆ มาจัดวางไว้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ฝึกทักษะด้วยตนเองหรือฝึกกับเพื่อนในเวลาว่าง ทำให้สมองรับรู้ช้าๆ หลายๆ ครั้งจนเกิดทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง

11.6 มุมธรรมชาติ เป็นมุมที่จัดเพื่อให้บรรยายกาศในห้องเรียนมีชีวิตชีวา อบอุ่น ผ่อนคลายและกระตุ้นการเรียนรู้ การจัดให้มีความหลากหลายและปรับเปลี่ยนอยู่เป็นประจำ เพื่อสร้างบรรยายกาศที่เปลี่ยนใหม่

จากหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่กล่าวมา สรุปได้ว่า เป็นการสร้างบรรยายกาศ ในโรงเรียน และในชั้นเรียนที่ผ่อนคลาย มีความเป็นกันเอง ให้เกียรติซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียน มีอารมณ์เชิงบวก สนุก หัวใส กระบวนการสอนที่หลากหลายเน้นการปฏิบัติลงมือกระทำด้วยตัว ของผู้เรียนทั้งกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมบุคคล ดำเนินถึงการเรียนรู้ของสมองสองชีกและความแตกต่าง ของผู้เรียนในด้านสมอง ความสามารถ ความถนัด ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

#### **การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน**

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรมอยู่มาก ที่ผ่านมาการสอนมักเป็นแบบ การบรรยาย อธิบายเป็นส่วนใหญ่ ทุกๆ บทคณิตศาสตร์จะมีคำพท์ใหม่ๆ เสมอ เช่น เศษส่วน

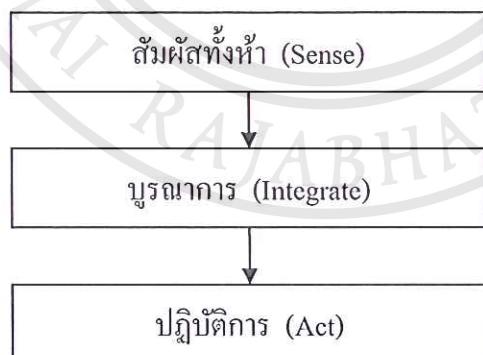
ทศนิยม เป็นด้าน การสอนให้เข้าใจจากในเรื่องของนามธรรมเป็นสิ่งที่ยาก ดังนั้นในปัจจุบันได้มี การออกแบบกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ของสมองดังที่ พรพิไอล เลิศวิชา (2552 : 1-112) ได้เสนอการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิด Brain-based Learning สรุป ดังนี้ สมองเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดี ดังรายการต่อไปนี้

1. การเสนอคำศัพท์คณิตศาสตร์ใหม่ในแต่ละบทเรียน คำศัพท์คำเดียวกองคณิตศาสตร์ แทนเหตุการณ์หลายเหตุการณ์ เช่น คำว่า เศษส่วน เป็นคำนามธรรม แต่เหตุการณ์ที่จัดว่าเป็นเศษส่วนได้นั้นมีมากmany นักเรียน 3 คนใน 5 คนเป็นหญิง แต่งโนมูลหนึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน ถือว่าเป็นเศษส่วนเหมือนกัน การรับคำใหม่ของสมอง สมองต้องมีประสบการณ์ตรงชัดเจนก่อน สมองจึงจะรับคำใหม่ นิยามใหม่ได้โดยง่าย การเริ่มต้นสอนคณิตศาสตร์ จาก คำ ความหมาย และคำนิยาม เป็นการสอนที่ทำให้สมองของเด็กเข้าใจได้ยากสมองมีแนวปฎิเสธ ไม่สนใจรับรู้ตั้งแต่ ต้น เพราะสมองไม่รู้ว่าจะเข้าใจความรู้ หรือข้อมูลใหม่นี้ โดยวิธีไหน วิธีการเรียนรู้ของสมอง ไม่ได้เริ่มจากการเข้าใจคำนิยาม แต่สามารถเรียนรู้เป็นไปตามธรรมชาติของสมอง คือ

1.1 รับข้อมูลเข้าสู่สมองโดยผ่านประสาทสัมผัส (sensory input) คือ รับผ่านการเห็น การได้ยิน การลัมพัส เช่นเมื่อจับมะเขือเทศ 8 ลูก ตาเห็นมะเขือเทศ 8 ลูก หูได้ยินคำว่า มะเขือเทศ 8 ลูก

1.2 ประมวลผลข้อมูลที่สมองส่วนหน้า ข้อมูลที่ผ่านการรับรู้เข้าไปนี้ จะถูกนำมาไป ประมวลผลที่สมองส่วนหน้า (Frontal lobe) ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล กิด และแก้ปัญหา

1.3 ลงมือปฏิบัติการ (output) สมองส่วนหน้าทำการคิดเสร็จแล้ว จะส่งสัญญาณไป กระตุ้นส่วนที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (motor system) เพื่อปฏิบัติการ โடดตอบกับสิ่งแวดล้อม (response) เกี่ยนสรุปขั้นตอนการเรียนรู้ของสมองให้สั้นลงได้ดังนี้



2. กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต้องอาศัยการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ 1) สมองเรียนรู้ผ่านวัตถุ 3 มิติ 2) กล่าวขึ้นสู่การรับรู้ว่าตัวแทนของวัตถุ คือ ภาพ และ 3) กล่าวขึ้นสู่การรับรู้สัญลักษณ์
3. การสอนคณิตศาสตร์ต้องกระตุ้นให้ใช้สมองหลาຍส่วน คือ ส่วนที่ทำหน้าที่รับสัมผัสเพื่อกระตุ้นให้การรับรู้ผ่านการทำงานของสมองตามระบบธรรมชาติ
4. สมองจะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อสมองได้สัมผัสรับรู้จากของจริง หรือวัตถุตามมิติที่หลากหลาย
5. ศี กลืน รส ช่วยกระตุ้นให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นไปได้ง่ายขึ้น เพราะ ศี กลืน และรส เป็นข้อมูลที่กระตุ้นอารมณ์ (emotion) ข้อมูลที่มีอารมณ์เป็นตัวกระตุ้นทำให้สมองเรียนรู้ได้ง่าย
6. การบรรยาย และเขียนกระดาษอย่างเดียวเป็นการสอนโดยใช้เสียง ผู้เรียนฟังผ่านหู และตามองเห็นตัวหนังสือไม่ใช่ภาพ การสอนแบบนี้เป็นการสอนแบบนามธรรม (abstract) ตรงข้าม กับวิธีการเรียนรู้ของสมอง ที่ต้องเรียนรู้ผ่านรูประรรรรรร (concrete experience)
7. การเรียนรู้คณิตศาสตร์ สมองควรถูกกระตุ้นให้เกิดการสร้างเครือข่ายหรือการเชื่อมโยง กันของเซลล์สมองที่เกิดขึ้น ณ จุดที่เชื่อมต่อกันเรียกว่า ซีนแนปส์ (synapse) ถ้าการเชื่อมต่อกันทำได้สำเร็จ แสดงว่า การเรียนรู้ (learning) เกิดขึ้นแล้ว การสอนคณิตศาสตร์ต้องกระตุ้นให้เกิดกระบวนการซีนแนปส์ในหลาຍส่วน คือสมองส่วนรับสัมผัส ส่วนรับเสียง และส่วนรับภาพ ข้อมูลในส่วนต่างๆ ของสมองจึงจะเชื่อมโยงกัน การเรียนรู้จึงจะสมบูรณ์
8. การสอนคณิตศาสตร์ให้สมองจำได้ดี มีหลักการคือ 1) สมองจำได้ดี ถ้าเกิดความตั้งใจ (attention) ขณะที่เรียนรู้ ข้อมูลที่ส่งไปยังสมองต้องอาศัยความสนใจและความตั้งใจ ความจำจึงถูกจัดการประมวลผลอย่างมีจิตสำนึก (conscious processing) การประมวลผลข้อมูล อย่างมีจิตสำนึก ทำให้สมองเก็บความจำไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2) ความจำจะหายใจเกิดขึ้น เมื่อผ่านการทำซ้ำ และฝึกฝน 3) การสอนที่เสนอข้อมูลใหม่เป็นจำนวนมากต่อเรื่องกัน ทำให้สมองจำได้ช้าลงหรือจำไม่ได้เลย ควรเสนอข้อมูลใหม่โดยแบ่งข้อมูลเนื้อหาที่เรียนออกเป็นส่วนๆ และค่อยนำเสนอให้ทีละส่วน
9. สมองเด็กประมาณ ส่วนที่ประมวลผลข้อมูลเสียงกำลังพัฒนาอย่างรวดเร็ว การให้เด็กอ่านออกเสียง เพื่อให้เด็กได้ยินเสียงตัวเอง รวมทั้งการอ่าน โจทย์เลขดังๆ มีความสำคัญ เพราะ การเปล่งเสียงจะเกิดความเข้าใจได้ดี
10. สำหรับเด็กประมาณ อารมณ์เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ และการเข้าใจในสิ่งที่เรียน หลักการสำคัญในการกระตุ้นให้เรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยขับเคลื่อน อารมณ์ คือ 1) ข้อมูล เนื้อหา กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ต้องมีการกระตุ้นอารมณ์ของเด็ก ทำให้ สมองสนใจเรียนรู้มากกว่าการไม่กระตุ้นอารมณ์เลย 2) ความพึงร้อนและการทำงานของอารมณ์ที่

