

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
  - 1.1 วิสัยทัศน์
  - 1.2 หลักการ
  - 1.3 จุดมุ่งหมาย
  - 1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
  - 1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
2. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 2.1 ความสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 2.2 วิสัยทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 2.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 2.4 คุณภาพผู้เรียน
  - 2.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
  - 2.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
3. การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
  - 3.1 ความสำคัญของสมองกับการเรียนรู้
  - 3.2 กิจกรรมการพัฒนาสมองซีกซ้าย
  - 3.3 กิจกรรมการพัฒนาสมองซีกขวา
  - 3.4 ความหมายของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
  - 3.5 ลักษณะของแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
  - 3.6 ลำดับขั้นตอนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
  - 3.7 ประโยชน์ของการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
  - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 4.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.4 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- 5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
  - 5.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
  - 5.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
  - 5.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
  - 5.4 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
  - 5.5 การวัดความคิดสร้างสรรค์
  - 5.6 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
- 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
  - 6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

### หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นสำหรับท้องถิ่นและสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้มีคุณภาพด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยได้มีการกำหนด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 2)

#### 1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่สมดุลทั้งด้านความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐานรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ

## 2. หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดมุ่งหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณภาพบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

## 3. จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

3.1 คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยในการปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

#### 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะสำคัญ 5 ประการดังนี้

4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนคติของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการแลกเปลี่ยนของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

#### 5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ทั้งในฐานะพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

- 5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 5.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 5.3 มีวินัย
- 5.4 ใฝ่เรียนรู้
- 5.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 5.7 รักความเป็นไทย
- 5.8 มีจิตสาธารณะ

## หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

### 1. ความสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

ในปัจจุบันจึงกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญและมีความจำเป็นต่อการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ของประเทศ มีขอบเขตการใช้อย่างกว้างขวาง มีผลให้ชีวิตมนุษย์และสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่สุขสบายขึ้น โรคภัยลดลงหรือสามารถแก้ปัญหาได้ การเดินทางและการติดต่อสะดวกและรวดเร็วขึ้น การศึกษาก้าวหน้ากว่าเดิมมากมายนัก ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นผลมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแทบทั้งสิ้น

## 2. วิสัยทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนทองอยู่บุตกุล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้สามารถอ่านออก เขียนได้ และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ เห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นและโลกธรรมชาติ รวมทั้งร่วมดูแลรักษาอย่างยั่งยืน

## 3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น มีดังนี้

### 3.1 สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

**มาตรฐาน ว 1.1 :** เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

**มาตรฐาน ว 1.2 :** เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 3.2 สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

**มาตรฐาน ว 2.1 :** เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**มาตรฐาน ว 2.2 :** เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

### 3.3 สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

**มาตรฐาน ว 3.1 :** เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**มาตรฐาน ว 3.2 :** เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 3.4 สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

**มาตรฐาน ว 4.1 :** เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

**มาตรฐาน ว 4.2 :** เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 3.5 สารที่ 5 พลังงาน

**มาตรฐาน ว 5.1 :** เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและ สิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 3.6 สารที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

**มาตรฐาน ว 6.1 :** เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 3.7 สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

**มาตรฐาน ว 7.1 :** เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบ สุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยา ศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**มาตรฐาน ว 7.2 :** เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### 3.8 ตารางที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**มาตรฐาน ว 8.1 :** ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น

## 4. คุณภาพผู้เรียน

คุณภาพผู้เรียนเมื่อนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ดังนี้(กรมวิชาการ, 2551 : 4)

### 4.1 จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.1.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

4.1.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4.1.3 เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

4.1.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์



4.1.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

4.1.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.1.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

4.1.8 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

4.1.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

4.1.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

4.1.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

4.1.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

จากที่กล่าวมาสรุปว่า เมื่อนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 นักเรียนจะต้องมีคุณภาพ มีความเข้าใจในสาระและมาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างครบถ้วน

## 5. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 มีดังนี้ (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551: 9-77)

### สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

มาตรฐาน ว 3.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	<p>1. ทดลองและจำแนกสารเป็นกลุ่ม โดยใช้เนื้อสารหรือขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ และอธิบายสมบัติของสารในแต่ละกลุ่ม</p> <p>2. อธิบายสมบัติและการเปลี่ยนสถานะของสาร โดยใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสาร</p>	<p>- เมื่อใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ จำแนกสารได้เป็นสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม ซึ่งสารแต่ละกลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน</p> <p>- เมื่อใช้ขนาดอนุภาคของสารเป็นเกณฑ์จำแนกสารเป็นสารแขวนลอย คอลลอยด์และสารละลาย ซึ่งสารแต่ละกลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน</p> <p>- สั รูปร่าง ขนาด ความแข็ง ความหนาแน่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว เป็นสมบัติทางกายภาพของสาร</p> <p>ความเป็นกรด-เบส ความสามารถในการรวมตัวกับสารอื่น ๆ การแยกสลายของสารและการเผาไหม้ เป็นสมบัติทางเคมี</p> <p>- สารในสถานะต่างๆ มีลักษณะ การจัดเรียงอนุภาค ระยะห่างระหว่างอนุภาค และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคแตกต่างกัน ซึ่งสามารถใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสารอธิบายสมบัติบางประการของสารได้</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	<p>3. ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลาย</p> <p>4. ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย อาจจะมีสมบัติเป็นกรด กลาง หรือ เบส ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยกระดาษลิตมัส หรืออินดิเคเตอร์</li> <li>- ความเป็นกรด-เบสของสารละลาย ระบุเป็นค่า pH ซึ่งตรวจสอบได้ด้วยเครื่องมือวัดค่า pH หรือ ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์</li> <li>- ผลกระทบที่ใช้ในชีวิตประจำวันอาจมีความเป็นกรดเบสแตกต่างกัน จึงควรเลือกใช้ให้ถูกต้องปลอดภัยต่อตนเองและสิ่งแวดล้อม</li> </ul>
ม.2	<p>1. สำรวจและอธิบายองค์ประกอบสมบัติของธาตุและสารประกอบ</p> <p>2. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติของธาตุโลหะ ธาตุอโลหะ ธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสีและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ธาตุ เป็นสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกันและไม่สามารถแยกสลายเป็นสารอื่นได้อีกโดยวิธีการทางเคมี</li> <li>- สารประกอบเป็นสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยธาตุตั้งแต่สองธาตุขึ้นไป รวมตัวกันด้วยอัตราส่วนโดยมวลคงที่ และมีสมบัติแตกต่างจากสมบัติเดิมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ</li> <li>- ธาตุแต่ละชนิดมีสมบัติบางประการที่คล้ายกันและแตกต่างกัน จึงสามารถจำแนกกลุ่มธาตุตามสมบัติของธาตุเป็นธาตุโลหะ กึ่งโลหะ อโลหะ และธาตุกัมมันตรังสี</li> </ul>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	3. ทดลองและอธิบายการหลักการแยกสารด้วยวิธีการกรอง การตกผลึก การสกัด การกลั่น และโครมาโทกราฟี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- ในชีวิตประจำวันมีวัสดุ อุปกรณ์ และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ผลิตมาจากธาตุและสารประกอบ จึงควรเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมปลอดภัย และยั่งยืน - การกรอง การตกผลึก การสกัด การกลั่น และโครมาโทกราฟี เป็นวิธีการแยกสารที่มีหลักการแตกต่างกัน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
ม.3	-	-

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3  
มาตรฐาน ว 3.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. ทดลองและอธิบายวิธีเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นร้อยละ และอภิปรายการนำความรู้เกี่ยวกับสารละลายไปใช้ประโยชน์	- สารละลาย ประกอบด้วย ตัวละลาย และตัวทำละลาย สารละลายที่ระบุความเข้มข้นเป็นร้อยละหมายถึง สารละลายที่มีอัตราส่วนของปริมาณตัวละลาย ละลายอยู่ในสารละลายร้อยละ

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	2. ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวลและพลังงานของสาร เมื่อสารเปลี่ยนสถานะและเกิดการละลาย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ในชีวิตประจำวัน ได้มีการนำความรู้เรื่องสารละลายไปใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร อุตสาหกรรม อาหาร การแพทย์ และด้านอื่น ๆ</li> <li>- เมื่อสารเกิดการเปลี่ยนสถานะและเกิดการละลาย มวลของสารจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่สมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลง รวมทั้งมีการถ่ายโอนพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม</li> </ul>
ม.2	3. ทดลองและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะ และการละลายของสาร	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อุณหภูมิ ความดัน ชนิดของสารมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะ และการละลายของสาร</li> </ul>
	1. ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวล และพลังงานเมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งอาจเป็นการดูดพลังงานความร้อนหรือคายพลังงานความร้อน</li> </ul>
	2. ทดลอง อธิบายและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาของสารต่าง ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อุณหภูมิ ความเข้มข้น ธรรมชาติของสารและตัวเร่งปฏิกิริยา มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร</li> </ul>
	3. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของสารเคมี ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สมการเคมีใช้เขียนแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร ซึ่งมีทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์</li> <li>- ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน โลหะกับน้ำ โลหะกับกรด กรดกับเบส และกรดกับคาร์บอเนตเป็นปฏิกิริยาเคมีที่พบทั่วไป</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		- สารเคมีและปฏิกิริยาเคมี มีทั้งประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม
ม.2	4. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง ปลอดภัย วิธีป้องกันและแก้ไขอันตรายที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี	- การใช้สารเคมีต้องมีความระมัดระวังป้องกัน ไม่ให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น โดยใช้ให้ถูกต้อง ปลอดภัย และคุ้มค่า - ผู้ใช้สารเคมีควรรู้จักสัญลักษณ์เตือนภัยบนฉลาก และรู้วิธีการแก้ไขและการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับอันตรายจากสารเคมี
ม.3	-	-

#### 6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการ คือการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในทุกระดับไม่ว่าจะเป็นระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน โดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลและสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ มีรายละเอียดดังนี้

**6.1 การประเมินระดับชั้นเรียน** เป็นการวัดและประเมินผลที่อยู่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนดำเนินการเป็นปกติและสม่ำเสมอ ในการจัดการเรียนการสอน ใช้เทคนิคการประเมินอย่างหลากหลาย เช่น การซักถาม การสังเกต การตรวจการบ้าน การประเมินโครงการ การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน แฟ้มสะสมงาน การใช้แบบทดสอบ ฯลฯ โดยผู้สอนเป็นผู้ประเมินเองหรือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนประเมินเพื่อน ผู้ปกครองร่วมประเมิน ในกรณีที่ไม่มีผ่านตัวชี้วัดให้มีการสอนซ่อมเสริม

การประเมินระดับชั้นเรียนเป็นการตรวจสอบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ อันเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด มีสิ่งที่จะต้องได้รับการพัฒนาปรับปรุงและส่งเสริมในด้านใด นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลให้ผู้สอนใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนของตนด้วย ทั้งนี้โดยสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

**6.2 การประเมินระดับสถานศึกษา** เป็นการประเมินที่สถานศึกษาดำเนินการเพื่อตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเป็นรายปี/รายภาค ผลการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน นอกจากนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการศึกษาของสถานศึกษา ว่าส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมายหรือไม่ ผู้เรียนมีจุดพัฒนาในด้านใด รวมทั้งสามารถนำผลการเรียนของผู้เรียนในสถานศึกษาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับชาติ ผลการประเมินระดับสถานศึกษาจะเป็นข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการปรับปรุงนโยบาย หลักสูตร โครงการ หรือวิธีการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนเพื่อการจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาตามแนวทางการประกันคุณภาพการศึกษาและการรายงานผลการจัดการศึกษาต่อคณะกรรมการสถานศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้ปกครองและชุมชน

**6.3 การประเมินระดับเขตพื้นที่การศึกษา** เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับเขตพื้นที่การศึกษาตามมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของเขตพื้นที่การศึกษา ตามภาระความรับผิดชอบ สามารถดำเนินการโดยประเมินคุณภาพผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนด้วยข้อสอบมาตรฐานที่จัดทำและดำเนินการ โดยเขตพื้นที่การศึกษา หรือด้วยความร่วมมือกับหน่วยงานต้นสังกัด ในการดำเนินการจัดสอบ นอกจากนี้ยังได้จากการตรวจสอบทบทวนข้อมูลจากการประเมินระดับสถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

**6.4 การประเมินระดับชาติ** เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับชาติตามมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนทุกคนที่เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เข้ารับ

การประเมิน ผลจากการประเมินใช้เป็นข้อมูลในการเทียบเคียงคุณภาพการศึกษาในระดับต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษา ตลอดจนเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในระดับนโยบายของประเทศ (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551: 9-77)

ข้อมูลการประเมินในระดับต่าง ๆ ข้างต้น เป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษาในการตรวจสอบ ทบทวนพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ถือเป็นภาระความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่จะต้องจัดระบบดูแลช่วยเหลือ ปรับปรุงแก้ไข ส่งเสริมสนับสนุนเพื่อให้ผู้เรียน ได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพบนพื้นฐานความแตกต่างระหว่างบุคคลที่จำแนกตามสภาพปัญหาและความต้องการ ข้อมูลจากการประเมินจึงเป็นหัวใจของสถานศึกษาในการดำเนินการช่วยเหลือผู้เรียนได้ทันทั่วถึงที่ ปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาและประสบความสำเร็จในการเรียนสถานศึกษาในฐานะผู้รับผิดชอบจัดการศึกษา จะต้องจัดทำระเบียบว่าด้วยการวัดและประเมินผลการเรียนของสถานศึกษาให้สอดคล้องและเป็นไปตามหลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติที่เป็นข้อกำหนดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายถือปฏิบัติร่วมกัน

## การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

### 1. ความสำคัญของสมองกับการเรียนรู้

สมองเป็นอวัยวะที่สำคัญต่อการพัฒนาของอวัยวะทั้งหมดของร่างกาย ซึ่งจะรวมถึง การคิด การเรียนรู้ การจำ และพฤติกรรมของมนุษย์ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนควรมีความรู้เรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทำงานและการพัฒนาของสมอง เพื่อจะได้วางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในลักษณะที่กระตุ้นให้สมองคิดและทำงานแบบทำท่าย ยั่วมากที่สุด ผู้เรียนได้คิดและแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ในทุกด้าน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดและเรียนรู้เต็มตามศักยภาพ เป็นรากฐานไปสู่การเป็นคนดี คนเก่งและมีความสุขในการดำรงชีวิตและเมื่อเติบโตขึ้นจะได้เป็นเยาวชนพลเมืองที่ดีของสังคมต่อไป (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2543: 25) ในเรื่องของสมองหรือสติปัญญากับการเรียนรู้ของมนุษย์ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ทำการศึกษาถึงลักษณะ และหน้าที่ของสมองไว้หลายท่านด้วยกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมและสรุปมาดังต่อไปนี้

Mc clean (อ้างถึงใน ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย์, 2538: 32-33) ได้กล่าวถึงสมองของมนุษย์สรุปได้ว่า สมองของมนุษย์เรามีลักษณะเป็นสามชั้นและสองซีก (The Triune Brain and The Two Hemispheres) ดังนี้ สมองชั้นแรก หรือเป็นสมองส่วนที่อยู่ในส่วนที่เป็นชุมทางของระบบประสาท ซึ่งคอยควบคุมการเคลื่อนไหวร่างกายและทำให้ร่างกายอยู่ในอาการตื่นตัว (Awake and Alert) และทำงานได้ในสภาวะจิตสำนึก (Consciousness) สมองส่วนนี้จัดเป็นส่วนที่เล็กที่สุดของสมองทั้งสามชั้น