เร็วกว่าเหตุผล โดยการสอนต้องเริ่มจากแรงจูงใจ (motivation) แล้วเด็กจะยอมรับการเรียนเนื้อหาที่ยุ่งยากต่อไปได้ 3) ข้อมูล เนื้อหา และกระบวนการที่ช่วยกระตุ้นอารมณ์ ต้องมีลักษณะเด่น คือ มีสีสัน สามมิติ สนุก ท้าทาย แปลกเข้าใจง่าย และตอบ เป็นต้น

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2553 : คำชี้แจง) ได้เสนอแนวคิดในการจัดทำ การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยการ จัดทำดำเนินกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นนำแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้อง กับพัฒนาการทางสมอง (Brain-based Learning) ไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ดังนี้

ข้อที่ 1 สัมผัสของจริง หรือวัตถุสามมิติ ที่นำมาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ในห้องเรียน/ นอกห้องเรียนเพื่อเก็บประสบการณ์

ข้อที่ 2 ก้าวจากการเรียนรู้จากการสัมผัสของจริง หรือวัตถุสามมิติขึ้นสู่กระบวนการ การเรียนรู้โดยให้สมองคิดเทียบเคียงของจริงหรือวัตถุสามมิติขึ้นเป็นภาพ

ข้อที่ 3 ก้าวจากการเรียนรู้จากภาพ ขึ้นสู่การเรียนรู้โดยให้สมองเห็นภาพคู่กับ สัญลักษณ์

ข้อที่ 4 ก้าวจากการเรียนรู้จากภาพ ขึ้นสู่การเรียนรู้โดยใช้สัญลักษณ์เพียงอย่างเดียว จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ต้องคำนึงถึงอารมณ์ของผู้เรียน การจัดช่วงเวลาในการทำกิจกรรม ให้เหมาะสม การเน้นให้ผู้เรียนมีการปฏิบัติ การเคลื่อนไหวร่างกาย การ ให้สัมผัสถกับวัตถุ 3 มิติ จะทำให้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับการทำางานของสมองของผู้เรียน ในการทำวิจัย ครั้งนี้ ผู้จัดได้นำกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ตามขั้นตอนของสำนักวิชาการ และมาตรฐานการศึกษา มาออกแบบให้มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เม้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ จริงลงมือทำด้วยตนเองทั้งกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมบุคคล มีการใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น วัตถุสามมิติ ของจริง และภาพ เกม เพลง เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ของสมองทั้งสองซีก

### แผนการจัดการเรียนรู้

#### ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2541 : 87) ได้ให้ความหมายของ แผนการสอน ไว้ว่า เป็นการเตรียมการสอนให้เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าก่อนทำการสอนจริง เป็นการวางแผนการสอนในด้านผู้สอน กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ รวมทั้งวิธีวัดและประเมินผล

และเครื่องมือในการวัดและประเมินผลด้วย โดยการนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่ต้องการมาสอนมาสร้างเป็นแผนการเรียนการสอน การใช้สื่อและการวัดผลและประเมินผล สำหรับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและสภาพของนักเรียน

รุจิร์ ภู่สาระ (2546 : 159) ได้ให้ความหมายของแผนการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่นักเรียน ตามที่กำหนดไว้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้

กรมวิชาการ (2546 : 8) ได้ให้ความหมายของแผนการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนซึ่งครุ่นเตรียมการจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน โดยวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการใช้สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งการเรียนรู้ แผนการวัดประเมินผล โดยการวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชาหรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งยึดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้ที่กำหนด อันสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

วิมลรัตน์ สุนทร โภจน์ (2550 : 104) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนงานการจัดการเรียนรู้หรือโครงการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้นจากหลักสูตรและคู่มือผู้สอน หรือแนวการจัดการเรียนรู้ของกรมวิชาการ โดยกำหนดเนื้อหาสาระสำคัญจำนวนควบ เวลาและสัปดาห์ที่จัดการเรียนรู้ไว้ตลอดภาคเรียนหรือตลอดปีการศึกษา ทำให้ผู้จัดการเรียนรู้ได้ทราบว่าตลอดภาคเรียนนั้น ในแต่ละสัปดาห์จะต้องจัดการเรียนรู้เนื้อหาใดบ้างจัดกิจกรรมข้อใดและในเวลาใดควบ

ดังนั้น แผนการเรียนรู้ คือ แผนการหรือโครงการสร้างที่จัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อ การปฏิบัติการสอนในวิชาหนึ่ง เป็นการเตรียมการสอนอย่างเป็นระบบ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

#### **ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี**

สงบ ลักษณะ (2540 : 20) ได้สรุปลักษณะของแผนการเรียนการสอนที่ดี ดังนี้

1. ชุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน
2. กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถนำไปสู่จุดประสงค์ได้
3. นักเรียนมีโอกาสเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม ครุผู้สอนอำนวยความสะดวกตามกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม
4. ใช้นื้อหาใกล้ตัว
5. ครุผู้สอนแสดงหา กิดค้น พัฒนาสื่อราคาอย่อมเยาในท้องถิ่น สื่อเสริมการเรียนรู้ จัดกระบวนการวัดผลประเมินผลต่อเนื่อง ใช้ผลเพื่อการพัฒนา

วัตนาพร ระจันทุกษ์ (2542 : 92-94) ได้สรุปถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่กำหนดทุกข้อ โดยกิจกรรมนอกจากจะต้องสร้างเสริมพฤติกรรมและทักษะที่มุ่งเน้นทุกด้านตามจุดประสงค์การเรียนรู้แล้ว จะต้องสร้างมโนทัศน์ในสาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาที่กำหนดอย่างชัดเจน ครบถ้วนและทันสมัย

2. ฝึกกระบวนการที่สำคัญให้นักเรียน กิจกรรมการเรียนการสอนควรเป็นกิจกรรมฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการที่สำคัญ ซึ่งกระบวนการในที่นี้หมายถึง

- 2.1 การฝึกให้นักเรียนได้แสดงออกหรือปฏิบัติโดยใช้ร่างกาย ความคิด การพูดในการเรียนรู้เพื่อให้เกิดผลการเรียนรู้คือ ได้ความรู้ ความเข้าใจและเขตติดห้องจากทำกิจกรรม

- 2.2 การปลูกฝังให้นักเรียนมีความสามารถในการปฏิบัติเป็นขั้นตอนที่ติดตัวนักเรียนตลอดไปเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในโรงเรียนและชีวิตจริงสภาพแวดล้อม หมายถึง ในห้องเรียน ในโรงเรียนและในชุมชน ครูต้องพยายามใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่แล้วให้มากที่สุด การช่วยเหลือให้นักเรียนพบความถนัด ความสามารถและความสนใจ เพื่อพัฒนาตน朝着ทางค้านวัตกรรม การประยุกต์ใช้ ความคิดสร้างสรรค์ การคำนวณในสังคมและบุคลิกภาพส่วนตน

4. เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ควรเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างทั่วถึง และมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การที่นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้กระทำการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนเกิดความพร้อมและกระตือรือร้นที่จะเรียนอย่างมีชีวิตชีวา

รุจิร์ ภู่ สาระ (2546 : 159) ได้อธิบายถึงแผนการสอนที่ดีจะต้องสามารถตอบคำถามได้ว่า

1. จะให้นักเรียนมีคุณสมบัติที่พึงประสงค์อะไรบ้าง
2. จะเสริมสร้างกิจกรรมเพื่อพัฒนานักเรียนอะไรบ้าง ซึ่งจะให้นักเรียนบรรลุผลตามจุดประสงค์

3. ครูจะต้องมีบทบาทอย่างไรในการจัดกิจกรรม ตั้งแต่ครูเป็นศูนย์กลางจนถึงนักเรียน เป็นผู้จัดทำเอง

4. จะใช้สื่อหรืออุปกรณ์อะไรช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์

5. จะรู้ได้อย่างไรว่านักเรียนเกิดคุณสมบัติตามที่คาดหวังไว้

กรมวิชาการ (2545 : 7) ได้สรุปถึงแผนการสอนที่ดีไว้ว่า แผนการสอนที่ดีจะต้องรวมสิ่งที่เด็กต้องกระทำจริงในชีวิตประจำวัน มีประสบการณ์ทั้งหลายให้เด็กกระทำ และแผนการสอนที่ควรตอบคำถามดังนี้

1. ในการสอนเรื่องนี้ ต้องการให้นักเรียนบังเกิดคุณสมบัติอะไร นั่นคือ จุดประสงค์ของการเรียนรู้ดังนี้

2. นักเรียนต้องทำอะไรบ้างจึงจะบรรลุผล นั่นคือ กิจกรรมการเรียนการสอนต้องชัดเจน และนำไปสู่ผลการเรียนตามจุดประสงค์ได้จริง

3. ผู้สอนมีบทบาทอย่างไร นั่นคือ ระบุพฤติกรรมของผู้สอนในการอำนวยความสะดวก แก่นักเรียนไว้ชัดเจน

4. จะใช้สื่อหรืออุปกรณ์อะไรช่วยบ้างและใช้อย่างไร นั่นคือ กำหนดสื่อและอุปกรณ์ การเรียนไว้ชัดเจน

5. วิธีการวัดผลต้องชัดเจนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งจะทำให้รู้ว่า นักเรียนบังเกิดคุณสมบัติที่ต้องการแล้วหรือไม่

วิมลรัตน์ สุนทร โภจน์ (2550 : 126) ได้อธิบายถึงลักษณะแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีไว้ดังนี้

1. สถาคล้องกับหลักสูตร และแนวการจัดการเรียนรู้ของกรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ

2. นำไปใช้ได้จริงและมีประสิทธิภาพ

3. เขียนอย่างถูกต้องตามหลักวิชา เหมาะสมสมกับนักเรียนและเวลาที่กำหนด

4. มีความกระจั่งชัดเจน ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและเข้าใจได้ตรงกัน

5. มีรายละเอียดมากพอที่จะทำให้ผู้อ่านสามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้

สรุปแล้วลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี จะต้องสถาคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้และเนื้อหาที่กำหนดทุกข้อ โดยมีกิจกรรมที่สร้างเสริมพุทธิกรรมและทักษะที่มุ่งเน้น ทุกด้านตามจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วจะต้องสร้างให้เกิดมโนทัศน์ในสาระการเรียนรู้

ประโยชน์และความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

วัฒนาพร ระจันทุกษ์ (2542 : 2) ได้สรุปถึงประโยชน์และความสำคัญของแผนการเรียนรู้ ไว้ว่า การจัดทำแผนการเรียนรู้จะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผนและการเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการสอน การเรียนรู้ สื่อเทคโนโลยีและจิตวิทยาการเรียนการสอนมาสนับสนุนประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมสมกับ สภาพแวดล้อมด้านต่างๆ

2. ตั้งเสริมให้ครุผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัดและประเมินผลตลอดจนประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็น

3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับตัวครุผู้สอน และครุที่สอนแทนนำไปใช้ปฏิบัติการสอน อย่างมั่นใจ

4. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป

5. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครุผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

วิมลรัตน์ สุนทร โภจน์ (2550 : 107) ได้สรุปความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีจัดการเรียนรู้ วิธีเรียนที่มีความหมายยิ่งขึ้น เพราะเป็นการจัดทำอย่างมีหลักการที่ถูกต้อง

2. ช่วยให้ผู้สอนมีสื่อการจัดการเรียนรู้ที่ทำด้วยตนเอง ทำให้เกิดความสะดวกในการจัดการเรียน ทำให้ผู้จัดการเรียนรู้จัดการเรียนรู้ได้ครบถ้วนตรงตามหลักสูตร และทันเวลา

3. เป็นผลงานทางวิชาการที่สามารถเผยแพร่เป็นตัวอย่างได้

4. ช่วยให้ความสะดวกแก่ผู้สอน ผู้จัดการเรียนรู้แทน ในกรณีที่ผู้จัดการเรียนรู้ไม่สามารถเข้าจัดการเรียนรู้ได้

สรุปประโยชน์และความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เป็นคู่มือการสอนสำหรับตัวครุผู้สอน และครุที่สอนแทนนำไปใช้ปฏิการสอนอย่างมั่นใจ

ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

รุจิร์ ภู่สาระ (2546 : 159) สรุปถึงขั้นตอนการทำแผนการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้รวมทั้งแนวความคิดของเขตของกลุ่มสาระการเรียนรู้มาเป็นกรอบในการทำแผนการเรียนรู้

2. เก็บนิคประสงค์การเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เป็นนิคประสงค์ปลายทางที่กล่าวถึง

2.1 นิคประสงค์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้

2.2 นิคประสงค์ของคำอธิบายรายวิชา

3. เก็บโครงสร้างของกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้งหมด ได้แก่

3.1 หัวข้อย่อย (จากคำอธิบายรายวิชา และหนังสืออ้างอิง)

3.2 จำนวนตามในแต่ละหัวข้อย่อย

3.3 สาระสำคัญที่เน้นความคิดรวบยอด/หลักการ/ทักษะ/ลักษณะนิสัย

3.4 นิคประสงค์นำทางตามหัวข้อย่อย

4. สร้างแผนการเรียนรู้

5. รูปแบบของแผนการเรียนรู้

วิมลรัตน์ สุนทร โภจน์ (2550 : 114-115) ได้สรุปขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นงานสำคัญในการกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ สำหรับผู้สอน เพราะเป็นการเตรียมการช่วยเหลือในการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุผลตามเป้าหมายและมีประสิทธิภาพในการเขียนแผนการเรียนรู้ ผู้จัดการเรียนรู้ต้องศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นของกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่จะจัดทำหลักสูตรเพื่อให้เข้าใจเป้าหมายและทิศทางของการจัดการเรียนรู้

2. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เพื่อกำหนดสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นและกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีหรือรายภาค (เฉพาะระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กำหนดสาระการเรียนรู้เป็นรายภาคเรียน) สาระการเรียนรู้ช่วงชั้นเป็นการกำหนดเนื้อหาที่จะต้องเรียน โดยคำนึงถึงจุดเน้นของหลักสูตร ความต้องการของนักเรียน ความต้องการของห้องถันและชุมชน จำนวนเวลาที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ วัยและระดับชั้น ต่อการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี/รายภาค นั้น เป็นการระบุถึงความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะของนักเรียน ซึ่งจะเกิดจากการเรียนรู้ในแต่ละปีภาค

3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ช่วงชั้นและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายปีหรือรายภาค เพื่อกำหนดเป็นสาระการเรียนรู้รายปีหรือรายภาค กล่าวคือ เป็นเนื้อหาที่จะต้องเรียนให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของห้องถันและชุมชน

4. นำผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี/รายภาค และสาระการเรียนรู้รายปี/รายภาคมาพิจารณาเพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา

5. นำคำอธิบายรายวิชามากำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าหน่วยการเรียนรู้เปรียบเสมือนบทเรียนบทหนึ่งๆ ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาหลายเรื่องที่มีความสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ การจัดทำหน่วยอาจใช้ลักษณะเนื้อหาของกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน

6. นำหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยมาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายหน่วย

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายหน่วย มาจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมง

สรุปขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ได้ว่า ต้องศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นของกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่จะจัดทำหลักสูตรเพื่อให้เข้าใจเป้าหมายและทิศทางของการจัดการเรียนรู้

## หัวข้อในการจัดแผนการจัดการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2536, ข : 15) ได้กำหนดแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Lesson Plan) ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ 9 หัวข้อ บูรณาการ โดยหน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ 7 หัวข้อ และเพิ่มเติมจากสำนักงานคณะกรรมการการข้าราชการครู อีก 2 หัวข้อ ดังนี้

1. สาระสำคัญ (Concept) คือ ความคิดรวบยอดหรือหลักการของหนึ่งที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนเมื่อเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objective) เป็นการกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนเมื่อเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว

3. เมื่อหา (Content) เป็นเนื้อหาที่จัดกิจกรรมและต้องการให้เกิดกับนักเรียนเมื่อเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว

4. กิจกรรมการเรียนการสอน (Instructional Activities) เป็นการเสนอขั้นตอนหรือกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. สื่อการเรียนรู้และอุปกรณ์ (Instructional Media) เป็นสื่อการเรียนรู้และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้

6. การวัดผลและประเมินผล (Measurement and Evaluation) เป็นการกำหนดขั้นตอนหรือวิธีการวัดและประเมินผลว่า\_nักเรียนบรรลุจุดประสงค์ตามที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนการสอน แยกประเมินเป็น ประเมินก่อนสอน ขณะที่สอน และ ประเมินหลังสอน

7. กิจกรรมเสนอแนะ เป็นกิจกรรมบันทึกเพิ่มเติมของครูผู้สอนหลังจากที่ได้นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้บังคับบัญชาตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ก่อนนำไปใช้สอน

8. กิจกรรมเสนอแนะของผู้บังคับบัญชา เป็นการตรวจแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเสนอแนะหลังจากที่ได้ตรวจสอบความถูกต้อง การกำหนดรายละเอียดในหัวข้อต่างๆ

9. บันทึกหลังสอน เป็นการบันทึกของผู้สอนหลังจากนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้สอนแล้ว เพื่อนำแผนไปปรับปรุง และใช้สอนในคราวต่อไป ประกอบด้วย 3 หัวข้อ คือ