และกล่าวได้ว่าเป็นสมอง แห่งการเคลื่อนไหว สมองชั้นที่สองในสมองชั้นนี้จะมีการหลั่งของสารเมือกเหลว (Cerebrospinal Fluid) อันเป็นปรากฏการณ์ทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลเกิดความเครียดทางอารมณ์ ในสภาวะดังกล่าว การคิดในระดับสูงและจินตนาการจะถูกสกัดกั้นแต่การจำ (Memory) จะไม่ได้รับผลกระทบแต่อย่างใด นอกจากนี้สมองชั้นนี้ยังเกี่ยวข้องกับความวิตกกังวล (Anxiety) ความรู้สึกอ่อนไหว (Sentimentality) และช่วงแห่งความสนใจ (Attention Span) อาจกล่าวได้ว่าสมองชั้นที่สองเป็นสมองแห่งอารมณ์ สมองชั้นที่สามหรือสมองชั้นนอก สมองส่วนนี้แยกได้เป็นสองส่วนย่อย ๆ คือ ส่วนของคอร์เทกซ์ (Cortex) หรือสมองส่วนหน้า (Cerebrum) ซึ่งสมองส่วนนี้เป็นส่วนที่ห่อหุ้มสมองส่วนชั้นแรก ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคิดระดับสูง การตัดสินใจ และการจัดการข้อมูลข่าวสาร (Information) ในลักษณะการนำเข้า (Reception) การจัดเก็บ (Storage) และการดึงออกมาใช้ (Retrieval) และอีกส่วนหนึ่งของสมองชั้นนี้คือส่วนของนีโอคอร์เทกซ์ (Neocortex) หรือสมองกะเปาะหน้า (Prefrontal Cortex) ซึ่งส่วนนี้ทำหน้าที่เกี่ยวกับวางแผน การเข้าใจทะลุปรุโปร่ง (Insight) การเห็นความสำคัญ (Emphaty) การใคร่ครวญ (Introspection) และการหยั่งรู้ (Intuitive Thought) รวมทั้งการทรงความสนใจ (Firming up Intention) และการควบคุมพฤติกรรมที่ซับซ้อน (Regulation Complex Behaviors) อาจกล่าวโดยภาพรวมได้ว่า สมองส่วนชั้นที่สามนี้เป็นสมองเพื่อการคิดระดับสูงและจินตนาการอันเป็นความสามารถที่เชื่อกันว่ามีอยู่เฉพาะในมนุษย์เท่านั้นสมองสองซีก (The Two Hemispheres) สมองของมนุษย์ในส่วนซีรีบรัลคอร์เทกซ์ (Cerebral Cortex) มีลักษณะที่อาจแยกได้เป็นสองซีก (Two Hemispheres) ซึ่งมีลักษณะไม่สมมาตร (Asymmetry) กันโดยมีใย (Fibers) ที่เรียกว่า คอร์ปัส แคลโลซัม (Corpus Callosum) เชื่อมต่อกันอยู่ สมองซีกขวาควบคุมการทำงานของร่างกายด้านซ้าย และสมองซีกซ้ายควบคุมการทำงานของร่างกายด้านขวา สมองทั้งสองซีกถึงแม้ว่าจะทำหน้าที่ในลักษณะสอดคล้องกันแต่ทำหน้าที่แตกต่างกันกล่าวคือ สมองซีกซ้ายทำงานเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์และการคิดเชิงเหตุผล (Analytical and Rational Thinking) ในขณะที่สมองซีกขวาทำหน้าที่เกี่ยวกับการคิดอย่างยืดหยุ่นและกลมกลืน (Holistic) การคิดอุปมา (Metaphoric) และความคิดความเข้าใจเชิงสเปซ (Space) นอกจากนี้ยังพบว่าสมองซีกซ้ายทำงานได้ดีในกิจกรรมที่มีการสำแดงออก (Active) ขณะที่สมองซีกขวาทำงานได้ดีในสภาพใช้ความเข้าใจอย่างไม่โลดโผน (Passive Comprehension) และทำงานได้ดีกว่าสมองซีกซ้ายเมื่อมีเวลาจำกัดหรือสิ่งเร้ามีความคลุมเครือหรือชัดเจนไม่พอ (Poor)

Clark (1986: 30) ได้กล่าวถึงความถนัดของสมองทั้งสองซีก สรุปได้ว่าสมองซีกซ้ายถนัดคิดนึกในลักษณะสัญลักษณ์ ทำตามลำดับก่อนหลังอย่างมีระเบียบ คิดด้วยเหตุผลถูกต้องตามหลักตรรกวิทยา (Logic) ส่วนสมองซีกขวาถนัดในเรื่องรูปทรง ลวดลาย มองเห็นภาพเต็มสมบูรณ์

ดนตรี ศิลปะ การประดิษฐ์ ฝึนกลางวัน จินตนาการ คิดสร้างสรรค์ ไวต่อสีสันทัน จะปฏิบัติกิจด้วยความรู้สึก ๆ ที่ผุดขึ้นมาเองในจิตที่เรียกว่าลางสังหรณ์ คิดในลักษณะเชิงเทียบเคียง (Analogically)

ครองแผน ไชยชนะสาร (2538: 14) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า ศักยภาพในการเรียนรู้ของมนุษย์นั้นขึ้นอยู่กับการทำงานร่วมกันของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาอย่างสอดคล้องประสานและเมื่อใดก็ตามที่สมองทั้งสองซีกไม่สามารถถ่ายรับการทำงานอย่างลื่นไหล หรือว่าการทำงานของสมองทั้งสองข้างอยู่ในสภาพที่ขาดสมดุลภาพ จะส่งผลต่อกระบวนการเก็บข้อมูลของสมองทำให้เราไม่สามารถจดจำข้อมูลใหม่ ๆ และมักคิดถึงข้อมูลเก่า ๆ ได้ เมื่อนั้นกระบวนการเรียนรู้ของคนจะต้องเกิดปัญหาแน่นอน เพราะเราไม่สามารถจดจำอะไรได้เลย

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2541: 1) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่าสมองคนเรามีน้ำหนักประมาณ 1.5 กิโลกรัม ประกอบด้วยเซลล์ประสาท (Neuron) กว่า 50 พันล้านหน่วย โดยเฉพาะในส่วนเซลล์ประสาทจะมีส่วนที่เชื่อมต่อกันหรือเรียกว่า “ไซแนปส์” (Synapses) กว่า 6,000 แห่ง ที่มีหน่วยความจำที่ใหญ่และมีประสิทธิภาพมากที่สุดในโลก

พัชรวิทย์ เกตุแก่นจันทร์ (2544: 20) ได้กล่าวถึงสมองซีกซ้ายและซีกขวาว่าสมองแบ่งเป็นสองซีกคือ สมองซีกซ้ายและสมองซีกขวา ซึ่งมีการทำงานแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 ความถนัดของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

สมองซีกซ้าย	สมองซีกขวา
กระบวนการทางสมอง	กระบวนการทางสมอง
เหตุผล	อารมณ์
การกระชาระยะแน่นอน	มิติสัมพันธ์
แนวคิดของโลกตะวันตก	แนวคิดของโลกตะวันออก
การรับรู้	การรับรู้
การรับรู้เป็นบางส่วน	การรับรู้ภาพรวม
การวิเคราะห์ภาษา	ทันทีทันใด
มีลำดับก่อนหลัง	ความรู้สึกสัมผัส
ด้านวิชาการ	ด้านวิชาการ
มีแบบแผนแน่นอน	อิสระ
การบรรยายการอ่าน	สัญชาตญาณและอภิปรัชญา

ตาราง 3 (ต่อ)

สมองซีกซ้าย	สมองซีกขวา
เหตุผลเชิงอรรถ	ศิลปะ สุนทรียภาพ
วิทยาศาสตร์การคำนวณ	
ด้านสังคม	ด้านสังคม
จำชื่อคน/สิ่งของได้ดี	ประสบการณ์
วางแผนล่วงหน้า	ทันทีทันใด/ปัจจุบัน
คำสั่งที่เป็นข้อความ	คิดเป็นรูปภาพ
มีการใช้ภาษาพร้อมกัน	การมองและมีสัมผัส
ด้านอารมณ์และจิตใจ	ด้านอารมณ์และจิตใจ
ภาษา	สายตา
ความเข้าใจความหมายของบทเพลง	ดนตรี/เพลงบรรเลง
มีเหตุผล/ความคิด/สติปัญญา	ความคิดเหนือธรรมชาติ อารมณ์

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542: 131) ได้กล่าวถึงเรื่องหน้าที่ที่แตกต่างกันระหว่างสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาไว้พอสรุปได้ดังนี้ สมองซีกซ้าย เป็นเรื่องของการคิดแบบตรรกะ การคิดเป็นลำดับขั้น การคิดอย่างมีหลักการ การคิดวิเคราะห์ การคิดแบบอัตนัย รวมถึงการมองอะไรแบบแยกเป็นส่วน สำหรับหน้าที่ของสมองซีกขวานั้น คือ การคิดแบบสัมผัส การคิดแบบหยั่งรู้ การคิดแบบองค์รวม การคิดสังเคราะห์ การคิดแบบปรนัย และมองสิ่งใดในลักษณะภาพรวม โดยที่มนุษย์แต่ละคนมีความชอบ ความถนัดในการคิดทั้ง 2 แบบนี้แตกต่างกัน บางคนก็ถนัดที่จะคิดแบบสมองซีกใดซีกหนึ่งแต่บางคนก็มีความสามารถในการใช้สมองทั้ง 2 ซีกปะปนกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้สรุปได้ว่าลักษณะของสมองทางกายภาพ คือ สมองแบ่งออกเป็นสามชั้นและสองซีก โดยสมองชั้นแรกเป็นสมองส่วนที่เล็กที่สุดของสมองทั้งสามชั้น เป็นสมองแห่งอาการเคลื่อนไหว สมองชั้นที่สองจะมีการหลั่งสารชนิดหนึ่งเมื่อบุคคลเกิดความเครียดในอารมณ์ สมองซีกนี้เป็นสมองแห่งอารมณ์ และสมองชั้นที่สาม หรือสมองชั้นนอกเป็นส่วนที่ห่อหุ้มชั้นแรก สมองส่วนนี้ทำหน้าที่ในการวางแผน การหยั่งรู้ และสมองชั้นที่สามนี้เป็นสมองแห่งการคิดระดับสูง และจินตนาการ สำหรับสมองซีกซ้ายเป็นการคิดอย่างมีเหตุผล และสมองซีกขวาเป็นการคิดอย่างมีโครงร่างและเป็นการคิดที่ยืดหยุ่นและกลมกลื่น อีกทั้งสมองซีกขวามีบทบาทหน้าที่ในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ ในการเรียนรู้การสอนเพื่อให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ดีที่สุด และมี

ประสิทธิภาพ การจัดการเรียนการสอนในลักษณะที่พัฒนาสมองซีกขวาและสมองซีกซ้ายไปอย่างสมดุลกัน

## 2. กิจกรรมการพัฒนาสมองซีกซ้าย

### 2.1 กิจกรรมการคิดวิเคราะห์

กิจกรรมการคิดวิเคราะห์มีนักวิชาการได้สรุปไว้ดังนี้

Center for Critical Thinking (1996: 7) ได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์สรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์เป็นวิธีคิดที่ทำให้ผู้คิด มีความชำนาญในการคิด สามารถก่อให้เกิดผลิตผลทางปัญญาที่ดีกว่ารวมถึงประเมินผลงานทางด้านสติปัญญาได้ดี ส่งผลให้การกระทำด้านต่าง ๆ มีเหตุผลดีขึ้นและที่สำคัญเป็นการคิดที่เต็มไปด้วยสาระ และมีส่วนสร้างความเจริญแก่วิทยาการทุก ๆ สาขา ทำให้ทุกเรื่องมีความสมบูรณ์ทางด้านเหตุผลการปฏิบัติทั้งวิชาในสายวิทยาศาสตร์ ศิลปะและวิชาชีพ

ในอีกมุมมองหนึ่ง การคิดวิเคราะห์ใช้ความคิณาพฤติกรรมผู้ที่คิดวิเคราะห์เป็น จึงสามารถใช้ปัญญานำชีวิต ได้ในทุก ๆ สถานการณ์ เป็นบุคคลที่ไม่โลก ไม่เห็นแก่ตัว ไม่ยึดเอาตนเองเป็นศูนย์กลาง มีเหตุผล ไม่มีอคติ มีความยุติธรรม พร้อมทั้งจะสร้างสุขในทุกโอกาสการคิดวิเคราะห์จะต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญสองเรื่อง คือ เรื่องความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้องกับเทคนิคในการตั้งคำถามเพื่อใช้ในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งทั้งสองเรื่องมีความสำคัญต่อการคิดวิเคราะห์เป็นอย่างยิ่ง

จากรายละเอียดของกิจกรรมการคิดวิเคราะห์ที่กล่าวมาทำให้สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง วิธีคิดที่ใช้ความเป็นเหตุเป็นผลอย่างถูกต้องในการพิจารณาสิ่งในก็ตาม ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำกิจกรรมการคิดวิเคราะห์นี้ไปใช้ในชั้น ไตร่ตรองประสบการณ์ขึ้นพัฒนาความคิดรวบยอด และขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT System

### 2.2 กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมการทดลองมีนักวิชาการได้สรุปความหมายไว้ดังนี้

Stafford et al. (1997, อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531: 246) ได้ให้ความหมายของการทดลองว่า การทดลองเป็นการสร้างเหตุการณ์หรือสถานการณ์จำลองขึ้นอย่างหนึ่ง เพื่อจะได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ไว้แล้ว เพื่อว่าจะได้ทดสอบซ้ำอีกนักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองเพื่อสำรวจ หรือเพื่อดูว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้างภายใต้สถานการณ์อย่างนี้ หรือทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน รูปแบบของโมเดลที่คิดไว้ การทดลองจะทำให้ได้ข้อมูลจุดประสงค์ของการทดลอง

Best (1970 อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531: 246) กล่าวถึงการทดลองว่าหมายถึงวิธีการทำงานอย่างเป็นระเบียบและมีหลักการเพื่อจะหาคำตอบของคำถามที่ว่าถ้าทำอย่างนี้แล้วภายใต้เงื่อนไขที่ควบคุม จะมีสิ่งใดเกิดขึ้นบ้าง ผู้กระทำการทดลองจะใส่ตัวแปรที่ต้องการดูผลกระทบของมันลงไป หรือไม่ก็จัดสภาพแวดล้อมใหม่ แล้วสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงของวัตถุที่ถูกกระทำหรือสังเกตคุณสมบัติที่เปลี่ยน

Carind and Sund (1975 อ้างถึงในสุวัฒน์ นิยมคำ, 2531: 247) ให้ความหมายของการทดลองว่า การทดลองจะต้องเป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่งซึ่งสภาพการณ์จะต้องมีการตั้งสมมติฐานขึ้น แล้วมีการทดสอบสมมติฐาน โดยแบ่งการทดสอบออกเป็นกลุ่มควบคุมกับกลุ่มตัวแปร

สุพจน์ ศุภกุล (2538: 114) ได้กล่าวถึงการทดลองไว้ว่า การทดลองเป็นกระบวนการที่รวมเอาทักษะต่าง ๆ ได้แก่การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และดำเนินการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่ ก่อนการทดลองนั้นจะต้องมีปัญหาจากปัญหานี้จะทำให้เราแยกประเภทตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาตั้งสมมติฐาน ต่อจากนั้นถึงขั้นออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมตัวแปร เลือกวัสดุอุปกรณ์ ที่เหมาะสม แล้วดำเนินการทดลองต่อไป

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 114) ได้กล่าวถึงนิยามของการทดลองว่า การทดลองหมายถึงกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

- 1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง
- 2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ
- 3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการทดลองหมายถึงวิธีการทำงานที่เป็นระเบียบมีหลักการ อยู่ภายใต้สภาพการณ์ที่ควบคุมได้ โดยประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้น คือ ขั้นตอนออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง ซึ่งกิจกรรมการทดลองนี้ผู้วิจัยได้นำไปจัดไว้ในชั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดรวบยอด ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ

### 2.3 กิจกรรมการอภิปราย

กิจกรรมการอภิปรายมีนักวิชาการได้สรุปไว้ดังนี้

สุพจน์ ศุภกุล (2538: 321) ได้กล่าวถึงการอภิปรายสรุปได้ดังนี้ การอภิปรายซักถาม หมายถึง วิธีแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันระหว่างครูกับเด็ก หรือเด็กกับเด็กด้วยกันเอง โดยมีครูเป็นผู้ประสานงานแทนที่ครูจะเป็นฝ่ายตั้งปัญหาซักถามให้เด็กเป็นฝ่ายตอบเท่านั้น ต้องเปิดโอกาสให้เด็กเป็นฝ่ายตั้งปัญหาขึ้นมาบ้าง และผู้ตอบก็มีใช้ครูคนเดียวเด็กทุกคนมีส่วนที่จะช่วยกันตอบร่วมกัน การอภิปรายเป็นการพิจารณาสำรวจและตรวจสอบหัวข้อเรื่องที่จะเรียนหรือปัญหาที่จะหาคำตอบ โดยมีการพัฒนาทุกแง่ทุกมุมอย่างรอบคอบจากหลายฝ่าย โดยผู้ที่ร่วมการอภิปรายทุกคนมีความบริสุทธิ์ใจที่จะโต้แย้งสนับสนุน ด้วยเหตุผลและหลักฐานแทนที่จะใช้การปะทะกันอย่างการโต้ว่าตี

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 176-181) ได้กล่าวถึงการอภิปรายในการเรียนการสอนพอสรุปได้ดังนี้ การอภิปราย หมายถึง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เป็นการพูดถึงเนื้อหาวิชาความรู้จากความคิดในแง่มุมมองต่าง ๆ กันและการอภิปรายที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้มีการสืบเสาะหาความรู้ ครูสามารถใช้การอภิปรายเพื่อทำให้ผู้เรียนค้นพบสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองโดยการสร้างสถานการณ์ซึ่งจะกระตุ้นนักเรียนให้พร้อมที่จะถามคำถามและวิเคราะห์ การอภิปรายมีหลายอย่างตั้งแต่อภิปรายกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น จนกระทั่งกลุ่มย่อย ๆ ตั้งแต่การอภิปรายแบบแคบ ๆ เพียงการถาม-ตอบไปจนถึงการอภิปรายที่ไม่จำกัดวง อย่งไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นการอภิปรายแบบไหน การอภิปรายก็เป็นการส่งเสริมการทำงานแบบประชาธิปไตยเป็นการให้และรับแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเรื่องราวต่าง ๆ ระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน

จากรายละเอียดของกิจกรรมการอภิปรายที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการอภิปราย เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นกับเพื่อน และครู โดยมีครูเป็นผู้ประสานงานในการอภิปราย ซึ่งกิจกรรมการอภิปรายนี้ผู้วิจัยได้นำไปจัดไว้ในชั้นปีไตร่ตรองประสบการณ์ ชั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดรวบยอดและขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT System

### 2.4 กิจกรรมการทำแบบฝึกหัด

กิจกรรมการทำแบบฝึกหัดมีนักวิชาการได้สรุปความหมายไว้ดังนี้

วรสุดา บุญยไวโรจน์ (อ้างถึงใน ดวงเดือน อ่อนน่วม และคณะ, 2535: 37) ให้ความหมายของแบบฝึกหรือแบบฝึกหัดว่าเป็นสื่อกลางที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจและฝึกฝนจนเกิดแนวคิดที่ถูกต้องและเกิดทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่งนอกจากนี้แบบฝึกหัดยังเป็นเครื่องบ่งชี้ให้ครูทราบว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจบทเรียนมกน้อยอย่างไรแบบฝึกที่ดีและ

สมบูรณ์สามารถใช้แทนแบบทดสอบประเภทวินิจฉัยการเรียนรู้ในการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ แบบฝึกหัดที่ได้นอกจากจะสนองทางด้านความรู้แล้วยังมีผลทางด้านจิตใจด้วย แบบฝึกหัดที่เหมาะสมสำหรับเด็กแต่ละวัยจะช่วยให้เกิดความสำนึกผิดเพี้ยนและภาคภูมิใจที่ทำได้ อีกทั้งยังส่งผลถึงพัฒนาการทางด้านกล้ามเนื้อ ประสาทสัมผัสอื่น ๆ อีกด้วย

นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะลักษณะแบบฝึกหัดที่ดีเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูหรือผู้สร้างแบบฝึกหัดได้ดังนี้

1) แบบฝึกหัดที่ดีควรมีความชัดเจนทั้งคำสั่ง และวิธีทำ คำสั่งหรือตัวอย่างแสดงวิธีทำที่ใช้ ไม่ควรยาวเกินไป เพราะจะทำให้เข้าใจยาก ควรปรับให้เหมาะสมกับผู้ใช้ ทั้งนี้เพื่อให้ นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้

2) แบบฝึกหัดที่ดีควรมีความหมายต่อผู้เรียนและตรงตามจุดมุ่งหมายของการฝึกลงทุนน้อยใช้ได้นานและทันสมัยอยู่เสมอ

3) ภาษาและภาพที่ใช้ในแบบฝึกหัดควรเหมาะสมกับวัย และพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน

4) แบบฝึกหัดที่ดีควรแยกเป็นเรื่อง ๆ และแต่ละเรื่องไม่ควรยาวเกินไปแต่ควรมีกิจกรรมหลายรูปแบบ เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจและไม่เบื่อหน่ายในการทำและเพื่อฝึกทักษะใดทักษะหนึ่งจนเกิดความชำนาญ

5) แบบฝึกหัดที่ดีควรมีทั้งแบบกำหนดคำตอบให้ และแบบให้ตอบโดยเสรี การเลือกใช้คำข้อความ หรือรูปภาพในแบบฝึกหัด ควรเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย และตรงกับความสนใจของนักเรียน เพื่อว่าแบบฝึกหัดที่สร้างขึ้นจะได้ก่อให้เกิดความเพลิดเพลิน และพอใจแก่ผู้ใช้ ซึ่งตรงกับหลักการเรียนรู้ที่ว่า เด็กมักจะเรียนรู้ได้เร็วในการกระทำที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจ

6) แบบฝึกหัดที่ดีควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ให้รู้จักค้นคว้ารวบรวมสิ่งที่พบเห็นบ่อย ๆ หรือที่ตัวเองเคยใช้ จะทำให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น และรู้จักการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง มีหลักเกณฑ์และมองเห็นว่าสิ่งที่เขาได้ฝึกฝนนั้นมีความหมายต่อเขาตลอดไป

7) แบบฝึกหัดที่ดีควรตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันหลาย ๆ ด้าน เช่น ความต้องการ ความสนใจ ความพร้อม ระดับสติปัญญา และประสบการณ์ ฉะนั้นการจัดทำแบบฝึกหัดแต่ละเรื่องควรจัดให้มากพอและมีทุกระดับตั้งแต่ง่ายปานกลาง จนถึงระดับค่อนข้างยาก สำหรับเด็กกลุ่มเก่ง กลาง อ่อนจะได้เลือกทำตามความสามารถ ทั้งนี้เพื่อให้เด็กทุกคนประสบความสำเร็จในการทำแบบฝึกหัด

8) แบบฝึกหัดที่ดีควรสามารถเร้าความสนใจของนักเรียนได้ ตั้งแต่หน้าปก จนถึงหน้าสุดท้าย

9) แบบฝึกหัดที่ดีควรได้รับการปรับปรุง ควบคู่ไปกับหนังสือแบบเรียนอยู่เสมอ และควรใช้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียน

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับรายละเอียดของกิจกรรมการทำแบบฝึกหัด สรุปได้ว่าการทำแบบฝึกหัด เป็นสื่อที่ทำให้ครูทราบได้ถึงความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหา นั่นอีกทั้งเป็นสื่อที่ทำให้เกิดการค้นคว้าได้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกิจกรรมการทำแบบฝึกหัดไปใช้ในชั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดรวบยอด

### 3. กิจกรรมการพัฒนาสมองซีกขวา

#### 3.1 กิจกรรมการคิดหยั่งรู้

กิจกรรมการคิดหยั่งรู้มีนักวิชาการ ได้สรุปความหมายไว้ดังนี้

Williams (1970: 134-150) ได้อธิบายเกี่ยวกับการแสดงออกจากการหยั่งรู้ว่าเป็นวิธีการหนึ่งในวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จัดเป็นความสามารถของสมองซีกขวา เพราะเป็นการฝึกให้รู้จักการแสดงความรู้สึก ความคิดที่เกิดจากมีสิ่งมาเร้าไว้จะรับสัมผัสทั้งห้า ตัวอย่างเช่น

- 1) ดูภาพคนในอิริยาบถต่าง ๆ แล้วใช้ความรู้สึกช่วยกันเดาภาพนั้น ๆ
- 2) สมมติเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิตแล้วให้บอกความรู้สึก เช่น นาฬิกา ดินสอ ร่ม กระดาษ

เป็นต้น

3) สอดค้นคว้าเกี่ยวกับความสำเร็จของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถคิดค้นพบอะไรขึ้นใหม่โดยใช้การหยั่งรู้หรือจิตสังหรณ์ของตนเอง

- 4) ให้ดูรูปภาพแล้วทายว่าอะไรเกิดขึ้นก่อนการแสดงออกในภาพนั้น

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับการคิดหยั่งรู้สรุปได้ว่าการคิดหยั่งรู้ หมายถึง การแสดงความรู้สึกความคิดที่เกิดจากการมีสิ่งมาเร้าไว้จะรับสัมผัสทั้งห้า ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยได้นำการคิดหยั่งรู้มาเป็นกิจกรรมหนึ่งในการจัดรูปแบบการสอนแบบ 4 MAT ในชั้นสร้างประสบการณ์ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดและขั้นสร้างสิ่งสะท้อนความเป็นตัวเองและได้ให้นิยามกิจกรรมการคิดหยั่งรู้ว่า หมายถึง การจัดกิจกรรมโดยกำหนดสถานการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแล้วให้นักเรียนลองสมมติตัวเองว่าเป็นสิ่งที่อยู่ในสถานการณ์นั้น จากนั้นให้จินตนาการถึงความรู้สึกหรือเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์นั้น แล้วเขียนบรรยายความรู้สึกหรือเหตุการณ์นั้น



### 3.2 กิจกรรมการส่งเสริมการคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อ

กิจกรรมการทำแบบฝึกหัดมีนักวิชาการได้สรุปความหมายไว้ดังนี้

สมศักดิ์ ภูวิภาดาธรรม (2542: 154-155) ได้กล่าวถึงการคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อว่า หมายถึง ความสามารถ 3 ประการ คือ

1) ความสามารถในการมองเห็น หมายถึง ความละเอียดลออในการสังเกตสิ่งต่าง ๆ และการตีความข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การเรียนวิชาต่าง ๆ จะเริ่มจากการเห็นหรือการสังเกต เช่น สังเกตการณ์สาธิต คูตาราง หรือรูปภาพประกอบ นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนให้มีความช่างสังเกตสังเกตในสิ่งที่สำคัญและต้องรู้จักตีความจากสิ่งที่สังเกตอีกด้วย

2) ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของภาพหรือแผนภูมิอธิบาย จะทำให้เข้าใจได้ง่ายกว่าการอธิบายโดยใช้คำพูดเพียงอย่างเดียว การฝึกให้นักเรียนใช้รูปภาพหรือแผนภูมิในการนำเสนอข้อมูลจึงนับว่ามีประโยชน์ทั้งในแง่ที่ช่วยให้นักเรียนมีความกระจำในข้อมูลและช่วยทำให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดของตนได้ง่ายขึ้น

3) ความสามารถในการสร้างภาพพจน์ในความคิด คือความสามารถในการมองเห็นภาพต่าง ๆ ในความคิดเพื่อช่วยในการจัดจลข้อมูล จำกฎเกณฑ์หรือสูตรคณิตศาสตร์หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นต้น

การสร้างภาพในความคิดเกิดขึ้นจากการที่เราใช้ ตาในสมอง มองสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นภาพหรือคิดเป็นภาพแทนที่จะคิดเป็นตัวอักษร จากการทดลองในโครงการ ตาในสมอง (The Mind's Eye) ของโรงเรียนในเมืองเอสคอนดิโค มลรัฐแคลิฟอร์เนีย พบว่า การฝึกให้นักเรียนค้นหาคำสำคัญต่าง ๆ จากเนื้อเรื่องที่อ่านและคำสำคัญนั้นออกมาเป็นภาพในความคิดจะช่วยให้นักเรียนมีประสิทธิภาพในการอ่านเพื่อความเข้าใจได้มากขึ้นและมีความคงทนในการจำสูงขึ้น

จากรายละเอียดของกิจกรรมการส่งเสริมการคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อ ทำให้สรุปได้ว่าหมายถึงความสามารถ 3 ประการคือ การมองเห็น การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟิกและการสร้างภาพพจน์ในความคิด ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกการใช้ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟิกในลักษณะของภาพ ภาพโป่งใส การ์ตูน การ์ตูนเรื่องมาใช้จัดในขั้นสร้างประสบการณ์และขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดและขั้นสร้างสิ่งสะท้อนความเป็นตัวเอง ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT System

### 3.3 กิจกรรมเกมกับการเรียนการสอน

กิจกรรมเกมกับการเรียนการสอนมีนักวิชาการได้กล่าวถึงเกมกับการเรียนการสอนไว้ดังนี้

สุกิจ ศรีพรหม (2544: 73-75) กล่าวถึงเกมกับการเรียนการสอนไว้สรุปได้ดังนี้ เกมหมายถึง การเล่นที่ประกอบด้วยผู้เล่น ซึ่งอาจเล่นเป็นรายบุคคลเพื่อแข่งขันกับตนเองการเล่นเป็นกลุ่มที่มีการแข่งขันในระหว่างผู้เล่นด้วยกัน นักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจะชอบเล่นเกม มีความพึงพอใจและสนุกสนานที่ได้แข่งขันกัน เกมจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีป่วนเล่นโดยถือว่า เกมทางการเรียนนั้นมีลักษณะคล้ายกับเกมอื่น ๆ เกมเป็นสิ่งที่นำมาซึ่งความสนุกสนาน มีการแข่งขัน โดยมีจุดประสงค์เฉพาะและมีกฎเกณฑ์ปฏิบัติ เกมอาจเป็นเกมที่ใช้กำลังกายหรือกำลังสมองก็ได้ จากหลักทางจิตวิทยาและแนวคิดของนักการศึกษาสรุปได้ว่าเด็กทุกคนมีพฤติกรรมที่ ชอบการเคลื่อนไหวอยากวิ่งอยากเห็น การเล่นคืออายุวัฒนะของเด็ก เด็กจะได้รับประสบการณ์จากการเล่นเป็นส่วนใหญ่นอกจากจะทำให้เกิดความสุขสนุกสนานแล้วยังสามารถพัฒนาทางด้านร่างกาย ด้านอารมณ์ ด้านสังคม และยังส่งเสริมให้เด็กเกิดจินตนาการและการเรียนรู้ได้อีกด้วย เกมประกอบการสอน มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- 1) เพื่อเตรียมสภาพทางอารมณ์ของผู้เรียนให้พร้อมในด้านการเรียน
- 2) เพื่อฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต มีไหวพริบ เฉลียวฉลาด รู้จักเหตุผล พากเพียร และอดทน
- 3) เพื่อฝึกให้นักเรียนเป็นคนรู้จักฟังตนเอง
- 4) เพื่อฝึกให้นักเรียนเป็นคนดี มีมารยาท และมีจริยธรรม กล่าวคือ ให้อภัยที่เขาที่เรา เป็นคนมีระเบียบแบบแผน มีวินัย ความซื่อสัตย์ และมีความสามัคคี
- 5) เพื่อปลูกฝังความมีน้ำใจเป็นนักกีฬา ให้เป็นคนที่ร่าเริงแจ่มใส เพื่อที่จะได้เป็นนักต่อสู้ชีวิตเต็มไปด้วยความร่าเริงเบิกบาน และมีความคิดก้าวหน้าอยู่เสมอ

ประโยชน์ของกิจกรรมที่ใช้เกมประกอบการเรียนการสอน คือ

- 1) ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม สติปัญญา
- 2) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเพลิดเพลิน ผ่อนคลายอารมณ์ตึงเครียด
- 3) ช่วยให้เกิดความสนใจในการเรียน และกระตุ้นให้อยากเรียน
- 4) ช่วยให้นักเรียนได้แสดงออกอย่างเต็มความสามารถ
- 5) ช่วยให้อ่านใจตนเอง และเกิดการยอมรับ
- 6) เป็นการส่งเสริมคุณลักษณะที่พึงประสงค์ เช่น ความสามัคคี ความเอื้อเฟื้อ

เทคนิควิธีการใช้เกมประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน มีดังนี้

1) ให้ระลึกอยู่เสมอว่าเกมเป็นเพียงสื่อช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ในการสอนเท่านั้น เกมเป็นส่วนช่วยให้เกิดการฝึกฝนในสิ่งที่เลือกสรรแล้วและใช้ในการทบทวนสิ่งที่น่าสนใจและขาดหายไป

2) ในการสอนเกมใหม่ครูต้องแน่ใจว่านักเรียนเข้าใจวัตถุประสงค์ของการเล่นและเข้าใจวิธีการเล่นอย่างแจ่มแจ้งแล้ว

3) ฝึกนักเรียนให้เล่นตามกฎระเบียบกติกาและมารยาทของเกมนั้น ๆ

4) ควรหลีกเลี่ยงการเล่นเกมที่ใช้เวลานาน เกมที่มีการเล่นที่ซับซ้อน และเกมที่มีกติกาไม่แน่นอน

5) เลือกเกมที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน

6) การเล่นต้องมีการกำหนดสัญญาณเริ่มและหยุดเล่น ต้องหยุดเล่นเมื่อหมดเวลา

7) ให้เน้นความมีน้ำใจเป็นนักกีฬา รู้แพ้ รู้ชนะ รู้อภัย

8) ผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนสร้างเกมขึ้นเล่นเอง โดยให้สร้างเกมที่ช่วยส่งเสริมทางการเรียน