- 1) ผลการเรียน เป็นการบันทึกผลการเรียนด้านปริมาณและคุณภาพทั้ง 4 ด้านคือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัยและกระบวนการ การซึ่งได้กำหนดขึ้นในกิจกรรมการเรียนการสอนและขั้นประเมินผล
- 2) ปัญหาอุปสรรค เป็นการบันทึกปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นในขณะสอน ก่อนสอน และหลังทำการสอน
- 3) ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไข เป็นการบันทึกข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ บรรลุจุดประสงค์ของบทเรียนที่หลักสูตรกำหนด

รุจิร์ ภู่สาระ (2546 : 160) กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้  
 1) สาระสำคัญ 2) จุดประสงค์ปลายทาง 3) จุดประสงค์นำทาง 4) เนื้อหา 5) กิจกรรมการเรียนการสอน  
 6) สื่อการเรียนการสอน 7) การวัดและการประเมินผล

วิมลรัตน์ ถุนทร ใจจน (2551 : 114-115) กล่าวว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้  
 เกิดขึ้นจากความพยายามตอบคำถาม ต่อไปนี้

1. จัดการเรียนรู้เพื่ออะไร (หน่วย หัวเรื่อง ความคิดรวบยอดหรือสาระสำคัญ)
2. เพื่อจุดประสงค์อะไร (จุดประสงค์เชิงพุทธิกรรม)
3. ตัวสาระอะไร (โครงร่างเนื้อหา)
4. ใช้วิธีการใด (กิจกรรมการเรียนการจัดการเรียนรู้)
5. ใช้เครื่องมืออะไร (สื่อการเรียนการสอน)
6. ทราบได้อย่างไรว่าประสบความสำเร็จหรือไม่ (วัดผลประเมินผล)
7. เพื่อตอบคำถามดังกล่าว จึงกำหนดให้แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบดังนี้
  - 7.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้ หน่วยที่จัดการเรียนรู้และสาระสำคัญของเรื่อง
  - 7.2 จุดประสงค์เชิงพุทธิกรรม
  - 7.3 สาระการเรียนรู้
  - 7.4 กิจกรรมการเรียน การจัดการเรียนรู้
  - 7.5 สื่อการจัดการเรียนรู้
  - 7.6 วัดผลประเมินผล

ธนาธิป พร垦ุล (2551 : 86) เสนอว่า แผนการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 7 ประการ ได้แก่ 1) เรื่องและเวลาที่ใช้สอน 2) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) สาระสำคัญ 4) เนื้อหาสาระ 5) กิจกรรมการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนการสอน 6) สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ 7) การวัดผลและประเมินผล

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไม่มีรูปแบบที่ตายตัว ครูผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสม ตามความต้องการ แต่ต้องมีองค์ประกอบสำคัญหลักๆ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาที่สอน กิจกรรมที่สอน สื่อที่ใช้และการวัดผลประเมินผล โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีนั้นต้องเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ

## กระบวนการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนดไว้ ซึ่งมีการเรียงลำดับขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป การดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้นี้ผู้สอนควรให้ความสำคัญและจัดลำดับ ขั้นตอนให้ถูกต้องเหมาะสม ดังที่ บูรชัย ศิริมหาสาร (2547 : 92-116) ได้กล่าวถึงยุทธศาสตร์ของการเรียนรู้ที่มีหลักการ 3 และกระบวนการ 4 อธิบายได้ว่า หลักการ 3 หมายถึง หลักในการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อให้เกิดหลักการ 3 ข้อแก่ผู้เรียน ได้แก่ 1) การเรียนรู้เริ่มต้นที่ตนเอง ครูให้นักเรียนได้คิดเอง ทำเอง และแก้ปัญหาเองให้มากที่สุด ครูต้องไม่รับร้อนและเป็นเพียงที่ปรึกษาให้คำแนะนำเท่านั้นที่จำเป็น 2) การเรียนรู้ควบคู่การปฏิบัติ ครูให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ถ้าผู้เรียนทำได้ ผู้เรียนจะจำได้เองโดยไม่ต้องท่อง 3) การเรียนรู้ควบคู่ความสนุกสนาน เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือกระทำเอง ผู้เรียนจะเกิดความสุขกับการเรียน ความสนุกสนานที่เกิดขึ้นจากการเรียนเป็นแรงจูงใจให้เรียนรู้ที่มีความสำคัญสำหรับผู้เรียน ส่วนกระบวนการ 4 หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ตามธรรมชาติของมนุษย์ 4 ขั้นตอน เป็นการสอนวิธีการแสวงหาความรู้ให้ผู้เรียน มากกว่าการสอนความรู้ให้ผู้เรียน ได้แก่ 1) ขั้นประสบการณ์ ให้ผู้เรียนทำกิจกรรม 2) ขั้นสะท้อนความคิด ให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์ 3) ขั้นทบทวน ให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ค้นพบจากการทำกิจกรรมเป็นความคิดรวบยอดเบริญเทียบกับทฤษฎีในบทเรียน 4) ขั้นนำไปใช้ ให้ผู้เรียนนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ จำลองหรือในชีวิตจริง บูรชัย ศิริมหาสาร และคณะ ได้ปรับกระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ให้เป็นกระบวนการสอนของครู 6 ขั้นตอน โดยเพิ่มขั้นเกริ่นนำและขั้นสรุป ดังนี้

1. ขั้นเกริ่นนำ (Introduction) หรือขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน เช่น ร้องเพลง เล่นเกม เล่าเรื่อง เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน บอกเรื่องที่จะเรียน แบ่งกลุ่ม อธิบาย ขั้นตอนการทำกิจกรรม ระดมความคิดของผู้เรียนว่า อย่างไร เนื้อหาอะไร แล้วเขียนแผนผังความคิด (Mind Map) เพื่อใช้วางแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น ครูเป็นผู้นำเข้าสู่บทเรียนหรือให้ผู้เรียนเป็นผู้นำเข้าสู่บทเรียนก็ได้

2. ขั้นประสบการณ์ (Experience) หรือขั้นทำกิจกรรม ครูให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนและจัดทำเป็นชิ้นงาน (Folio) เช่น ทำโครงงานที่สนใจ ทดลองปฏิบัติสังเกตผลที่เกิดขึ้นและจดบันทึก ศึกษานอกห้องเรียนเพื่อสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลและจดบันทึก ศึกษากรณีตัวอย่าง เช่น พืชนาجار ข่าว ดูโทรทัศน์ ภาพชนคร์แล้วอภิปรายแสดงความคิดเห็นและจดบันทึก เป็นต้น เป็นขั้นตอนของผู้เรียนที่ลงมือทำกิจกรรม ส่วนครูมี

## บทบาทเป็นที่ปรึกษาและไม่เข้าไปแทรกแซงผู้เรียนโดยไม่จำเป็น

3. ขั้นสะท้อนความคิด (Reflection) หรือขั้นสร้างความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้เอง จากประสบการณ์การทำกิจกรรม เช่น คิดคนเดียวแล้วรายงานผลการปฏิบัติกรรม จับคู่แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นหลังจากทำกิจกรรม อภิปรายกลุ่มว่า ได้ความรู้ ข้อคิดอะไรบ้างจากการทำกิจกรรมนั้น จดบันทึกความรู้ที่ได้ เพื่อจัดทำชีนงาน ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่เกิดจากการทำกิจกรรม ขั้นตอนนี้ เป็นบทบาทผู้เรียน

4. ขั้นทฤษฎี (Theory) หรือขั้นสรุปความรู้เป็นความคิดรวบยอด เพื่อให้ผู้เรียนสรุป ความรู้ของเรื่องที่เรียนเป็นความคิดรวบยอด (Concept) นำไปเปรียบเทียบกับทฤษฎีในบทเรียน หรือหลักการที่ง่ายต่อการจำ เพื่อนำไปใช้ เช่น ครูให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม เช่น สรุปผลการทดลอง ครูเขียนลงในกระดาษที่ผู้เรียนสะท้อนความคิดกับทฤษฎี (ความรู้) ในบทเรียน ครูนำเสนอความรู้ (ทฤษฎี) ที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน หรือเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนมีบทบาทร่วมกัน โดยครูให้โอกาสผู้เรียนแสดงความคิดเห็นก่อน ส่วนครูแสดงความคิดเห็น ภายหลัง ผู้ที่เรียนเก่งจะสามารถสรุปความคิดรวบยอดได้ถูกต้อง แต่ผู้เรียนอ่อนอาจจะสรุปได้แต่ไม่ตรงประเด็น ครูต้องตั้งคำถาม เพื่อชี้นำให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบจากง่ายไปยาก จนคืบพับ คำตอบด้วยตนเอง หากผู้เรียนสรุปความคิดรวบยอดเองไม่ได้ ครูต้องเฉลยคำตอบด้วย

5. ขั้นนำไปใช้ (Action) หรือขั้นนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแปลง ความรู้สู่การปฏิบัติ นำไปใช้ในชีวิตจริง เช่น ผู้เรียนอภิปรายว่า จะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างไร ให้ผู้เรียนทดลองทำกิจกรรมโดยใช้ความรู้ที่เรียนมา เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง หรือสถานการณ์จำลอง ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเสริมทักษะ เพื่อเพิ่มความชำนาญ ผู้เรียนจดบันทึก ผลการนำความรู้ไปใช้ เพื่อจัดทำชีนงาน การทำแบบทดสอบ เป็นต้น ผู้เรียนได้แปลงความรู้สู่การปฏิบัติจริง นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการทำกิจกรรม ในสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์จริง