9) ผู้สอนควรมีการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนขณะที่มีการเล่นเกม

เกมเป็นเพียงกิจกรรมหนึ่งเท่านั้นที่ใช้สอดแทรก กิจกรรมในการเรียนการสอน การเรียนการสอนที่จะประสบความสำเร็จ ควรจะมีการบูรณาการให้ผู้เรียนได้นำประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงและต้องส่งเสริมผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ เก่ง ดี มีสุข

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า เกมหมายถึงการเล่นที่มีการแข่งขัน อาจจะแข่งขันกับตนเองหรือเพื่อน โดยที่เมื่อนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนจะทำให้เกิดพัฒนาการด้านการเรียนรู้ในหลายด้าน ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำกิจกรรมเกมกับการเรียนการสอนมาใช้ในขั้นสร้างประสบการณ์และขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ในการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT System

### 3.4 กิจกรรมการจัดมุมวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการจัดมุมวิทยาศาสตร์มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงรายละเอียดของการจัดมุมวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 289) กล่าวถึง การจัดมุมวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนว่า สามารถจัดทำได้โดยแบ่งส่วนหลังห้องหรือด้านหน้าห้องเพียงมุมเดียว จัดโต๊ะสำหรับวางอุปกรณ์หรือการทดลองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียน ได้ศึกษาเมื่อมีเวลาว่างจากการเรียน นักเรียน

อาจใช้มุมวิทยาศาสตร์ในการทำสถิติซ้ำ หรือทำงานแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง อาจใช้เป็นที่ปลูกพืชในห้องเรียน เป็นที่วางหนังสือ ตำราทางวิทยาศาสตร์ที่ออกใหม่และน่าสนใจ

จากที่ได้กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่ากิจกรรมการจัดมุมวิทยาศาสตร์นั้น จัดขึ้นภายในมุมของห้องเรียนที่ไม่จำเป็นต้องมีพื้นที่มากนักแต่ควรมีการสลับสับเปลี่ยนตำแหน่ง โดยที่ภายในมุมวิทยาศาสตร์จะมีหนังสือเพื่อค้นคว้าเพิ่มเติม รวมทั้งการเสนอผลงานของนักเรียนภายในห้องซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกิจกรรมนี้ไปประกอบขึ้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้อื่น

### 3.5 กิจกรรมการจัดทำป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการจัดป้ายนิเทศมีนักวิชาการได้กล่าวถึงไว้ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542:321) ได้กล่าวถึงการจัดทำป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์ว่า ป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์ เป็นป้ายที่จัดแสดงข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากหนังสือพิมพ์ วารสาร หรือแหล่งอื่น ๆ ข่าวที่นำมาแสดงบนป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์จะเป็นข่าวที่น่าสนใจ ทันสมัย เป็นการให้ความรู้แก่นักเรียน กิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมในห้องเรียนที่เมื่อนักเรียนปฏิบัติแล้ว มีความสนใจทำให้เกิดความรู้สึกร่าเริง น่าศึกษา

จากรายละเอียดของการจัดทำป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์ทำให้สรุปได้ว่าการจัดทำป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์จัดทำเพื่อเสนอข้อมูลความรู้แก่นักเรียน

### 3.6 กิจกรรมการเขียนกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเขียนกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีนักวิชาการได้กล่าวถึงไว้ดังนี้

สารัช บุญเมืองแสน (2543: 56-59) ได้กล่าวถึงกิจกรรมการเขียนกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ การเขียนเป็นประสบการณ์ทางภาษาที่สำคัญอย่างยิ่ง เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนในการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ระดับความคิดต่าง ๆ สมรรถภาพด้านการเขียนเกิดขึ้นได้โดยการลงมือปฏิบัติจริงเท่านั้น ไม่ใช่เพียงการมีทักษะความรู้ทางไวยากรณ์เท่านั้นก็เขียนได้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ก็เป็นกิจกรรมหนึ่งที่จะพัฒนาความสามารถในการเขียนของนักเรียน การเขียนทำให้เกิดการเรียนรู้ดีขึ้น เนื่องจากเป็นกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้ เป็นกระบวนการสะท้อนความคิด ในขณะที่นักเรียนลงมือเขียน เมื่อนักเรียนเกิดความสับสนในมโนคติวิทยาศาสตร์ พวกเขาจะทำความเข้าใจในมโนคติวิทยาศาสตร์เหล่านั้น โดยเชื่อมโยงเข้ากับตัวอย่างรูปธรรมที่พบในชีวิตประจำวัน การเขียนทางวิทยาศาสตร์ยังช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการสื่อความหมาย เนื่องจากกระบวนการวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการสื่อความหมาย นักเรียนจึงต้องเป็นนักสื่อสารที่ดี การเขียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นักเรียนจะต้องสื่อสารการค้นพบความสัมพันธ์ของมโนคติต่าง ๆ ร่วมกับเพื่อน ๆ โดยการเขียนจะเปิดโอกาสให้เขาทำความเข้าใจในแนวคิดต่าง ๆ และนำเสนอความรู้ท่ามกลางเพื่อน ๆ เมื่อเสร็จสิ้นการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นักเรียนมักได้รับมอบหมายให้รายงานผลการทำปฏิบัติการ หรือ

การตรวจสอบผลงานที่จากงาน บ่อยครั้งที่รูปแบบการเขียนรายงานผลการทำปฏิบัติการที่เป็นทางการนั้นปิดกั้นความคิดสร้างสรรค์ การสะท้อนความคิดเห็น การพิจารณาไตร่ตรอง และการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ ของนักเรียน แม้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์จะเน้นกระบวนการและการค้นพบก็ตาม ก็จะทำให้นักเรียนเชื่อว่าแนวคิดของพวกเขาเองนั้น ไม่มีค่าอะไรเลยตามปรกติกิจกรรมที่ส่งเสริมการเขียนทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วคือ การเขียนรายงาน ผลการทำปฏิบัติการการเขียนตอบใบงาน การทำรายงานหัวข้อทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมอบหมาย อาจจัดเสริมให้นักเรียนได้เขียนเกี่ยวกับหัวข้อที่กำลังสนใจและตื่นตัวในรูปแบบของวารสาร เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับปัญหาปัจจุบันที่ชุมชนวิทยาศาสตร์กำลังเผชิญอยู่ ซึ่งจะให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นอะไรก็ได้ที่ตนเองสนใจ เช่น จากรูปภาพ แผนภูมิ วารสาร รูปภาพ เรื่องสั้น บทกวี ใบงานและรายงานอย่างเป็นทางการ เป็นต้น แต่ปัจจุบัน การเขียนแสดง ความคิดเห็นเพิ่มเติมในบทเรียนก็เป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนมี ความตื่นตัว

จากที่ได้กล่าวมาในเรื่องของกิจกรรมการเขียนกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทำให้สรุปได้ว่า การเขียนทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะในการสื่อความหมายเพื่อสื่อสารถึงผลสรุปที่ได้จากการคิดหลังจากที่ปฏิบัติกิจกรรมซึ่งผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเขียนกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชั้นสร้างประสบการณ์ชั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดและชั้นสร้างสิ่งสะท้อนความเป็นตัวเอง

#### 4. ความหมายของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

นักวิชาการได้สรุปความหมายวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ไว้ดังนี้

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั้น (2542: 13) ได้กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นการสอนโดยใช้วงกลมเป็นสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนไหวของกิจกรรมการเรียนรู้ พื้นที่วงกลมถูกแบ่งออกโดยเส้นแห่งการเรียนรู้และเส้นแห่งกระบวนการจัดข้อมูลรับรู้เป็น 4 ส่วน โดยให้แต่ละส่วนใช้แทนกิจกรรมการเรียนการสอน 4 ลักษณะ

ตรุเนตร อัชชสวัสดิ์ (2542: 1) ได้กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 ลักษณะ ซึ่งลักษณะการเรียนรู้ของเด็กมีความสัมพันธ์โดยตรงกับโครงสร้างสมองและระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา สอดคล้องกับการให้ความหมายของไพท ลิทธิสุนทร (2543: 20) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการทำงานของสมอง และสอดคล้องกับการให้ความหมายของ เขียร พานิช (2544: 24) กล่าวว่า การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT หมายถึงการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่คำนึงถึงแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบกับการพัฒนาสมอง

ซิกซายและซิกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ

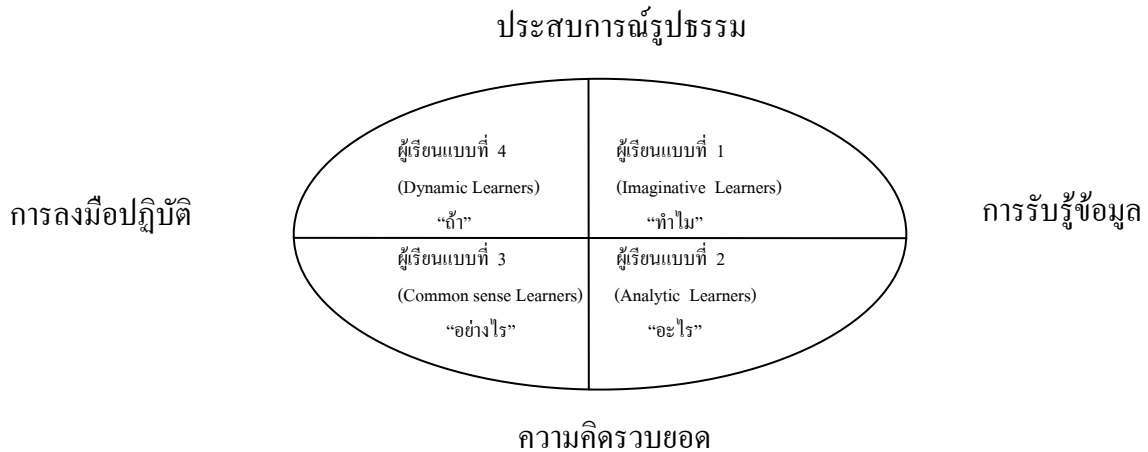
พัชรภรณ์ พิมละมาศ (2544: 12) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นลำดับขั้นตามเข็มนาฬิกา ที่จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกรูปแบบ ให้สามารถเรียนร่วมกันอย่างมีความสุข โดยเน้นการพัฒนาสมองซิกซายและซิกขวาด້วยในขณะเดียวกัน

กิตติชัย สุชาติโนบล (2544: 32) ให้ความหมายว่า การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นการสอนรูปแบบหนึ่ง ที่สามารถตอบสนองความต้องการและพัฒนาการทางสมองของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความรู้สึกรับรู้ ประสบการณ์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ และการกระทำเพื่อสร้างผลงานแห่งการเรียนรู้อย่างหลากหลาย โดยมีกระบวนการเป็นขั้นตอนที่สอดคล้องกันเป็นวัฏจักร

จากความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ โดยเน้นการพัฒนาสมองซิกซายและซิกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

##### 5. ลักษณะของแบบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

Morris and McCarthy (1990: 194-195 อ้างถึงใน ดวงหทัย แสงวิริยะ, 2545: 17-19) ได้สรุปแนวความคิดของ Kolb มาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบใหม่ที่ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ (4 Types of Students) ซึ่งลักษณะการเรียนรู้ของเด็ก ๆ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับโครงสร้างสมอง และระบบการทำงานของสมองซิกซายและซิกขวา (ภาพ 2)



ภาพ 2 แผนภูมิแสดงรูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ

ที่มา: ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน, 2543: 14.

ผู้เรียนแบบที่ 1 ผู้เรียนมีการเรียนรู้โดยใช้จินตนาการเป็นหลัก (Imaginative Learners) จะเรียนได้ดีโดยการฟัง จะรับข้อมูลแล้วสะท้อนความคิดเห็น โดยหาความหมายที่ชัดเจน แล้วบูรณาการประสบการณ์ให้เข้ากับตนเอง เพื่อนำข้อมูลไปใช้ส่วนตัว สามารถจัดการกับปัญหาด้วยตนเองและระดมความคิดร่วมกับผู้อื่นได้

คำถามที่ผู้เรียนแบบนี้ชอบใช้ คือ ทำไม ?

ผู้เรียนแบบที่ 2 ผู้เรียนมีการเรียนรู้โดยการใช้การคิดวิเคราะห์และการเก็บรายละเอียดเป็นหลัก (Analytic Learners) จะแสวงหารายละเอียดและคิดเป็นขั้นตอน จะรับรู้ในลักษณะรูปธรรมแล้วสะท้อนความคิดเห็นออกมา เก่งในการเรียนแบบเดิม การตรวจสอบข้อเท็จจริงและนำเสนอข้อเท็จจริงต่าง ๆ มาประกอบเป็นทฤษฎี จัดการกับปัญหาด้วยเหตุผล หลักเกณฑ์และการดำเนินการเป็นขั้นตอน

คำถามที่ผู้เรียนแบบนี้ชอบใช้ คือ อะไร ?

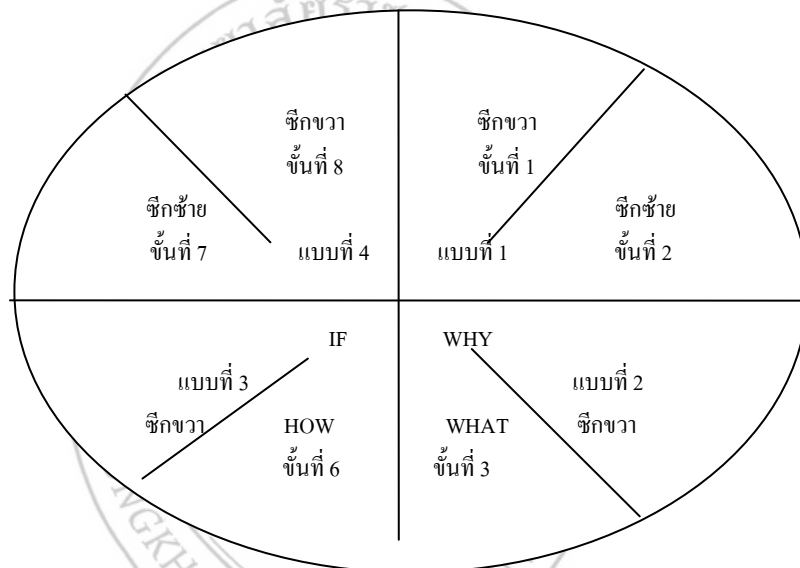
ผู้เรียนแบบที่ 3 ผู้เรียนมีการเรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัสและสามัญสำนึก (Common sense Learners) ชอบการลงมือปฏิบัติ จะรับรู้ข้อมูลที่เป็นนามธรรม และประมวลความรู้จากการทดลองกระทำจริง ชอบทดลองทำสิ่งต่าง ๆ ต้องการรู้วิธีการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ชอบการวางแผนและกำหนดเวลา จัดการกับปัญหาด้วยการลงมือทำ

คำถามที่ผู้เรียนแบบนี้ชอบใช้ คือ จะทำงานนี้อย่างไร ?

ผู้เรียนแบบที่ 4 ผู้เรียนมีการเรียนรู้แบบพลวัตและการค้นพบด้วยตนเอง (Dynamic Learners) จะรับรู้ผ่านสิ่งที่เป็นรูปธรรม เรียนรู้ด้วยการลองผิดลองถูก จะปรับตัวหรือเปลี่ยนแปลงได้ง่าย มีความคิดใหม่ ๆ มีความสามารถมองทิศทางใหม่ ๆ จัดการกับปัญหาด้วยสัญชาตญาณ

คำถามที่ผู้เรียนแบบนี้ชอบ คือ ถ้า ?

เมื่อนำแนวความคิดการจัดการเรียนการสอน เพื่อสนองการใช้สมองซีกซ้ายและซีกขวามาเป็นหลักประกอบ ทำให้การวางแผนการจัดกิจกรรมชอยย่อยออกเป็น 8 ขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถจัดกิจกรรมได้อย่างหลากหลายและยืดหยุ่น ตอบสนองการพัฒนาศักยภาพทุกด้านของผู้เรียนมีลักษณะแตกต่างกันอย่างเต็มที่ (ภาพ 3)



ภาพ 3 ลำดับขั้นการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ตามแบบการเรียนรู้และเทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา

ที่มา: ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน, 2543: 14.