6. ขั้นสรุป (Conclusion) หรือขั้นสรุปผลการเรียนรู้ เพื่อให้ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุป กิจกรรมการเรียนรู้ หรือสรุปบทเรียน หรือซักถามข้อสงสัยอีกรอบหนึ่ง ก่อนจบบทเรียนหรือเรื่อง ที่เรียน และประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกัน เช่น ร้องเพลงสรุปบทเรียน ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุป บทเรียนอีกรอบหนึ่ง ผู้เรียนสรุปบทเรียนเป็นแผนผังความคิด (Mind Map) ครูและผู้เรียนร่วมกัน ประเมินชีนงาน (Folio) และเก็บในแฟ้มผลงาน (Portfolio) เป็นต้น ขั้นตอนนี้เป็นขั้นสรุปผลรวม ทั้งหมด เป็นการสรุปความคิดรวบยอดตามเนื้อหาวิชาที่เรียน เช่น สรุปผลกิจกรรมการเรียนรู้ ซักถามข้อสงสัย และประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกัน

การบริหารเวลาในการจัดกิจกรรมตามกระบวนการสอน 6 ขั้นตอน ได้อย่างเหมาะสมจะทำให้การสอนของครูมีประสิทธิภาพ บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ การบริหารเวลาในการสอน 1 ชั่วโมง ควรเป็นดังนี้ ขั้นเกร็งนำ ใช้เวลา 5 นาที ขั้นประสบการณ์ ใช้เวลา 15 นาที ขั้นสะท้อนความคิด ใช้เวลา 10 นาที ขั้นทฤษฎี ใช้เวลา 5 นาที ขั้นนำไปใช้ ใช้เวลา 15 นาที ขั้นสรุป ใช้เวลา 10 นาที การบริหารเวลาอาจปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม ควรอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน เพราะมีปัจจัยอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องและต้องคำนึงถึง เช่น ความยากง่ายของเนื้อหาวิชา จำนวนมากน้อยของผู้เรียน เป็นต้น

ดังนั้นจะเห็นว่า กระบวนการเรียนรู้ของผู้สอน ตามขั้นตอนของบูรชัย มี 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเกร็งนำ (Introduction) ขั้นประสบการณ์ (Experience) ขั้นสะท้อนความคิด (Reflection) ขั้นทฤษฎี (Theory) ขั้นนำไปใช้ (Action) และขั้นสรุป (Conclusion)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้คัดขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้จาก 6 ขั้นตอน ให้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเกร็งนำ ขั้นประสบการณ์ ขั้นนำไปใช้ และขั้นสรุป เพื่อให้เหมาะสม กับวัยของผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ซึ่งหากมีขั้นตอนมากเกินไปอาจนำไปสู่การเรียนเกิดความเบื่อหน่าย เกิดความเครียด ไม่สนใจ ไม่กระตือรือร้น ไม่มีความสุขในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ไม่เต็มศักยภาพตามที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ 3 ขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ โดยยกเว้น ขั้นตอนที่ 3 ขั้นนำไปใช้ นำหลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา มาจัดกิจกรรมไว้ในขั้นตอนที่ 2 ขั้นประสบการณ์ ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเกร็งนำ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้กิจกรรมบริหารสมอง (Brain Gym) เพื่อเตรียมความพร้อม ร่างกายมีการเคลื่อนไหว กระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้want ทำกิจกรรม และทบทวนความรู้เดิมก่อนนำเสนอความรู้ใหม่ นอกจากประสงค์การเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นประสบการณ์ เป็นขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมหรือทำกิจกรรม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากฐานะจริง ไปสู่ namaธรรม จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 2.1 ขั้นสัมผัสของจริงหรือวัตถุ 3 มิติ เป็นขั้นตอนที่สมองของผู้เรียน ได้รับรู้และเรียนรู้โดยการสัมผัสสัมผัสที่เป็นฐานะจริง เป็นวัตถุ 3 มิติ เป็นประสบการณ์ภายนอกที่ได้จากการสัมผัสทั้ง 5 ผ่านทางร่างกาย คือ หู ตา จมูก ลิ้น ผิวกาย เรียนรู้โดยการปฏิบัติงาน กลุ่ม

ข้อที่ 2.2 เชื่อมโยงจากการสัมผัสของจริงหรือวัตถุ 3 มิติขึ้นเป็นภาพ เป็นขั้นตอนที่สมองของผู้เรียนหลังจากผ่านการสัมผัสวัตถุของจริงหรือวัตถุ 3 มิติแล้ว เมื่อเปลี่ยนไปใช้สื่อที่เป็นรูปภาพแทน สมองทำการเชื่อมโยงสิ่งของหรือวัตถุนั้นขึ้นเป็นภาพได้ เป็นการเรียนรู้ใช้เกณฑ์สื่อจากการปฏิบัติงานกลุ่ม

ข้อที่ 2.3 เชื่อมโยงจากภาพควบคู่กับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่สมองของผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากภาพแล้วนำไปเทียบเคียงกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่เรียนรู้ผ่านการใช้เกณฑ์สื่อในการปฏิบัติกรรมกลุ่ม

ข้อที่ 2.4 เป็นขั้นตอนที่สมองของผู้เรียนสามารถเข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพียงอย่างเดียวได้โดยไม่ต้องใช้ภาพเทียบเคียง แต่ผู้เรียนสามารถจินตนาการเป็นภาพในสมองของตนเอง ได้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติกรรมที่เป็นงานกลุ่ม จากยกตัวอย่างหรือ โจทย์ที่ครุกำหนดให้แล้วนักเรียนออกแบบมาเพื่อบนกระดาน และงานรายงานบุคคลจากแบบฟิกัดในเนื้อเรื่องที่เรียน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นตอนการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป เป็นการสรุปเรื่องที่เรียนจากการอภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนได้สรุปความรู้เป็นความคิดรวบยอดด้วยตนเองโดยการเขียนแผนผังความคิด (Mind Map) เป็นประสบการณ์ภายในที่มาจากการคิดและจินตนาการของผู้เรียน

#### การหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้

บุญชุม ศรีสะอาดและคณะ (2553 : 113-114) ได้กล่าวว่า การวิจัยบางครั้งนักวิจัยจะใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมทางการศึกษาเป็นเครื่องมือในการทำวิจัย เช่น แผนการสอน บทเรียน คอมพิวเตอร์ ชุดสื่อผสม เป็นต้น ดังนั้น ต้องหาคุณภาพของสื่อดังกล่าวด้วย ซึ่งมีขั้นตอนคล้ายกับการหาคุณภาพของแบบทดสอบหรือเครื่องมือชนิดอื่นๆ คือ วิเคราะห์คำอภิปรายรายวิชา กำหนดเนื้อหาสาระเป็นรายบท แล้ววิเคราะห์เนื้อหาสาระเป็นรายบทในรูปของตารางความสัมพันธ์ ระหว่างชื่อเรื่องย่อย ความคิดรวบยอด และชุดประสงค์เรียนรู้ ขั้นต่อไปดำเนินการดังนี้

1. ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) นักศึกษาผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งควรให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตารางความสัมพันธ์

2. สร้างแผนการสอนหรือสื่อต่างๆ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยพิจารณาความถูกต้องจากนั้นนำไปทดลองกับนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งนิยมให้กับนักเรียนระดับการเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อพิจารณาเรื่องการออกแบบสื่อ คำอธิบายการใช้สื่อ การสื่อความ หรืออาจจะทดลองให้แผนการสอนเป็นรายกลุ่ม เที่ยง 1-2 แผน เพื่อคูเรื่องเวลาที่ใช้กิจกรรมบรรยายการเรียนการสอน เป็นต้น

ส่วนการหาประสิทธิภาพของสื่อ ( $E_1 / E_2$ ) เป็นขั้นตอนทำการทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้แล้ว สรุปได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ภายใต้สถานการณ์และกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยมีการเก็บข้อมูลของผลการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการและความของงานของเรียนได้ โดยทั่วไปมักจะคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อย หรือคะแนนพฤติกรรมการเรียนหรือคะแนนจากกิจกรรมการเข้ากลุ่ม เป็นต้น ในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเรียนตามแผนการเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้

2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้น สามารถส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใดซึ่งคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน) ของผู้เรียนทุกคน