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า Morris and McCarthy ได้นำแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ มาผสมผสานกับทฤษฎีของสมองซีกซ้ายซีกขวา แล้วพัฒนาเป็นรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้



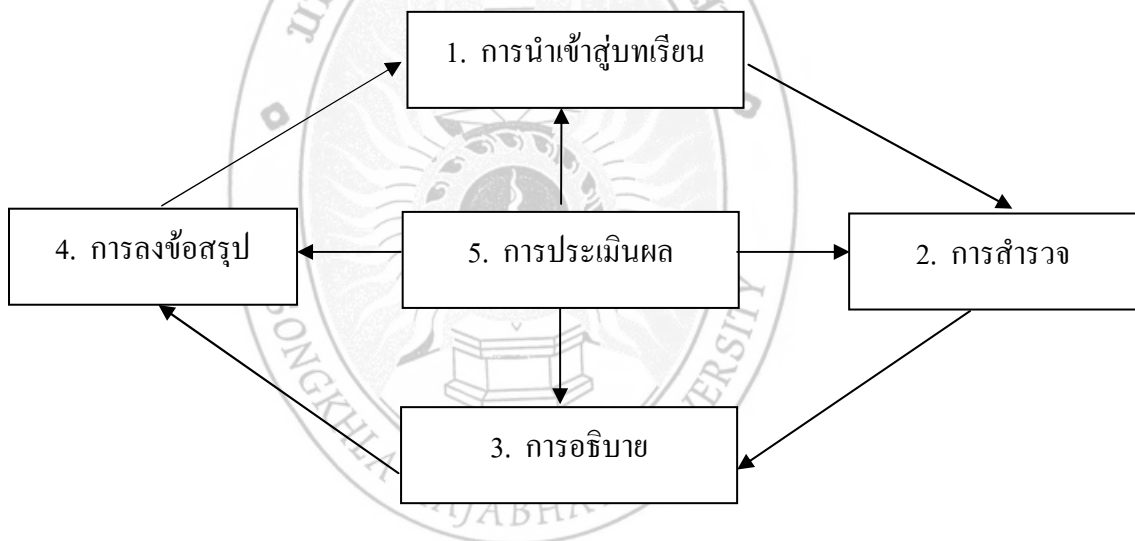
## 6. ลำดับขั้นตอนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีหลายรูปแบบ ตามแนวคิดของนักการศึกษาที่ได้นำเสนอไว้ดังนี้

Karplus and Their (อ้างถึงใน วรินทร์ ลำพุทธา, 2545: 15) เป็นผู้ริเริ่มนำเสนอแนวคิดเรื่องวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT โดยระบุว่า ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

- 1) การสำรวจ (Exploration)
- 2) การสร้างแนวความคิด (Conceptual Invention)
- 3) การค้นพบ (Conceptual Discovery)

BSCS (Biology Science Curriculum Study, 1992 อ้างถึงใน วาสนา วินิจกุล, 2546: 27) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ออกเป็น 5 ขั้นตอน (ภาพ 4)



ภาพ 4 ขั้นตอนของการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

ที่มา: วาสนา วินิจกุล, 2546: 28.

1) การนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นนี้มีลักษณะของการแนะนำบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับสิ่งที่ได้พบในขณะนั้น และวางแผนสำหรับกิจกรรมในขั้นต่อไป ครูต้องสร้างความสนใจและสร้างความอยากรู้อยากเห็นในหัวข้อที่จะศึกษา อาจจะใช้คำถามยกสถานการณ์ ปัญหาต่าง ๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและต้องการแสวงหาความรู้หรือคำตอบ

2) การสำรวจ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้รับประสบการณ์ตรงในการจัดความสัมพันธ์ ระหว่างหัวข้อที่กำลังศึกษากับแนวความคิดที่มีอยู่ กิจกรรมในขั้นนี้ผู้เรียนต้องสืบเสาะหาความรู้ รวบรวมข้อมูล ทดสอบแนวความคิด บันทึกรายความคิด ทำการทดลองด้วยตนเอง ครูจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้ สิ่งที่สำคัญคือครูควรให้ผู้เรียนประสบกับความยากลำบากและลองผิดลองถูกด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาความสามารถในการคิดแบบใหม่

3) การอธิบาย ในขั้นตอนนี้เป็นการนำความรู้ที่รวบรวมจากขั้นที่ 2 มาเป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อที่กำลังเรียนอยู่ โดยให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ได้จากการสำรวจ พยายามหาเหตุผลความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ มาตอบคำถามที่เกิดขึ้น กิจกรรมที่อาจจะประกอบไปด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่าน และนำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกัน ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้อธิบายว่าเขามีความเข้าใจต่อเรื่องที่กำลังศึกษาถูกต้องและชัดเจนเพียงใด ครูอาจใช้คำถามช่วยให้นักเรียนเกิดความคิด และอธิบายเหตุผลของความคิดเห็น

4) การศึกษารายละเอียดหรือการลงข้อสรุป ขั้นตอนนี้จะเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาทดสอบ ทดลอง และประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างกันออกไป ทำให้เกิดการเรียนรู้มนต์ที่กว้างและแม่นยำมากขึ้น กิจกรรมส่วนใหญ่เป็นการอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อลงข้อสรุปเพื่อให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น อาจมีการกล่าวถึงมนต์ที่คลาดเคลื่อน ยกตัวอย่างให้เห็นอย่างชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ปรับความคิดของตนให้ถูกต้อง ในขั้นนี้จะช่วยเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะศึกษาได้ชัดเจนมากขึ้น

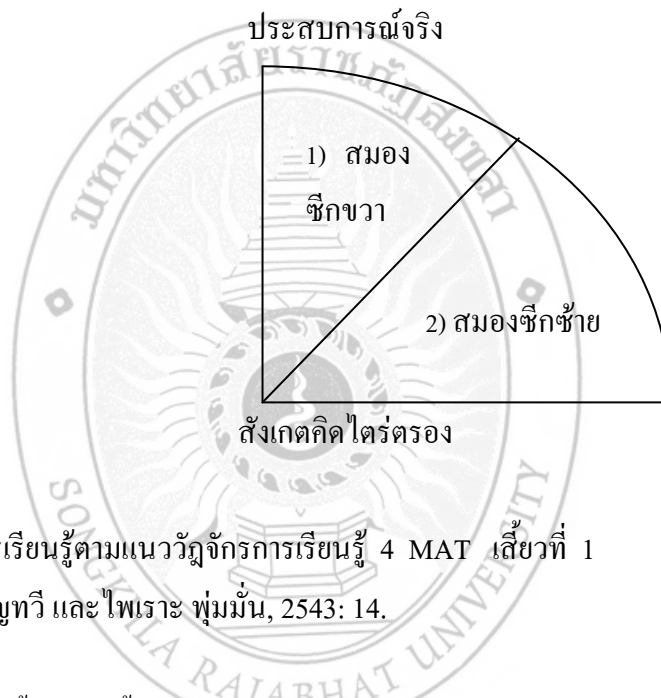
5) การประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดที่ได้เรียนรู้มาแล้วว่าถูกต้องและได้รับการยอมรับเพียงใด ให้ผู้เรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ให้การเสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อน ข้อสรุปที่ได้จะนำไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป การประเมินผล อาจอยู่ในรูปแบบ การเขียนรายงาน การตอบคำถาม การแสดงสาธิตทักษะและขั้นตอนการทดลอง หรืออาจเป็นการนำเสนอ โครงการที่ทำเสร็จสมบูรณ์แล้วก็ได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นการประเมินผลบนฐานของกิจกรรมทางด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย

Morris and McCarthy (1990: 4-23 อ้างถึงใน ดวงหทัย แสงวิริยะ, 2545: 19-22) ได้เสนอรูปแบบการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่คำนึงถึงแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบกับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล ซึ่งลำดับขั้นการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มี 8 ขั้น ดังนี้

1) เลี้ยวที่ 1 การบูรณาการประสบการณ์ด้วยตนเอง

การพัฒนาจากประสบการณ์จริงไปสู่การสังเกตด้วยสติปัญญา คิดไตร่ตรอง ต้องสร้างประสบการณ์ให้คิดหาเหตุผลด้วยตนเอง ผู้เรียนชอบจินตนาการจะมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้ (ภาพ 5)

บทบาทครู	เป็นผู้กระตุ้น สร้างแรงจูงใจ เป็นผู้ช่วย
วิธีการ	สถานการณ์จำลอง การอภิปราย
บทบาทนักเรียน	สร้างเหตุผล



ภาพ 5 รูปแบบการเรียนรู้ตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เลี้ยวที่ 1  
ที่มา: ศักดิ์ชัย นิรัฐทวี และ ไพเราะ พุ่มมัน, 2543: 14.

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกขวามีความสะดวก สบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ครูสร้างประสบการณ์ที่มีความหมาย ด้วยวิธีการกระตุ้นหรือสร้างแรงจูงใจ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ดังกล่าว เป็นประสบการณ์ของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย) ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้าย มีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน จะใช้สมองสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ ผู้เรียนจะตรวจสอบประสบการณ์ โดยการอภิปราย หลังจากครูสร้างประสบการณ์ที่มีความหมายให้แล้ว

## 2) เลี้ยวที่ 2 การพัฒนาความคิดรวบยอด

การพัฒนาความคิดรวบยอด จากการสังเกตด้วยสติปัญญา คิดไตร่ตรองไปสู่ การสร้างแนวความคิดที่เป็นนามธรรม ผู้เรียนที่ชอบการวิเคราะห์จะมีความสุขที่สุดในการรับรู้ (ภาพ 6)

บทบาทครู	เป็นผู้สอน
วิธีการ	ให้ข้อมูล ข้อเท็จจริง
บทบาทนักเรียน	แสวงหารายละเอียด



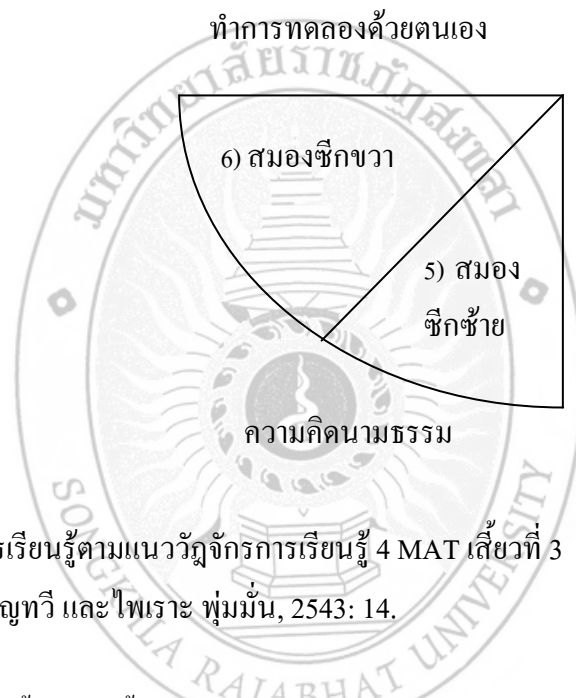
ภาพ 6 รูปแบบการเรียนรู้ตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เลี้ยวที่ 2  
ที่มา: ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ และไพเราะ พุ่มมัน, 2543: 14.

ขั้นที่ 3 ขั้นบูรณาการการสังเกตไปสู่ความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกขวา มีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ผู้เรียนบูรณาการประสบการณ์และความรู้ โดยครูเป็นผู้ให้ข้อมูลและข้อเท็จจริง จากนั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำไปสู่ความเข้าใจในความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาทฤษฎีและความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย) ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้ายมีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ครูให้ผู้เรียนรับรู้ข้อมูล ข้อเท็จจริงตามทฤษฎีหรือความคิดรวบยอด โดยการวิเคราะห์ไตร่ตรองประสบการณ์ หรือไต่ถาม ค้นคว้า ผู้เรียนคิด วิเคราะห์ ไตร่ตรองจากประสบการณ์ ข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ได้รับ

3) **เลี้ยวที่ 3 การปฏิบัติและการปรับแต่งเป็นความคิดตนเอง**  
 การทดลองด้วยตนเอง ไปสู่การสร้างแนวความคิดที่เป็นนามธรรม ผู้เรียนชอบ  
 ใช้สามัญสำนึก จะมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้ (ภาพ 7)

บทบาทครู	เป็นผู้ฝึก
วิธีการ	อำนวยความสะดวก
บทบาทนักเรียน	ลองปฏิบัติ



ภาพ 7 รูปแบบการเรียนรู้ตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เลี้ยวที่ 3  
 ที่มา: ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ และไพเราะ พุ่มมัน, 2543: 14.

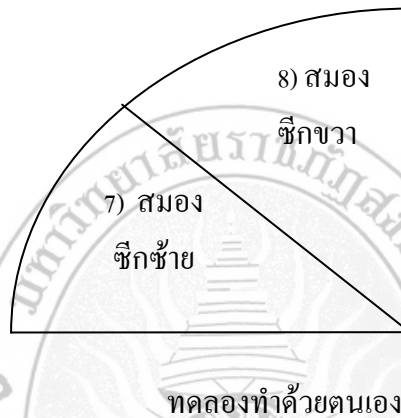
ขั้นที่ 5 ขั้นปฏิบัติตามความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย) ผู้เรียนที่ถนัด  
 การเรียนรู้ ด้วยสมองซีกซ้ายมีความสุขสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ครูให้ผู้เรียนได้  
 ลองทำโดยผ่านประสาทสัมผัส โดยครูเป็นผู้ฝึกและอำนวยความสะดวก เช่น การทดลอง การทำ  
 แบบฝึกหัด เพื่อพัฒนาความคิด และทักษะของตนเอง

ขั้นที่ 6 ขั้นปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้เรียนที่ถนัด  
 การเรียนรู้ ด้วยสมองซีกขวามีความสุขสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ผู้เรียนจะปรับปรุง  
 สิ่งที่ตนเองปฏิบัติด้วยวิธีการของตนเอง และบูรณาการข้อมูลเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

4) **เลี้ยวที่ 4 การบูรณาการและการประยุกต์ประสบการณ์**  
 การทดลองด้วยตนเอง ไปสู่การได้รับประสบการณ์จริง ผู้เรียนที่ชอบการเรียนรู้  
 โดยการค้นพบ จะมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้ (ภาพ 8)

บทบาทครู	เป็นผู้ประเมิน แก้ไขข้อบกพร่อง ผู้ร่วมเรียนรู้
วิธีการ	ค้นพบด้วยตนเอง
บทบาทนักเรียน	ค้นพบด้วยตนเอง

### ประสบการณ์จริง



ภาพ 8 รูปแบบการเรียนรู้ตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เลี้ยวที่ 4  
ที่มา: ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน, 2543: 14.

ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ (พัฒนาสมองชิกซ้าย) ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองชิกซ้ายมีความสะดวกสบาย และมีความสุขที่สุดในการเรียน ผู้เรียนวิเคราะห์จากการเรียนรู้แล้วนำไปวางแผน เพื่อประยุกต์ใช้หรือดัดแปลงให้ดีขึ้น หรือกลั่นกรองสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น

ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ของตนกับผู้อื่น (พัฒนาสมองชิกขวา) ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองชิกขวา มีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน จากการใช้ทักษะการคิดค้นด้วยตนเอง ผู้เรียนจะแบ่งปันสิ่งที่ได้เรียนรู้มากับผู้อื่น เป็นการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน (2542: 24) ได้ให้ข้อสังเกตว่า การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เริ่มต้นจากการใช้ความรู้ที่รับรู้ประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียน มีจินตนาการเกี่ยวกับสิ่งนั้น ซึ่งเป็นการใช้สมองชิกขวา และในขั้นสุดท้ายก็จบลงด้วยความรู้ที่ลึกอันเป็นกิจกรรมของสมองชิกขวาเช่นกัน แต่เป็นความรู้ที่ลึกที่แตกต่างกันมาก เนื่องจากตั้งแต่ขั้นเริ่มต้น

จนถึงขั้นสุดท้าย ผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะ ความคิด และการลงมือทำ เพื่อสร้างผลงานแห่งการเรียนรู้ของตนเองอย่างหลากหลาย วงกลมแห่งการเรียนรู้จึงสามารถเคลื่อนต่อไปได้อย่างไม่รู้จักด้วยตัวผู้เรียนเอง นอกจากนี้ อุษณีย์ โพธิ์สุข (2542: 65) ยังกล่าวว่าจำเป็นต้องสอนโดยใช้วิธีการสอนทั้งหมดที่กล่าวมาแล้ว 4 อย่างเท่า ๆ กัน เพราะทักษะทางธรรมชาติของผู้เรียนทั้ง 4 อย่างเป็นสิ่งที่เราต้องการ จากการหมุนเวียนรูปแบบการสอนทั้ง 4 อย่างนี้ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะได้แสดงความสามารถอย่างน้อยร้อยละ 25 ของเวลาที่ทำทนายพวกเขา

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีรูปแบบและขั้นตอนที่แตกต่างกันออกไป แต่ละรูปแบบก็มีจุดเด่นในตัวเอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ของ Morris and McCarthy ที่คำนึงถึงแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาอย่างสมดุล ซึ่งแบ่งลำดับขั้นการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ออกเป็น 8 ขั้นดังนี้

- 1) เลี้ยวที่ 1 การบูรณาการประสบการณ์ด้วยตนเอง แบ่งย่อยเป็น
  - ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกขวา)
  - ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)
- 2) เลี้ยวที่ 2 การพัฒนาความคิดรวบยอด แบ่งย่อยเป็น
  - ขั้นที่ 3 ขั้นบูรณาการการสังเกตไปสู่ความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกขวา)
  - ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาทฤษฎีและความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)
- 3) เลี้ยวที่ 3 การปฏิบัติและการปรับแต่งเป็นความคิดของตนเอง แบ่งย่อยเป็น
  - ขั้นที่ 5 ขั้นปฏิบัติตามความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)
  - ขั้นที่ 6 ขั้นปรับแต่งเป็นความคิดของตนเอง (พัฒนาสมองซีกขวา)
- 4) เลี้ยวที่ 4 การบูรณาการและการประยุกต์ประสบการณ์ แบ่งย่อยเป็น
  - ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)
  - ขั้นที่ 8 ขั้นการแลกเปลี่ยนความรู้ของตนกับผู้อื่น (พัฒนาสมองซีกขวา)

## 7. ประโยชน์ของการเรียนการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

การจัดการเรียนการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านสติปัญญาและอารมณ์ เนื่องจากการจัดกิจกรรมที่สนองความถนัดและความต้องการของผู้เรียนแต่ละแบบ และผู้เรียน 4 แบบยังสามารถยอมรับความแตกต่างของผู้อื่นในลักษณะอื่นด้วย ซึ่ง เหมวรรณ ชันมณี (2543: 28-30) ได้สรุปประโยชน์จากการจัดการเรียนการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ไว้ดังนี้

### ประโยชน์ต่อนักเรียน

- 1) นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง
- 2) นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ในวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการร่วมกันอย่างสร้างสรรค์
- 3) ส่งเสริมให้นักเรียนมีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ทั้งที่เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง การทำงานกลุ่ม การอภิปราย และการประยุกต์ความรู้ไปใช้ในทางสร้างสรรค์
- 4) นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
- 5) นักเรียนได้นำเสนอความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

### ประโยชน์ต่อครู

- 1) ทำให้ครูได้คำนึงถึงลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ของนักเรียนแต่ละคนและยอมรับความแตกต่างเหล่านั้นของนักเรียน
- 2) ส่งเสริมให้ครูเล็งเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น แทนที่จะคำนึงถึงการควบคุมพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียน
- 3) ครูได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์บนพื้นฐานของการคิดวิเคราะห์
- 4) ช่วยให้ครูได้เตรียมการสอนที่มีคุณภาพ เนื่องจากก่อนที่จะให้นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดของสิ่งที่เรียน ครูต้องเข้าใจความคิดรวบยอดเหล่านั้นอย่างลึกซึ้งก่อน แล้วเตรียมการสอนที่จะนำไปสู่การสร้างความคิดรวบยอดเหล่านั้น

### ประโยชน์ต่อผู้ปกครอง

- 1) ส่งเสริมให้ผู้ปกครองเข้าใจและมีความรู้เกี่ยวกับการส่งเสริมการเรียนรู้ของบุตรหลาน
- 2) ผู้ปกครองเข้าใจธรรมชาติของการเรียนรู้และเข้าใจวิธีการสอนที่ใช้ในโรงเรียน และมีส่วนร่วมในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน
- 3) ส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้ปกครองกับครูในโรงเรียนเพื่อร่วมส่งเสริมการเรียนรู้ของบุตรหลาน

### ประโยชน์ต่อโรงเรียน

- 1) สร้างสรรค์บรรยากาศในการเรียนแบบร่วมมือให้เกิดขึ้นภายในโรงเรียน
- 2) โรงเรียนมีโอกาสนำเสนอให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย
- 3) โรงเรียนได้เชื่อมความสัมพันธ์กับชุมชนอย่างกว้างขวาง
- 4) มีการใช้เทคนิคการประเมินผลที่หลากหลายและเหมาะสม
- 5) โรงเรียนสามารถจัดการเรียนการสอนได้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้



จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีประโยชน์จากการจัดการเรียนการสอนต่อนักเรียนคือนักเรียนได้เรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ทั้งที่เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง การทำงานกลุ่ม การอภิปราย และการประยุกต์ความรู้ไปใช้ในทางสร้างสรรค์ต่อครูคือครูได้คำนึงถึงลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของนักเรียนแต่ละคนต่อผู้ปกครองเข้าใจธรรมชาติของการเรียนรู้และเข้าใจวิธีการสอนที่ใช้ในโรงเรียนมีส่วนร่วมในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนและต่อโรงเรียนคือโรงเรียนได้เชื่อมความสัมพันธ์กับชุมชนอย่างกว้างขวางมีการใช้เทคนิคการประเมินผลที่หลากหลายเหมาะสม โรงเรียนสามารถจัดการเรียนการสอนได้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้

### ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเรียนการสอน เป็นการวัดว่าผู้เรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาของรายวิชามากน้อยเพียงใด และยังเป็นหลักฐานว่าการเรียนการสอนได้บรรลุถึงจุดหมายที่วางไว้หรือไม่ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

#### 1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) เป็นสมรรถภาพของสมองในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้มากมาย ดังต่อไปนี้

เกตุสุดา มนिरะพงส์ (2537: 11) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รูปได้ว่าความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ ซึ่งเกิดจากการทำงานที่ประสานกันทั้งพยายามอย่างมาก ซึ่งจะแสดงออกมาในรูปของความสำเร็จที่สามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบวัดผลสัมฤทธิ์

พนิดา จันตรา (2543: 8) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า คุณลักษณะและความสามารถของบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถทางสมองหรือทางร่างกาย ที่ได้จากประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรมหรือการสอน ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบหรือจากการสังเกตพฤติกรรมและความสำเร็จในด้านอื่นๆ

ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกานนท์ (2548: 5) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า เป็นความสำเร็จที่ได้รับจากความสามารถ ความรู้ หรือทักษะ หรือ ผลของการเรียนการสอนหรือผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรม

Good (1959: 6 อ้างถึงใน จุฑามาศ แหนผัน, 2548: 27) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง การเข้าถึงความรู้ หรือพัฒนาทักษะทางการเรียน ซึ่งโดยปกติพิจารณาจากคะแนนสอบ หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงคุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาออกมาขึ้น อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนอบรมซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่าง ๆ

## 2. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีนักวิชาการได้สรุปความหมายไว้ดังนี้

Bloom (1976: 52 อ้างถึงใน จุฑามาศ แหนผัน, 2548: 27) ได้กล่าวถึง ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในโรงเรียนไว้ว่าประกอบด้วย

1) พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วย ความถนัดและพื้นฐานเดิมของผู้เรียน

2) คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจ ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติที่มีต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียน ระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะบุคลิกภาพ

3) คุณภาพการสอน ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำถูกต้องหรือไม่

Klausmeier (1980: 185 อ้างถึงใน จุฑามาศ แหนผัน, 2548: 28) อธิบายถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1) คุณลักษณะของผู้เรียน ได้แก่ ความพร้อมทางสมองและทางสติปัญญา ความพร้อมทางด้านร่างกายและความสามารถทางด้านทักษะของร่างกาย คุณลักษณะทางจิตใจ ซึ่งได้แก่ ความสนใจ แรงจูงใจ เจตคติและค่านิยม สุขภาพ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง ความเข้าใจในสถานการณ์ อายุ เพศ

2) คุณลักษณะของผู้สอน ได้แก่ สติปัญญา ความรู้ในวิชาที่สอน การพัฒนาความรู้ ทักษะ ทางร่างกาย คุณลักษณะทางจิตใจ สุขภาพ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง สุขภาพ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง ความเข้าใจในสถานการณ์ อายุ เพศ

3) พฤติกรรมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน จะต้องมีพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อกัน เข้าใจกัน มีความสัมพันธ์ที่ดี และมีความรู้สึกที่ดีต่อกัน

4) คุณลักษณะของกลุ่มผู้เรียน ได้แก่ โครงสร้างของกลุ่ม ตลอดจนความสัมพันธ์ของกลุ่ม เจตคติ ความสามัคคี และภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดีของกลุ่ม

5) คุณลักษณะของพฤติกรรมเฉพาะตัว ได้แก่ การตอบสนองต่อการเรียน การมีเครื่องมือ และอุปกรณ์พร้อมในการเรียน ความสนใจต่อบทเรียน

6) แรงผลักดัน ได้แก่ ครอบครัว มีความสัมพันธ์ระหว่างคนในครอบครัวดี สิ่งแวดล้อมและพื้นฐานคุณธรรมดี เช่น ขยันหมั่นเพียร ความประพฤติดี

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย คุณลักษณะของตัวผู้เรียน คุณภาพการสอนของครู และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งโดยคุณลักษณะของตัวผู้เรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด คุณภาพการสอนของครู และปัจจัยอื่น ๆ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรองลงมา

### 3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความหมายดังนี้

การวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน หมายถึง การตรวจสอบ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพ สมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการอบรมสั่งสอนจากครูโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) ซึ่งหมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ไว้มากเพียงใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็นสองชนิด คือ

1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเฉพาะครั้ง เพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์และความสามารถทางวิชาการของนักเรียนมีใช้กันทั่วไปในโรงเรียน แบบทดสอบประเภทนี้สอบเสร็จก็ทิ้ง จะสอบใหม่ก็สร้างขึ้นใหม่ หรือนำของเก่ามาเปลี่ยนแปลงปรับปรุง โดยไม่มีวิธีการอะไรเป็นหลักไม่มีการวิเคราะห์ว่าข้อสอบดีแล้วประการใด

2) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมาด้วยกระบวนการหรือวิธีการซับซ้อนมากกว่าแบบ ทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เมื่อสร้างเสร็จก็มีการนำไปทดลองสอบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติหลายหนเพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพดีมีความเป็นมาตรฐาน

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกตามลักษณะการตอบได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) แบบอัตนัย (Subjective Test หรือ Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้ และให้ผู้ตอบแสวงหาความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตามที่โจทย์กำหนดภายใน

ระยะเวลาที่กำหนด การใช้ภาษาในการเขียนตอบขึ้นอยู่กับตัวผู้สอบ แบบทดสอบนี้สามารถวัดได้หลาย ๆ ด้านในแต่ละข้อ เช่น ความสามารถในการใช้ภาษา ความคิด เจตคติและอื่น ๆ

2) แบบปรนัย (Objective Test) หมายถึงแบบทดสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้สอบต้องตัดสินใจเลือกข้อที่ต้องการหรือพิจารณาข้อความที่ให้ว่าถูก หรือผิด ได้แก่ แบบถูกผิด (True-False) แบบเติมคำ (Completion) หรือตอบสั้น ๆ (Short Answer) แบบจับคู่ (Matching) แบบจัดลำดับ (Rearrangement) และแบบเลือกตอบ (Multiple Choices) แบบทดสอบทั้งสองลักษณะดังกล่าวต่างก็มีข้อดีแตกต่างกัน และไม่มีกฎตายตัวว่าครูต้องใช้ประเภทใด แต่ควรคำนึงถึงจุดประสงค์และสภาพการณ์ของการใช้

ประทุม อัทชู (2535: 8) ยังได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถ และทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนไปแล้วแบบทดสอบประเภทนี้จะใช้กันมากที่สุดในโรงเรียน ซึ่งอาจสร้างได้หลายลักษณะเช่น แบบทดสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน (Formative Test) แบบทดสอบเพื่อสรุปผลการเรียนการสอน (Summative Test) แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) และแบบทดสอบวัดการเรียนรู้ (Mastery Test) อเนกกุล กริแสง (2517: 205) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบวัดผลที่ได้จากการอบรมสั่งสอนหรือวัดประสพการณ์เป็นการวัดความสำเร็จทางการศึกษาเล่าเรียนของนักเรียน

บุญส่ง นิลแก้ว (2519: 138) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาเป็นแบบทดสอบที่ใช้ในสถานศึกษาทุกระดับ เป็นการทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและการแก้ปัญหาจากสิ่งที่ได้เล่าเรียน

สมนึก ภัททิยณี (2546:45) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดการเรียนการสอนนั้นเพื่อวัดค่าผู้เรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาของรายวิชา มากน้อยเพียงใด และเป็นหลักฐานว่าการเรียนการสอนได้บรรลุถึงจุดหมายที่วางไว้หรือไม่ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข และค้นคว้า อันจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์ต่อไป

#### 4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นักวิชาการได้สรุปความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ Bloom (1956 : 6-8 อ้างถึงใน วาสนา วินิจกุล 2546 : 40) ได้กำหนดพฤติกรรมที่ต้องประเมินในวิชาวิทยาศาสตร์ 5 พฤติกรรมดังนี้

- 1) ความรู้ความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension)
- 2) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)
- 3) การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Methods)
- 4) ทักษะและความสนใจ (Attitude and Interests)
- 5) ทักษะปฏิบัติการ (Manual Skill)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 3-16) ได้นำการวัดผลด้านพุทธิพิสัยมาใช้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Klopfer (1971: 120) มาปรับปรุงโดยได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เป็นลำดับชั้น ดังนี้

- 1) ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยามเล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้ การวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ลักษณะของข้อสอบจะถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่เกินร้อยละยี่สิบห้าของข้อสอบทั้งหมด

- 2) ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออก โดยสามารถเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนก จัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือกแสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ แผนภูมิและแผนภาพได้ พฤติกรรมความเข้าใจแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

- 2.1) ความสามารถอธิบายความรู้ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

- 2.2) ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปหรือสถานการณ์ใหม่

- 2.3) ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

การวัดพฤติกรรมความเข้าใจ ลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตัวเอง หรือให้ระบุข้อเท็จจริง มโนทัศน์หรือหลักการ กฎที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือแผนภาพ เป็นต้น

- 3) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบพฤติกรรมย่อย ดังต่อไปนี้

3.1) การสังเกตและการวัด ประกอบด้วย การสังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่าง ๆ การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม การประมาณค่าจากการวัดและการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้

3.2) การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม การออกแบบทดสอบที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

3.3) การตีความหมายข้อมูลและการสรุป ประกอบด้วย การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการสังเกตต่าง ๆ การตีความ และการขยายความจากข้อมูล การประเมินสมมติฐานภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การสร้างข้อสรุป กฎหรือหลักการที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

3.4) การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลอง ประกอบด้วย ตระหนักถึงความจำเป็นและประโยชน์ของแบบจำลอง การสร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม การระบุปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลอง การสร้างสมมติฐานใหม่จากแบบจำลอง การแปลความหมายและการประเมินผลทดลองเพื่อตรวจสอบแบบจำลอง การปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลอง

4) ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะแบบยกสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือปัญหาใหม่มาให้นักเรียนแก้ปัญหา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 3-16)

- 1) ด้านความรู้ความจำ
- 2) ด้านความเข้าใจ
- 3) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 4) ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

## ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### 1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดทางสมองของมนุษย์ ที่สามารถคิดได้หลายแง่มุม หลายทิศทางที่ไม่ซ้ำแบบใคร มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

Guilford (1968 อ้างถึงใน ฉันทภูษย์ เจริญทิพย์, 2541:27) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถทางสมองที่จะคิดได้หลายทิศทาง หรือเป็นความคิดแบบอเนกนัย ประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

Torrance (อ้างถึงใน ฉันทภูษย์ เจริญทิพย์, 2541:27) ให้ความหมายว่าความคิดสร้างสรรค์ คือ ความรู้สึกไวต่อปัญหา แล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน แล้วเผยแพร่ผลผลิตที่ได้

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2527: 9) ได้สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถระดับสูงของสมองของคนที่สามารถคิดแบบอเนกนัย มีความคิดริเริ่ม มีแนวโน้มที่จะค้นพบสิ่งใหม่ มีความสามารถในการประเมินค่า มีความละเอียดลออ ความสามารถในด้านความคิดสร้างสรรค์มีในตัวบุคคล แต่อาจจะมีระดับที่แตกต่างกัน ที่สำคัญก็คือสามารถส่งเสริมและพัฒนาสมรรถภาพด้านนี้ได้

อารี รังสินนท์ (2532: 5) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ นับเป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์จากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ

สมศักดิ์ ภู่วิชาดาวรธ (2541: 67) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนยากแก่การให้คำจำกัดความ ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงผลงาน ผลงานนั้นต้องเป็นผลงานที่แปลกใหม่และมีคุณค่า กล่าวคือใช้ได้โดยมีคนยอมรับถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงกระบวนการ กระบวนการสร้างสรรค์ คือ การเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งของหรือความคิดที่มีความแตกต่างกันมาเข้าด้วยกัน ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์เชิงบุคคล บุคคลนั้นจะต้องเป็นคนที่มีความคิดแปลกเป็นของตนเอง เป็นผู้ที่มีความคิดคล่อง มีความยืดหยุ่น และสามารถให้รายละเอียดในความคิมนั้น ๆ ได้

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ดังกล่าวพอจะสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการความสามารถทางสมองของแต่ละบุคคลที่คิดได้อย่างหลากหลายในการแสดงออกทางความคิดการกระทำที่เกิดจากการเรียนรู้ และจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่เข้าด้วยกันและทำให้เกิดเป็นผลงานที่มีลักษณะจะแปลก ๆ ใหม่ ๆ ซึ่งความคิดนั้นต้องประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคิดละเอียดลออ ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความพยายามและการฝึกฝนในการคิดจินตนาการ เพื่อให้การคิดเป็นไปในแนวนนี้ มุ่งศึกษาความคิดสร้างสรรค์ใน 4 ประการ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ

## 2. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

พิว และซันด์ (1974 อ้างถึงใน อารี รังสินนท์, 2532: 30) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไป แต่จะแตกต่างตรงปลีกย่อยที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิด และการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ การแก้ปัญหา รวมทั้งการค้นหาวិธีการในการแก้ปัญหา โดยบุคคลผู้นั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) ผลผลิตความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเห็นถึงความคิดริเริ่มแล้วยังเน้นถึงความริเริ่มในการพัฒนาหรือให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่ ๆ และมีคุณค่าอีกด้วย

มารศรี ทองเนตร (2530: 13) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่คิดได้หลายแนวทาง เป็นความคิดที่ก่อให้เกิดผลผลิตที่แปลกใหม่ทางวิทยาศาสตร์ หรือการปรับปรุงคัดแปลงเพื่อพัฒนาผลผลิตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และมีคุณค่าสามารถรวบรวมความคิดมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้โดยการคิดนั้นต้องอาศัยความรู้ หลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลองมาใช้แก้ปัญหา ในลักษณะหลายแนวทางต่อการเรียนรู้การแก้ปัญหา การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์การทดลองที่แปลกใหม่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วเผยแพร่ให้คนอื่นรู้ตลอดจนการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดผลผลิตใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่าและมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม

ลักษณะ ศรีแพร์ (2530: 22) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะนำแนวคิดมาจากการเรียนรู้ ตลอดจนหลักการ และทักษะ



กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิดการแก้ปัญหาการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ และมีความคิดหลายแนวทางเป็นความคิดที่สร้างสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ไม่ซ้ำรูปแบบใครความสามารถดังกล่าวประกอบด้วยความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มนอกจากนั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ด้วย

ณัฐพงษ์ เจริญทิพย์ (2541: 15) ให้ความหมายว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ คุณลักษณะของมนุษย์ที่สำแดงออกในรูปของการคิดค้นที่นำไปสู่ผลผลิตทั้งที่เป็นรูปธรรม และนามธรรม เพื่อประโยชน์ของมนุษยชาติ โดยใช้สมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน รวมทั้งอาจใช้สหวิทยาในบางกรณี

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในทัศนะของนักการศึกษา ดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะ นำแนวคิดมาจากการเรียนรู้ หลักการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิดแก้ปัญหา และการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ซ้ำรูปแบบใคร ซึ่งลักษณะดังกล่าวเกิดจากคุณสมบัติ ของความคิด 4 ประการคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

### 3. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford (อ้างถึงใน อารี รังสินนท์, 2532: 65) ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือ เรียกว่าลักษณะการคิดนอกกรอบหรือการคิดแบบกระจาย (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วย

1) ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดา หรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่ม หรือที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และสังคม ความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะของความคิดของตนเอง บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการ คิดเรื่อง และคิดฝันจากจินตนาการหรือที่เรียกว่าเป็นความคิดจินตนาการ ประยุกต์ คือไม่ใช่คิดเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องคิดสร้างผลงานจึงเป็นสิ่งคู่กัน

2) ความคิดคล่อง หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่ง ออกเป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

2.1) ความคิดคล่องทางด้านถ้อยคำ เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่าง คล่องแคล่วนั่นเอง

2.2) ความคล่องทางการโยงสัมพันธ์ เป็นความสามารถที่จะคิดถ้อยคำที่ เหมือนกันหรือคล้ายกัน ได้มากมายในเวลาที่กำหนด

2.3) ความคล่องทางด้านการแสดงออก เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะจัดคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4) ความคล่องในการคิด เป็นความสามารถที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดในเวลาที่กำหนดให้ ซึ่งอาจเป็น 5 นาที หรือ 10 นาที เป็นต้น

ความคิดคล่อง มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาเพราะในแก้ปัญหาจะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธีการแก้ไขหลายวิธี และต้องนำวิธีการเหล่านี้มาทดลองจนกว่าจะพบวิธีที่ถูกต้องตามที่ต้องการ ความคิดคล่องแคล่วนับว่าเป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะเลือกเฟ้นให้ได้ความคิดที่ดี และเหมาะสมจึงมีความจำเป็นที่ต้องคิดออกมาให้ได้มากหลายอย่างและแตกต่างกัน แล้วจึงนำความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาแต่ละอย่างเปรียบเทียบกับกันว่าความคิดอันใดจะมีความคิดที่ดีที่สุด โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ใช้เวลา การลงทุน ความยากง่าย บุคลากร เป็นต้น

3) ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิดแบ่งออกได้ดังนี้

3.1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นได้ทันที เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่าง อย่างอิสระ เช่น คนที่มีความยืดหยุ่นในด้านนี้ จะคิดได้ว่าประโยชน์ของก้อนหินมีอะไรบ้าง ในขณะที่คนไม่มีความคิดสร้างสรรค์ จะคิดได้เพียงด้านเดียวหรือสองด้านเท่านั้น

3.2) ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำ คือ ได้หลายหมวดหมู่ หลายประเภท ตลอดจนสามารถเตรียมทางเลือกไว้หลาย ๆ ทาง ความยืดหยุ่นจึงเป็นความคิดส่งเสริมคุณภาพให้ดี

4) ความคิดละเอียดลออ แม้ว่าความคิดสร้างสรรค์จะประกอบด้วย ลักษณะความคิดหลายลักษณะ เช่น ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่อง แต่ลักษณะความคิดละเอียดลออ ก็ขาดเสียไม่ได้ หากปราศจากความคิดละเอียดลออแล้วก็ไม่อาจทำให้เกิดผลงาน หรือผลิตงานสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ และตรงจุดนี้เป็นจุดสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ที่เรามุ่งเน้นผลผลิตสร้างสรรค์เป็นสำคัญด้วย ความคิดละเอียดลออนี้สามารถสังเกตได้จากผลงานของสถาปนิก นักวิทยาศาสตร์ นักดนตรี ผู้สร้างงานศิลปะและกวี

ทอร์เรนซ์ (Torrance อ้างถึงใน รจพรธม สุวรรณรัช, 2545: 40) ได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้พอจะสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์นั้นประกอบด้วย ความคิด 4 ด้านด้วยกัน คือความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ และสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นกระบวนการของการมีความรู้สึกที่ไวต่อปัญหาหรือข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ไม่สมบูรณ์หรือมีลักษณะคลุมเครือ โดยผู้ที่คิดมีความพยายามที่

จะหาคำตอบให้แก่ปัญหาหรือข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่คลุมเครือหรือสิ่งที่ไม่สมบูรณ์นั้น รวมทั้งพยายามที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ จึงเห็นว่าองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน ของความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องเนื่องระหว่างกันโดยไม่เน้นความคิดด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งในการทำวิจัยในครั้ง นี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพียง 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด

**ตาราง 4** แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ในแต่ละขั้นกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในวิชาวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT	ความคิดสร้างสรรค์			
	ความคิด คล่อง	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ
	✓	-	✓	-
✓	-	✓	-	
✓	-	✓	✓	
✓	✓	✓	✓	
✓	✓	✓	✓	
✓	✓	✓	✓	
✓	✓	✓	✓	
✓	✓	✓	✓	

ทั้งนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ในแต่ละขั้นของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นได้กำหนดในแต่ละแผนมีกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 องค์ประกอบในแต่ละขั้นอาจไม่ได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ

#### 4. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูจะนำเทคนิควิธีการต่าง ๆ มากระตุ้นให้เกิดนิสัยและเจตคติในทางสร้างสรรค์แก่ผู้เรียน ด้วยการหาแนวทางที่จะส่งเสริมความคิดให้แก่ผู้เรียนได้ ดังแนวคิดต่อไปนี้

ชนาธิป พรกุล (2545: 131) กล่าวว่า การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีขั้นตอนการสอน 6 ขั้น ดังนี้ 1) อธิบายหัวข้อ ผู้สอนเลือกวิชาสาขาใดก็ได้ที่ต้องการให้ผู้เรียนฝึก หัวข้อที่นำมาใช้อาจเป็นตัวละครจากนิยายเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือมีโน้ตส์ เช่น เสรีภาพ หรือ ความยุติธรรม ให้ผู้เรียนอธิบายหัวข้อเรื่องด้วยคำพูดหรือการเขียน ผู้สอนเขียนคำเหล่านี้ลงบนกระดานดำ โดยไม่เลือกว่าเป็นคำตอบที่ถูกหรือผิด 2) สร้างการเปรียบเทียบ จากข้อความบนกระดานดำที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน ผู้สอนให้ผู้เรียนจัดให้เป็นหมวดหมู่พร้อมทั้งตั้งชื่อหมวดหมู่และอธิบายเหตุผลในการจัดหมวดหมู่เหล่านั้น 3) อธิบายการเปรียบเทียบของตนเอง ให้ผู้เรียนเลือกรื่องแล้วสมมุติว่า ตนเองเป็นสิ่งนั้น แสดงความรู้สึกถ้าเป็นสิ่งนั้น ไม่มีการช่วยเหลือ-ฉันต้องทำสิ่งที่คนอื่นกำลังทำ มีอำนาจ-ฉันเป็นราชินี และฉันสามารถทำให้ผู้อื่นทำตามที่ฉันตั้ง 4) ระบุคำที่ขัดแย้ง ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญและน่าตื่นเต้น ผู้สอนให้ผู้เรียนจับคู่คำที่ไม่ถูกกันเป็นคู่อริกัน เช่น นกกลัวกับปลอดภัย ไม่มีการช่วยเหลือกับมีอำนาจ อิสระเสรีกับถูกจองจำ คำแต่ละคำมีความขัดแย้งกันอย่างเห็นได้ชัดเจน ให้ผู้เรียนอธิบายเหตุผลที่เขาคิดว่าคำแต่ละคำเป็นอริกัน แล้วให้ผู้เรียนให้คะแนนว่าคำคู่ใดมีความขัดแย้งกันมากที่สุด 5) สร้างการเปรียบเทียบขึ้นใหม่ ให้ผู้เรียนสร้างคำเปรียบเทียบคู่ใหม่ เช่น ถ้าเลือกอิสระเสรี และจองจำ การเปรียบเทียบใหม่อาจเป็น เลืออยู่ในกรง มนุษย์ในสังคม นักบินในยานอวกาศ 6) ทบทวนหัวข้อที่เริ่มต้น เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นำมาเปรียบเทียบที่สร้างใหม่ไปเปรียบเทียบกับหัวข้อในขั้นที่ 1 ถ้าคำเปรียบเทียบที่เลือกคือเสียในกรง และผู้สอนกำลังต้องการสอนตัวละครในนิยาย ผู้สอนจะให้ผู้เรียนอธิบายลักษณะของเสียในกรง แล้วเปรียบเทียบกับตัวละคร

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 22) กล่าวว่า กิจกรรมพัฒนากระบวนการเรียนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ 2 วิธี เพื่อเป็นแนวทางในครูผู้สอนได้นำไปประยุกต์ใช้ ดังนี้

1) การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์โดยตรง หมายถึง การจัดกระบวนการคิดที่ครูผู้สอนสามารถจัดให้ผู้เรียนได้กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ โดยการตั้งคำถามในระหว่างการเรียนการสอน ได้แก่

- ให้นักเรียนนำรูปภาพทางเรขาคณิตมาสร้างเป็นภาพต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด
- ให้นักเรียนบอกประโยชน์ของกระดาษหนังสือพิมพ์ให้ได้มากที่สุด
- ตั้งประเด็นเหตุการณ์สมมติที่อาจเป็นจริงได้ เช่น ถ้าน้ำท่วมโลกจะเกิดอะไรขึ้น
- ให้นักเรียนได้หาวิธีที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง การปรับปรุง

- ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในการจินตนาการ เช่น วาดภาพโลกในอนาคต

2. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์โดยการสอดแทรกในเนื้อหา หมายถึง การจัดการกระบวนการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้กับผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวสามารถเชื่อมโยงให้ผู้เรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ โดยถือว่าความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลพลอยได้จากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ เช่น

- ให้นักเรียนบอกวัสดุที่เหลือใช้ภายในบ้าน พร้อมทั้งบอกวิธีการที่จะนำวัสดุเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ใหม่

- ให้นักเรียนบอกประโยชน์ของโปรแกรมสำเร็จรูป นักเรียนจะนำโปรแกรมดังกล่าวไปใช้ทำอะไรได้บ้าง

สมศักดิ์ ภูวิภาคารวรรณ (2542: 27) ได้แบ่งประเภทของบรรยากาศออกเป็น 3 อย่างคือ

1) บรรยากาศด้านกายภาพ คือ การจัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน เช่น การจัดที่นั่งสำหรับเด็กควรมีลักษณะยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับกิจกรรมที่จัดไม่ควรยึดติดอยู่กับรูปแบบ ๆ เดียว และในการจัดตกแต่งสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน ควรมีความแปลกใหม่มีคุณค่าและท้าทายให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมแสดงออกอย่างกว้างขวาง

2) บรรยากาศด้านสมอง เป็นบรรยากาศที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา คิดหาเหตุผล คิดยืดหยุ่น คิดแปลกใหม่ คิดจินตนาการกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ อาจนำการใช้การทายปัญหาพาสุนัขเข้ามาใช้ในชั้นเรียนได้ เช่น ปัญหาพาสุนัขเกี่ยวกับตัวเลข ภาษา หรือรูปภาพและสัญลักษณ์ เป็นต้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้สมองในการคิดอย่างสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี

3) บรรยากาศด้านอารมณ์ เป็นบรรยากาศที่เกี่ยวข้องกับการช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกมีคุณค่า มีพลัง รู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม เคารพตนเองและผู้อื่น การทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกดังกล่าว ครูควรมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียน ใจกว้าง รับฟังปัญหาให้ความรู้สึกอบอุ่นและเป็นกันเองกับนักเรียน กล่าวคือ กล้าคิด กล้าแสดงออกอย่างกว้างขวาง

จากแนวคิดของนักการศึกษาและนักจิตวิทยา สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ระดับมัธยมศึกษาเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่ควรกระทำอย่างต่อเนื่องและที่สำคัญนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาเป็นวัยที่ให้ความสำคัญกับกลุ่มเพื่อนและทำตามเพื่อนเพื่อให้ได้รับการยอมรับโดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องเหมาะสมและผลลัพธ์ที่ตามมาในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ครูผู้สอนจึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้เขามี

ภูมิทัศน์ทางในตนเอง เมื่อเผชิญปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ไม่คาดคิดนักเรียนมีความมั่นใจและกล้าที่จะทำสิ่งที่ถูกต้องสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านั้นได้อย่างสร้างสรรค์

### 5. การวัดความคิดสร้างสรรค์

วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ยากต่อการวัด วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเครื่องมือหลาย ๆ ชนิด อาจจะอยู่ในรูปของแบบทดสอบหรือ การปฏิบัติและจะต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย แต่อย่างไรก็ตามได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2535: 48-50) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า มีหลักการเดียวกันกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษาหรือศิลปะ คือผู้ให้คำตอบได้หลาย ๆ ทาง หลาย ๆ แบบให้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วย