การเลือกเกณฑ์เพื่อกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรืออนวัตกรรม ควรพิจารณาจากปัจจัย เช่น ประเภทสื่อนวัตกรรม สถิติปัญญาของกลุ่มผู้เรียน วุฒิภาวะของผู้เรียนและวัตถุประสงค์ของการเรียน เป็นต้น โดยทั่วไปนวัตกรรมหรือสื่อการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะมักจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพต่ำกว่าการพัฒนาความรู้ ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาทักษะต้องใช้เวลามากกว่ายกตัวอย่างเช่น สื่อหรือนวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาความรู้ อาจกำหนด  $E_1 / E_2$  เท่ากับ 80/80 ส่วนสื่อหรือนวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาทักษะต่างๆ อาจกำหนด  $E_1 / E_2$  ที่ 75/75 เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพสื่อ สรุปได้ว่าในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนต้องนำสื่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้าง ไปทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อ แผนการจัดการเรียนรู้ก่อน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อจะได้มีสื่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีมาตรฐานในการจัดการเรียนการสอนต่อไป การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานซึ่งถือว่าเป็นการทำกิจกรรมโดยการปฏิบัติที่ใช้เวลามาก ควรจะตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพกำหนด  $E_1 / E_2$  ที่ 75/75

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กู้ด (Good, 1973 : 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์หมายถึง การทำให้สำเร็จ หรือประสิทธิภาพของการปฏิบัติหรือด้านความรู้ ในลักษณะที่กำหนดให้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่างๆ ของสมอง ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรประกอบด้วยสิ่งสำคัญอย่างน้อย 3 อย่าง คือ ความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่างๆ อาจจะพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากการปฏิบัติงานที่มอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

ศรีทอง มีทาทอง (2534 : 50-51) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ว่า เป็นความสามารถด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเจมส์ ดับบลิว วิลสัน ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ คือ 1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว ได้แก่ ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และการใช้กระบวนการคิดคำนวณ 2) ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการแปลความหมาย ตีความและการขยายความในปัญหาใหม่ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์คณิตศาสตร์ การแสดงพฤติกรรมมี 6 ขั้น ได้แก่ ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ กฎและการสรุปอ้างอิง โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปอีกรูปแบบหนึ่ง การใช้หลักของเหตุและผล และความสามารถในการอ่านและตีความนัยทางคณิตศาสตร์ 3) การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง กฎ칙ทฤษฎีที่เรียนมาแล้ว ไปแก้ปัญหาใหม่ๆ เป็นผลสำเร็จ การวัดพฤติกรรมมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการระลึกได้ซึ่งรูปแบบ ความสอดคล้องและลักษณะสมนสารของปัญญา 4) การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการพิจารณา ส่วนสำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญ และหาหลักการที่สำคัญที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะทำให้สามารถแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมชาติหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน ได้ พฤติกรรมนี้เป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวัดพฤติกรรมนี้มี 5 ขั้น คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมชาติ การค้นหาความสัมพันธ์ การแสดงการพิสูจน์ และการกำหนด และหาความเที่ยงตรงในการสรุป

อารีย์ วชิรรากร (2542 : 143) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมองและสติปัญญาของนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากที่ได้เรียนไปแล้วสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบ

สมพร เชื้อพันธ์ (2547 : 53) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่างๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้ที่มาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลที่สามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ

ปราณี กองจินดา (2549 : 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย และได้จำแนกประเภทของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัสดุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

ชัชวาล รัตนสวนจิก (2550 : 51) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสำเร็จในการเรียนรู้โดยใช้ความสามารถทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สามารถใช้ความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการคิดเพื่อแก้ปัญหาตามที่กำหนดให้

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะความสามารถทางสมองและสติปัญญาในด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย ของบุคคลที่ได้รับการพัฒนา ความรู้ ความจำ ด้านการคำนวณ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ ในเนื้อหาหรือข้อมูล ความรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจำนวนหนึ่งด้านคือด้านความรู้หรือด้านพุทธิพิสัย โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือสำคัญของผู้สอนสำหรับใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ รวมถึงสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ อันเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด ซึ่งได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

สมนึก ภัททิยชน (2541 : 73-98) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้ 6 แบบ ได้แก่ 1) Subjective or Essay Test คือ ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย 2) True–False Test คือ ข้อสอบแบบถูก-ผิด 3) Completion Test คือ

ข้อสอบแบบเดิมคำ 4) Short Answer Test กือ ข้อสอบแบบตอบสั้น 5) Matching Test กือ ข้อสอบแบบจับคู่ และ 6) Multiple Choice Test กือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ

ถ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541 : 147) แบ่งการทดสอบเป็น 2 ชนิด กือ 1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หมายถึง ชุดคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นเป็นคำถามเกี่ยวกับความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนในห้องเรียนว่า นักเรียนมีความรู้มากน้อยแค่ไหน บกพร่องที่ตรงไหน จะได้สอนซ่อนเร้น หรือ เป็นการวัดคุณภาพพร้อมที่จะเรียนในบทใหม่ ขึ้นอยู่กับความต้องการของครูผู้สอน 2) แบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งสร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือ จากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้นขึ้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียน การสอน รึ องใด รึ องใดๆ ก็ได้ ซึ่งแบบทดสอบมาตรฐานจะมีคุณภาพดีในการสอบ และ มีมาตรฐานในด้าน การแปลงคะแนนด้วย

ศิริพร ทิพย์คง (2545 : 193) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี 2 ประเภท กือ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน มีการดำเนินการสอบและแปลงคะแนนแบบมาตรฐาน สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา และ ขอมรับในคุณภาพที่สามารถขยายอ้างอิงไปสู่ประชากร ได้ การใช้แบบทดสอบมาตรฐานต้องทำตามคู่มือทุกประการ ไม่ว่าจะเป็นการแจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจ และ การแปลงคะแนนของข้อสอบ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น โดยสร้างตามจุดประสงค์ของครูผู้สอน เป็นคำถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนตามที่ครูได้สอน ซึ่งเป็นการทดสอบว่า นักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่อง ส่วนใด เพื่อจะได้สอนซ่อนเร้น หรือ เป็นการวัดเพื่อคุณภาพพร้อมที่จะเรียน ใน เมื่อ หัวใหม่ ขึ้นอยู่กับความต้องการของครูผู้สอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 28) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น จำแนกออกเป็น 8 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ใช้วัดผลได้ทั้งด้านความรู้ ความคิด ทฤษฎี หลักการ ตัดสินใจ ตลอดจนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. แบบทดสอบแบบถูกผิด โดยมีการนำเสนอข้อความเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี การแปลงความหมาย หรือ การกำหนดตัวแปร
3. แบบทดสอบแบบจับคู่ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะการนำเสนอข้อความ 2 ส่วน ให้เลือกจับคู่กัน ถ้ามีความสัมพันธ์กัน โดยทั่วไป จำนวนข้อของคำตอบจะมีมากกว่า คำถาม
4. แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ ประกอบด้วย ข้อความที่ต้องการให้ผู้เรียนพิจารณา ในรูปของ มากกว่า น้อยกว่า หรือ เท่ากัน หรือ สรุปไม่ได้

5. แบบทดสอบแบบเดิมค่า ผู้ดูดูดต้องแสดงความรู้ความสามารถด้วยการเขียนคำตอบ หรือข้อความที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา ซึ่งใช้ในการคิดเลขในใจได้

6. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ โดยผู้สอบมีการแสดงความรู้ ความสามารถด้วยการเขียนตอบ แสดงวิธีทำ หรือสรุปผลจากวิธีทำ โดยแสดงเหตุผลประกอบ

7. แบบทดสอบแบบต่อเนื่อง เป็นการผสมผสานแบบทดสอบหลายรูปแบบไว้ด้วยกัน เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบถูกผิด แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบเขียนตอบ เป็นต้น

8. แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ โดยให้ผู้เรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา ใช้ประเมินได้ครอบคลุมทั้งในทักษะและวิธีการคิด การวางแผน รวมทั้งสามารถของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในด้านต่างๆ

ศิริชัย กัญจนวاسي (2548 : 163-165) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์จำแนกตามเกณฑ์ที่สำคัญ มีดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง “ได้แก่” แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐาน โดยสำนักทดสอบหรือบิรจัท มักออกแบบให้ครอบคลุม เนื้อหาสาระอย่างกว้างๆ ที่สอนในหลักสูตรต่างๆ ทำให้สามารถใช้ได้กับสถานบันการศึกษาทั่วๆ ไป มีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานในการให้บริการ การดำเนินการสอน การตรวจให้คะแนน การแปลผลเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผลและการรายงานคุณภาพของแบบทดสอบ และแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้าง (Teacher-made Tests) ผู้สอนสร้างขึ้นมาใช้เอง มักครอบคลุมเนื้อหา เลขฟ้าตามหลักสูตร ในสถานบันไดสถานบันหนึ่ง มีการตรวจให้คะแนน การแปลผลจะทำการเปรียบเทียบ เลขฟ้ากลุ่มที่สอบด้วยกัน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา สามารถใช้กับวิชาต่างๆ จำแนกตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ประวัติศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้ “ได้แก่” แบบทดสอบความพร้อม (Readiness Test) นุ่งวัดทักษะพื้นฐาน ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา/บทเรียน/หน่วยการเรียน เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ เป็นการทบทวนหรืออุปพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเรียนวิชา/บทเรียน/หน่วยเรียนนั้น แบบสอบถามวินิจฉัย (Diagnosis Test) นุ่งวัดจุดเด่น จุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญที่เป็นปัญหาของผู้เรียน แบบสอน นุ่งตรวจสอบกลไกองค์ประกอบอย่าง ที่ครอบคลุม กระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมาย ของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดใดอันจะเป็นประโยชน์ต่อการ ปรับปรุงแก้ไขและสอนซ้อมเสริม แบบทดสอบสมรรถภาพ (Proficiency Test) ใช้วัดผู้สอบว่ามีสมรรถภาพ ถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อเป็นเครื่องปั่นชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือใช้

สิทธิบทางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา เป็นต้น แบบสอบเชิงสำรวจ (Survey Test) ใช้สำรวจระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษา ในสาขาวิชาเฉพาะ แบบสอบควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่สูมได้จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4. จำแนกตามการแปลผล ได้แก่ แบบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Tests) เป็นแบบสอบ มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่ม จึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จะนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบ ด้วยกันเอง แบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของ ผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถจะ อะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้หรือทักษะ สำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จะแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือมาตรฐานที่ตั้งไว้

พิชิต ฤทธิ์จรัญ (2550 : 96) กล่าวว่า โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลลัพธ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลลัพธ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน ซึ่งครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ ข้อเขียน (Paper and Pencil Test) สามารถแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่ และแบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น (Objective Test or Short Answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือน แบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ 1) แบบทดสอบถูก–ผิด 2) แบบทดสอบ เติมคำ 3) แบบทดสอบขับคู่ และ 4) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลลัพธ์ของผู้เรียนทั่วๆ ไป สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงเป็นอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ ตลอดจนวิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายหรือผลของ คะแนน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลลัพธ์ทางการเรียน มีหลายประเภทแต่ละประเภทมี ลักษณะเฉพาะหรือสามารถนำมาระบบพسان เพื่อนำไปใช้ประเมินความรู้ความสามารถ ตลอดถึง ทักษะกระบวนการด้านต่างๆ ของผู้เรียน ได้ การเลือกใช้แบบทดสอบผู้สอบต้องคำนึงถึงจุดประสงค์

การเรียนรู้ที่ต้องการประเมินว่ามีความสอดคล้องกับข้อคำถาม สาระเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปแล้ว เพื่อนำผลการประเมินไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป และในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นข้อสอบแบบ ปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบ แบบหลากหลาย面目ประเภทสมพسان ไว้ด้วยกัน ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าโดย การรวบรวมงานวิจัยในด้านต่างๆ คือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวิธีการสอนต่างๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้สอนเป็นฐาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### งานวิจัยในประเทศ

นุชรี อ่อนละม้าย (2546) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผล กับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดอ่างทอง ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคุณระหว่างความสามารถทางสมอง ด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ  $0.353$  และสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.01$  ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางสมองด้าน การจำแนกประเภทและด้านสรุปความสั่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่า  $0.180$  และ  $0.294$  ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.01$  ส่วนความสามารถทางสมองด้าน อุปนາอุปใบมี ด้านอนุกรมวิธาน และด้านวิเคราะห์สั่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีสำคัญทางสถิติ

ปั่นแก้ว ยังคำมั่น (2546) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ระหว่าง การสอนที่ใช้กิจกรรมการบริหารสมองและการใช้เทคนิคแผนผังโน้ตศัพท์กับการสอนแบบปกติ โรงเรียนชุมชนบ้านพุเตย จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ กิจกรรมการบริหารสมองร่วมกับการใช้เทคนิคแผนผังโน้ตศัพท์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.01$

สมทรง สวัสดิ์ (2549) ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการฟัง-พูด ภาษาอังกฤษที่ใช้หลักการของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ระบุว่า ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถทางด้านทักษะการฟัง-พูด ภาษาอังกฤษ และมีเขตคิดเห็นที่ชัดเจน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ระดับคะแนนที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณัฐสุภากล ยิ่งล่าง (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการอ่านจับใจความภาษาไทยและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานและการจัดกิจกรรมตามรูปแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ โรงเรียนถนนสุรนารายณ์ นครราชสีมา พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $90.39/91.77$  ส่วนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $80.22/86.85$  ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ดังนี้ประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีค่าเท่ากับ 0.88 ส่วนดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัสดุจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.80 นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีผลการอ่านจับใจความและการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัสดุจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำิยว ศรีนุกูล (2550) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ภาษาไทย ด้านการอ่านจับใจความด้วยการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนวคิด โดยใช้สมองเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองทุมศรี สำราญวิทยา จังหวัดศรีสะเกษ ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ภาษาไทย ด้านการอ่านจับใจความ ด้วยการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $85.48/82.91$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนี้ประสิทธิผลของผลการเรียนรู้ภาษาไทยด้านการอ่านจับใจความ ด้วยการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญตามแนวคิด โดยใช้สมองเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 0.7659 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.59 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนวคิดสามารถเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจผลการเรียนรู้ภาษาไทยด้านการอ่านจับใจความ ด้วยการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมอยู่ในระดับมาก

อรุณा อินฟูลำ (2551) ได้ศึกษาการใช้นิทานพื้นบ้านเป็นบทเรียนเสริมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ เรื่องประวัติในภาษาไทย ตามทฤษฎีการทำงานของสมอง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านวังมะริว จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้น และพัฒนาระบบการเรียนของนักเรียนทั้งรายบุคคล และรายกลุ่มอยู่ในระดับดี

สุมพร ไหหลวง (2551) ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทำงานและความคิดสร้างสรรค์ในงานประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ตามขั้นตอนของ ชาเลนจ์เจอร์ กับที่เรียนรู้จากการปฏิบัติจริงร่วมกับการระดมสมอง โรงเรียนแควน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทำงานในงานประดิษฐ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ตามขั้นตอนของ ชาเลนจ์เจอร์ กับที่เรียนรู้จากการปฏิบัติจริงร่วมกับการระดมสมอง ไม่แตกต่างกัน เมื่อจากการเรียนรู้ทั้ง 2 วิธี แนวให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงปฏิบัติงานที่เป็นขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนแล้วเสร็จตามชุดประสังค์ที่กำหนดไว้ ด้านความคิดสร้างสรรค์ในงานประดิษฐ์ นักเรียนที่เรียนรู้ตามขั้นตอนของชาเลนจ์เจอร์ กับที่เรียนรู้จากการปฏิบัติจริงร่วมกับการระดมสมอง ไม่แตกต่างกัน เมื่อจากการเรียนรู้ทั้ง 2 วิธี เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยการฝึกปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างสร้างสรรค์ทุกขั้นตอน ฝึกระดมความคิดสร้างจินตนาการอย่างหลากหลาย จนสามารถผลิตผลงานออกมายield อย่างสร้างสรรค์ จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความสนใจตั้งใจ กระตือรือร้นในการปฏิบัติกรรม การทำงานประดิษฐ์อย่างสร้างสรรค์ บรรยายกาศเป็นไปด้วยความเป็นกันเอง ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและได้แสดงออกอย่างเต็มที่ทุกคน ค่อยให้กำลังใจกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด ทำให้ผู้เรียนรู้สึกปลดปล่อยและมีความพยายามคิดหาคำตอบ ดังนั้นการเรียนรู้ตามขั้นตอนของชาเลนจ์เจอร์ กับการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงร่วมกับการระดมสมอง สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทำงานและความคิดสร้างสรรค์ในงานประดิษฐ์ ได้จากทักษะกระบวนการทำงานและความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองทั้ง 2 วิธี

ณรงค์ โภครา โภครา โภครา (2552) ได้ทำการศึกษาผลการอ่านจับใจความของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดกิจกรรมตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐานกับการจัดกิจกรรมตามปกติ โรงเรียนบ้านโภค จังหวัดศรีสะเกษ ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดกิจกรรมอ่านจับใจความของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดกิจกรรมตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $84.44/81.02$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ด้วยนี่ประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.8544 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมปกติ

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมตามแนวคิด โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

จันทิมา โพธิรัตน์ (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โรงเรียนน้ำโสม พิทยาคม อุดรธานี ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีประสิทธิภาพ  $79.71/77.68$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ดัชนีประสิทธิผลของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเท่ากับ  $0.7072$  แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน ร้อยละ  $70.72$  นักเรียนมีทักษะการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สามารถพัฒนาทักษะการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษโดยสามารถสรุปใจความสำคัญจากบทอ่านที่กำหนดให้ บอกความหมายของคำศัพท์และอ่านออกเสียงตามหลักการอ่านออกเสียงได้อย่างถูกต้อง นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างมีความสุข สนุกสนาน กระตือรือร้น ได้เรียนรู้อย่างอิสระ ได้รู้จักการช่วยเหลือซึ่งกันและกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม มีความรับผิดชอบ มีความซื่อสัตย์ ต่อตนเอง และมีความสุขในการเรียน

สารภี ชมพูคำ (2552) ได้ศึกษาผลการพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 ตามแนวคิดพัฒนาการและการเรียนรู้ของสมอง (Brain-based Learning) โรงเรียนบ้านนาเวียง ผลการวิจัยพบว่า ผลการฝึกด้วยชุดกิจกรรมทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 ตามแนวคิดพัฒนาการและการเรียนรู้ของสมอง มีประสิทธิภาพ  $81.06/81.96$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์  $80/80$  ที่ตั้งไว้ ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดประสบการณ์พัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 ตามแนวคิดพัฒนาการ และการเรียนรู้ของสมอง มีค่าเท่ากับ  $0.6954$  ค่าเฉลี่ยหลังการทดลองของนักเรียนมีทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน ทั้ง 3 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด และทักษะการจำแนก สูงกว่าก่อนการทดลอง โดยที่หลังการทดลองจะอยู่ในระดับเดิมกما ส่วนก่อนการทดลองอยู่ในระดับพอใช้ นักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน ตามแนวคิดพัฒนาการ และการเรียนรู้ของสมอง อยู่ในระดับค่อนข้าง

กาญจนा กานทอง (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน โดยใช้ชุดกิจกรรม ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบชิปป้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุรินทร์ เขต 1 พบว่า ชุดกิจกรรมประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบชิปป้า มีประสิทธิภาพ  $83.79/82.22$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ( $80/80$ ) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 82.99

วนิดา เวชกามา (2553) ศึกษาผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน โรงเรียนบ้านโภกนาโก จังหวัดยโสธร ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $78.00/18.67$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์  $75/75$  ที่กำหนดไว้ ดังนี้ประสิทธิผลของ แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ  $0.5854$  ซึ่งแสดงว่า ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนร้อยละ 58.54 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนและเศษส่วน ด้วยการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสมองเป็นฐาน โดยรวมอยู่ในระดับมาก

สมสันต์ ศรีธรรมสาร (2553) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่อง ชนิดและหน้าที่ของคำ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน โรงเรียนชุมชนบ้านโนนเปือย (มหาพิมพ์สงเคราะห์) จังหวัดยโสธร ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่อง ชนิดและหน้าที่ของคำ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $82.08/84.70$  มีดังนี้ประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ภาษาไทย เท่ากับ  $0.702$  นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ภาษาไทยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้ภาษาไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ตลอดจนมีความคงทน ความรู้หลังเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์คิดเป็นร้อยละ  $94.65$  ของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ซึ่งลดลงจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิติยารัตน์ คำขาว (2553) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการเขียนเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน โรงเรียนบ้านลาดใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $88.13/80.20$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์  $75/75$  ที่ตั้งไว้ ดังนี้ประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการเขียนเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดสมองเป็นฐานมีค่าเท่ากับ  $0.7207$  และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในการเขียนเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุรารัตน์ สิงหเดช (2553) ศึกษาการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ที่ใช้หลักการของ การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ตามแนวคิดของ อีริก เจนเซ่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านนาคำหลวง จังหวัดอุตรธานี ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ โดยใช้หลักการของ การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานตามหลักการของ อีริก เจนเซ่น ด้วยการใช้แบบประเมินทักษะการพูด สามารถพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนเพิ่มมากขึ้น โดยมี

คะแนนร้อยละเฉลี่ยเพิ่มขึ้น และพิจารณาภาพรวมเฉลี่ยทั้ง 4 วงรอบโดยใช้ 3 หลักการ ได้แก่ 1) หลักการ Non-conscious runs automatic behavior เมื่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำซ้ำบ่อยๆ ซึ่งซับกิจกรรม การเรียน โดยการปฏิบัติด้วยกิจกรรม Chain drill 2) หลักการ Attentional limitations เพื่อแก้ปัญหา นักเรียนที่พูดออกเสียงประโยคไม่ถูกต้อง เมื่อกิจกรรมที่สนับสนาน สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ และ 3) หลักการ Reward and Addiction Dependency เมื่อการเสริมแรง โดยให้คำชมเชยและให้ เพื่อนๆ ปรบมือให้ เพื่อแก้ปัญหานักเรียนพูดประโยคstanหนาได้แต่ไม่เป็นธรรมชาติ อยู่ในระดับดี คือ คิดเป็นร้อยละ 80.09

อรุณรัตน์ จันทร์แท่น (2554) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด สมองเป็นฐาน เรื่อง การบวกราคาและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 20 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโนนสลาย จังหวัดสุรินทร์ ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดสมองเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกราคาและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์ และตัวตั้งไม่เกิน 20 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $77.42/76.09$  เป็นไปตามเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ และมีค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 0.6198 แสดงว่า นักเรียน มีความก้าวหน้าในการเรียน ร้อยละ 61.98 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจใน การเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกราคาและการลบ จำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 20 โดยรวมอยู่ในระดับมาก

#### งานวิจัยในต่างประเทศ

Hoge (2002) ได้ศึกษาผลการใช้ทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานกับนักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษา โดยการใช้การสังเกต สัมภាយณ์ การใช้แบบสอบถามนี้ส่วนร่วม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถเข้าใจบทเรียนได้ด้วยตนเอง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐานเป็นการสร้างบรรยากาศและสื่อแวดล้อมให้นักเรียนเรียนรู้ โดยครูผู้สอนใช้เทคนิค การจูงใจ และการลงมือปฏิบัติจริง จึงเป็นแนวทางหนึ่งของ โรงเรียนประถมศึกษาในการพัฒนาทักษะ ด้านต่างๆ ของนักเรียน

ฟอร์ทเนอร์ (Fortner, 2004) ได้ทำการศึกษาและทดลองการใช้แบบฝึกตามแนวคิดสมอง เป็นฐานร่วมกับทฤษฎีพุ่มปัญญา โรงเรียน Norfolk Public Schools พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทักษะการคิด สร้างสรรค์ วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 สูงขึ้นหลังจากการเรียนการสอน โดยใช้แบบฝึก ตามแนวคิดสมองเป็นฐานร่วมกับทฤษฎีพุ่มปัญญา

Bello (Bello, 2007) ได้ศึกษาผลการศึกษาของครูฝึกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานในการสอนการหารและเศษส่วนของนักเรียนระดับ 5 ในโรงเรียนเอกชน (The private school (PSPR)) ในเมือง Puerto Rico โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูที่สอนระดับ 5

โรงเรียนเอกชนที่ผ่านการสอนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน แล้วนำไปใช้สอนนักเรียนเกี่ยวกับ โครงสร้างการคิดในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วสรุปได้ว่าสามารถช่วยพัฒนาวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยนำไปใช้ในห้องเรียน ปรับปรุงหลักสูตรและการແຄบเปลี่ยนเรียนรู้โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เรื่องการหารและเศษส่วน ซึ่งมีกลุ่มประชากรคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 กลุ่ม จำนวน 58 คน ครู 23 คน โดยให้ตอบแบบสอบถามหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์แล้ว ผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานช่วยพัฒนานักเรียนให้มีทักษะการคิดเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้นตามลำดับและสามารถนำมาปรับปรุงเป็นหลักสูตรสำหรับสอนนักเรียนได้

ออดเด่น และกัลติกิน (Ozden and Gultekin, 2008) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดตามสมองเป็นฐาน (Brain-based Learning : BBL) ด้วยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นเกรด 5 โรงเรียน Kütahya Abdurrahman Pasa Primary School in Kütahya, ประเทศ Turkey ปีการศึกษา 2004-2005 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็นห้องทดลอง ที่ใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดสมองเป็นฐาน (The Principles of Brain-based Learning) 3 ระยะที่สำคัญ คือ ขั้นเรียนรู้อย่างมุ่งมั่น (Orchestrated Immersion) ขั้นเรียนรู้อย่างผ่อนคลาย (Relaxed Alertness) และขั้นเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active Processing) และห้องควบคุมที่ใช้รูปแบบการสอนปกติ จำนวนนักเรียนห้องละ 22 คน ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์จากโรงเรียน Kütahya Abdurrahman Pasa Primary School ใช้เวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง และทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ภายหลังจากทดลอง 3 สัปดาห์ เก็บข้อมูลจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่เรียนตามรูปแบบการสอนตามแนวคิดสมองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ก่อนและหลังทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นถึงความพยายามในการจัดการเรียนการสอน การกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล การศึกษาสภาพปัญหาด้านต่างๆ ที่เกิดขึ้น ในระหว่างปฏิบัติกรรมการเรียนการสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนด ໄວ่ ตลอดจนเป็นการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นและเกิดทักษะการปฏิบัติงานทางด้านต่างๆ ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผลของการวิจัยทำให้ผู้วิจัยได้รับข้อมูลที่จะนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอน และทำให้ทราบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ในหลากหลายรูปแบบ ตอบสนองค่อผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน และสามารถออกแบบการเรียนการสอนให้มีลักษณะที่หลากหลาย อันจะทำให้ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักเรียนต่อไป

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเศษส่วน ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ผู้วิจัยได้แสดงความลับพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ โดยกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