- 1) แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่าน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วให้สร้างคำตอบให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
- 2) แบบแบ่งครึ่งรูป โดยจะกำหนดครึ่งรูปทรง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม แล้วให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลาย ๆ แบบ แตกต่างกันไปให้มากที่สุด
- 3) แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้ซึ่งตัวเลขที่เติมให้ใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้ ภายในเวลาที่กำหนด
- 4) แบบสร้างรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนดให้
- 5) แบบประกอบภาพเจ็ดมหัศจรรย์ เป็นการสร้างสรรค์ของจีน ซึ่งรู้จักกันในชื่อ Chehiso Pan ประกอบด้วย 7 ชิ้น ที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้นมาประกอบเป็นภาพต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

กรมวิชาการ (2539: 30-34) การวัดความคิดสร้างสรรค์จะเป็นนามธรรมแต่นักวิชาการในสาขานี้ก็พยายามแสวงหาแนวทางที่จะวัดคุณลักษณะดังกล่าวนี้ ให้ได้เช่นเดียวกันกับการวัดนามธรรมเป็นลักษณะนามอื่น ๆ ของมนุษย์ เช่น สติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์เป็นนามธรรม จึงมีวิธีการวัดที่แตกต่างกันหลายวิธี แต่ละวิธีมีข้อจำกัด ข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป การวัดความคิดสร้างสรรค์สามารถทำได้ 3 วิธี

- 1) การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เพื่อประเมินความก้าวหน้าทางความคิดสร้างสรรค์ กระทำได้ 2 ลักษณะคือ แบบเป็นทางการ และแบบไม่เป็นทางการ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมิน การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนแบบเป็นทางการอาจใช้แบบสอบถาม แบบมาตราวัด

ประเมินค่า การสัมภาษณ์ สอบถามความคิดเห็นจากครูประจำชั้น หรือครูผู้สอนวิชาต่าง ๆ สังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่ปรากฏ ดังต่อไปนี้

- 1.1) มีความมั่นใจในการแสดงออก เช่น กล้าพูด กล้าซักถาม
- 1.2) มีความพยายามในการคิดแก้ปัญหา
- 1.3) ให้ความร่วมมือในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
- 1.4) ยอมรับในสิ่งแปลกใหม่
- 1.5) มีสัมพันธภาพกับสมาชิกในกลุ่ม
- 1.6) สามารถพูดแสดงความคิดเห็นได้อย่างรวดเร็ว
- 1.7) มีความคิดหลายทิศทาง
- 1.8) มีอารมณ์ขัน สนุกสนาน ร่าเริง
- 1.9) สามารถปรับตัวได้ดี
- 1.10) ความเป็นตัวของตัวเอง
- 1.11) มีความยืดหยุ่นในการคิด
- 1.12) มีความสามารถในการคิดอย่างคล่องแคล่ว
- 1.13) สามารถแตกความคิดเดิมไปสู่ความคิดที่แปลกใหม่
- 1.14) มีความสุขกับการทำงาน
- 1.15) มีความอยากรู้อยากเห็น

2) การวัดโดยใช้แบบทดสอบ การวัดโดยวิธีนี้เริ่มต้นจากการสร้างแบบทดสอบขึ้นมาก่อน แบบทดสอบจะมีลักษณะการกำหนดสถานการณ์ที่แปลกประหลาดหรือไม่ใช่สถานการณ์ตามปกติแล้วให้นักเรียนใช้ความคิดโดยอิสระ ตอบจากสถานการณ์นั้น คำตอบของนักเรียนอาจไม่นำไปพิจารณาว่าถูกหรือผิด เนื่องจากเป็นคำตอบที่ตอบขึ้นในสถานการณ์แปลกใหม่ พิจารณาให้คำตอบและแยกให้คะแนนเป็น 3 กรณี (1) ความคิดคล่อง (2) ความคิดยืดหยุ่น (3) ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาความคิดตอบสนองต่อเงื่อนไขให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการตั้งโจทย์ได้อย่างหลากหลายโดยให้คะแนนคำตอบประเภทละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่ ส่วนความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดแปลกแตกต่างจากความคิดธรรมดา คำตอบที่แปลกใหม่แตกต่างจากคำตอบของผู้อื่น พิจารณาทั้ง 3 กรณี กล่าวคือ การให้คะแนนความคิดคล่องกระทำได้ง่ายที่สุด ส่วนคะแนนความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ต้องใช้เวลามากเนื่องจากต้องนำคำตอบของนักเรียนมาจัดเรียงตามเกณฑ์การให้คะแนนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

อารี พันธุ์ณี (2540: 199-202) กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก และเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอนและกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงขึ้น และสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย สำหรับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กนั้นสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์
- 2) การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม สีเหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ
- 3) รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิด ตอบจากภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี
- 4) การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนดให้ และการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน ซึ่งนักจิตวิทยามีความเห็นสอดคล้องกันว่าเด็กในวัยประถมศึกษา มีความสำคัญยิ่ง หรือเป็นจุดวิกฤตของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เด็กมีความสนใจในการเขียนเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะจากการศึกษาประวัติของบุคคลสำคัญ นักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์ของโลก เช่น นิวตัน และปาสกาล พบว่าบุคคลเหล่านี้ได้แสดงแนวสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์และสร้างผลงานชิ้นแรกเมื่ออยู่ในวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่

Torrance (1973: 110) ได้กล่าวไว้ว่า การแสดงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องถึงขั้นสูงสุด คือ การตั้งทฤษฎีใหม่หรือการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เสมอไป แต่เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง นอกเหนือไปจากการคิดอย่างปกติแล้วสามารถคิดได้หลายแง่หลายมุมผสมผสานกัน จนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า โดยใช้องค์ประกอบร่วมที่สำคัญ 3 ด้าน คือ แรงจูงใจ ความสามารถ และทักษะ ซึ่งผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อาจเป็นเพียงขั้นใดขั้นหนึ่งใน 5 ขั้นต่อไปนี้

- 1) เป็นผลผลิตที่แสดงความคิดริเริ่มอย่างอิสระ โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน
- 2) เป็นผลผลิตที่อาศัยทักษะบางอย่าง
- 3) ได้สิ่งประดิษฐ์คิดค้นที่ดียิ่งขึ้น
- 4) ได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ไม่มีใคร
- 5) เป็นผลผลิตที่แสดงผลงานจากความคิดที่เป็นนามธรรมระดับสูง หรือการค้นพบหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์



จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาสรุปได้ว่า วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ คือ การให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างหลากหลาย แตกต่างกันหลาย ๆ แบบโดยพยายามไม่ให้ซ้ำกับคนอื่น โดยการสังเกต การวาดภาพ ดูภาพจากรอยหยดหมึก และการเขียนเรียงความ ทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็กเพื่อเป็นข้อมูลในการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนให้สอดคล้องกันเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงขึ้น

## 6. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

Torrance (1973: 121-128) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมีชื่อว่า แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ (Torrance Tests of Creative) โดย Torrance เรียก แบบทดสอบย่อยว่ากิจกรรม โดยคำชี้แจงในแบบทดสอบจะเน้นให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานกับการทำกิจกรรม สร้างความรู้สึกรู้สึกภูมิใจปราศจากความหวาดกลัวในการทำกิจกรรม แบบทดสอบนี้ใช้ได้ตั้งแต่อนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษา แบบทดสอบนี้ประกอบด้วย

1) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษา ประกอบด้วยกิจกรรม 7 กิจกรรม ดังนี้

1.1) กิจกรรมการตั้งคำถาม เป็นการให้นักเรียนตั้งคำถามจากภาพที่กำหนดให้มาได้มากที่สุดเพื่อให้อธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นมากที่สุด

1.2) กิจกรรมการเดาสาเหตุ เป็นการให้นักเรียนเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้มากที่สุด โดยเดาจากเหตุการณ์ที่แสดงรูปภาพ

1.3) การเดาผลที่เกิดขึ้น เป็นการให้นักเรียนเขียนผลที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ในภาพที่กำหนดให้

1.4) การปรับปรุงผลผลิต เป็นการให้นักเรียนดัดแปลงสิ่งหรือช่าง ในภาพที่กำหนดให้ เป็นสิ่งหรือช่างที่น่ารักน่าสนใจด้วย และเป็นของเล่นของเด็ก ๆ ชอบ ให้เขียนมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

1.5) ประโยชน์ของสิ่งของ เป็นการให้นักเรียนเขียนรายชื่อ สิ่งของที่น่าสนใจ และแปลกที่ทำมาจากกล่องกระดาษมาให้มากที่สุด

1.6) คำถามแปลก ๆ เป็นการให้นักเรียนตั้งคำถามแปลก ๆ เกี่ยวกับกล่องกระดาษ

1.7) การสมมติอย่างมีเหตุผล เป็นการให้นักเรียนบอกถึงเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ ถ้าสภาพการณ์ที่กำหนดเกิดขึ้นจริง

2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านรูปภาพ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

2.1) การวาดภาพ เป็นการให้นักเรียนต่อเติมภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ แล้ววาดภาพเพิ่มเติมโดยนึกถึงรูปภาพ หรือเรื่องราวที่ไม่มีใครคิด เสร็จแล้วให้ตั้งชื่อภาพที่แปลกและน่าสนใจด้วย

2.2) การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ เป็นการให้นักเรียนต่อเติมภาพจากเส้นในลักษณะต่าง ๆ ที่ กำหนดให้จำนวน 10 ภาพ ให้ได้ภาพที่น่าสนใจมากที่สุดพร้อมตั้งชื่อภาพให้แปลกและน่าสนใจด้วย

2.3) การใช้เส้นคู่ขนาน เป็นการให้นักเรียนต่อเติมภาพจากเส้นขนาน จำนวน 30 คู่ ให้ได้ภาพที่แปลกมากที่สุด แล้วตั้งชื่อภาพที่ต่อเติมด้วย

สมศักดิ์ ภูวิภาคารวรรณ (2542: 26) ได้ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของข้อสอบวัดสติปัญญา และข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ว่าข้อสอบวัดสติปัญญา เป็นความสามารถในการหาคำตอบ ที่ถูกต้องเหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหา (convergent thinking) จะมีตัวเลือกที่ถูกเพียง ตัวเดียวสำหรับปัญหาในแต่ละข้อ

อารี รังสินันท์ (2532: 176) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบระเบียบ ซึ่งอาจใช้ควบคู่กับแบบสำรวจพฤติกรรมหรือแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ จะยิ่งช่วยให้ได้ข้อมูลใกล้เคียงและถูกต้องตรงกับความเป็นจริงมากขึ้น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์สร้างขึ้นจากผลการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเนื้อหาของแบบทดสอบมีทั้งภาษาที่ใช้เป็นสื่อเพื่อเร้าให้เด็กได้แสดงออกในเชิงความคิดสร้างสรรค์

อารี พันธุ์ณี (2543: 209-516) ได้สรุป วิธีการวัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ไว้ดังนี้

1) การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคล ที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์ เช่น พฤติกรรม การเล่น ลากรทำกิจกรรม การเลียนแบบ การทดลอง การปรับปรุงและตกแต่งสิ่งต่าง ๆ การแสดงละคร การเล่านิทาน การแต่งเรื่องใหม่ การเล่นและคิดเกมใหม่ ๆ และการแสดงความรู้สึกรักชอบซึ่งต่อสิ่งสวยงาม

2) การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้อาจเป็นวงกลม สีเหลี่ยม และให้เด็กต่อเติมให้เป็นภาพ

3) รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กดูภาพรอยหยดหมึก แล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับเด็กประถมศึกษาเพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี

4) การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนดและการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน

5) แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน จากรูปแบบของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าแบบวัดความคิดสร้างสรรค์นั้น ได้มีผู้สร้างไว้ในหลายลักษณะ แต่ก็จะมีลักษณะที่ร่วมกัน คือ ต้องการที่จะเน้นผลผลิตของการคิด โดยจะต้องเป็นความคิดที่แปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร ให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างหลากหลาย แตกต่างกันไปหลาย ๆ แบบ คือ ต้องการที่จะเน้นผลผลิตของการคิด โดยจะต้องเป็นความคิดที่แปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร และความคล่องในการคิด สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ๆ มีดังนี้ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม และด้านความคิดละเอียดลออ

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีผู้ที่ศึกษาผลของการใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลายท่านด้วยกัน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT กับการสอนแบบปกติ กับกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันไป ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

### 1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

อรพิน ธนาสุภกรกุล (2536: 1) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงขึ้น และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรพิมล สุวรรณรัตน์ (2537: 65) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2537 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

นันทิยา วงศ์ชัย (2542: 1) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกิจกรรมการพัฒนาสมองซีกขวา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนโดยเน้นกิจกรรมการพัฒนาสมองซีกขวา สูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกิจกรรมการพัฒนาสมองซีกขวา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สราวุฒิ บุญยยืน (2542: 1) ได้ศึกษารูปแบบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลบ้านสามเหลี่ยม อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 73 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 36 คน และกลุ่มทดลอง 37 คน กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิชาญ เลิศลพ (2543: 114-120) ได้ทำการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้ สสวท. ผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จงกรรัตน์ อาจศัตรู (2544: 59) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่าจะแนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ สูงกว่าการสอนตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรินทร์ ลำพุกทธา (2545: 1) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ในวิชาเคมี โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบ 4 MAT ผลการศึกษาพบว่า ผลการเรียนรู้ในวิชาเคมี โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบ 4 MAT ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย มีความกระตือรือร้น สนใจ มีความสุขและสนุกสนานในการเรียน นักเรียนรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีผ่านเกณฑ์เป้าหมายคิดเป็น 79.55 เปอร์เซนต์ ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดและพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหา

รจพรรณ สุวรรณรัช (2545: 60) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT System ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT System มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการสอน เรื่อง สารรอบตัว สูงกว่าก่อนการสอบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT System มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ทวีศักดิ์ แก้วทอน (2546: 76) ได้ศึกษาผลของการใช้แบบฝึกกิจกรรมต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้ฝึกด้วยแบบฝึกกิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ฝึกด้วยแบบฝึกกิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อมรรัตน์ สารบัญ (2546: 68) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

วาสนา วินิจกุล (2546: 60) ได้ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านเนื้อหา และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นภสร ใจตรง (2547: 1) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฑามาศ แหนผัน (2548: 1) ได้ศึกษาการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนที่เรียนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนที่เรียนตามแนววัฏจักร การเรียนรู้หลังเรียนสูง

ศศิวิมล สนิสมรส (2548: 1) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ส่งผลต่อเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

ไคลเดียทส์ (Klindienst, 1993 อ้างถึงใน วาสนา วินิจกุล, 2546: 51) ทำการศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกระแสไฟฟ้า ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ ที่มีผลต่อโครงสร้างความรู้เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 238 คน จาก 11 ชั้นเรียน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้รับการสอนด้วยครู 3 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ ANOVA พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

แมคคาร์ธี (McCarthy, 1997: 51 อ้างถึงใน จุฑามาศ แหนผัน, 2548: 37) ได้ศึกษาผู้เรียน 4 แบบกับรูปแบบการเรียนแบบ 4 MAT ซึ่งมีลักษณะพิเศษ คือ ผู้เรียนแต่ละคนสามารถนำไปใช้ได้ในห้องเรียน ขณะเดียวกันจะช่วยให้ผู้เรียนทั้งหมดพัฒนาขึ้น โดยเมื่อเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีความหมายและเป็นตามธรรมชาติจากความรู้สึกลงไปถึงการไตร่ตรองและสุดท้ายสู่การกระทำ ครูไม่ต้องแบ่งผู้เรียนเป็นแบบต่าง ๆ แต่ช่วยให้พวกเขาทำงานอย่างสมดุลและสมบูรณ์ สรุปแล้วการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ สามารถจะทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ และเกิดการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์พื้นฐานได้ โดยครูสอนมีบทบาท ในการวางแผนการเรียนรู้อะดัดตนแนะนำช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์

Lisa (1998: 171-192 อ้างถึงใน วาสนา วินิจกุล, 2546: 5) ทำการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการด้านมโนคติและความคงทนในการเรียนรู้ภายใต้การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 48 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 25 คน และกลุ่มทดลอง 23 คน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้มีพัฒนาการด้านมโนคติและความคงทนในการเรียนรู้

สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยนักเรียนจะพัฒนามโนคติไปตามลำดับขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน

จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ จะเห็นได้ว่ามีผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT หลายท่านด้วยกัน และผลการวิจัยก็สอดคล้องกันว่าการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และด้านอื่น ๆ สูงขึ้น จึงเป็นการแสดงให้เห็นว่าการสอนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ MAT เป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพ ควรนำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพ

