

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง หิน และการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า วารสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีหัวข้อตามลำดับดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 1.1 ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์
  - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านนาหลัก จังหวัดมุกดาหาร  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 2.1 ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
  - 2.2 การเปรียบเทียบตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
  - 2.3 คำอธิบายรายวิชา
  - 2.4 หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 3.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 3.2 หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 3.3 ระดับของการสืบเสาะหาความรู้
  - 3.4 รูปแบบการสอนสืบเสาะหาความรู้
  - 3.5 ประโยชน์และข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก
  - 4.1 ความหมายของผังกราฟิก

- 4.2 ประเภทของผังกราฟิก
- 4.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก
- 4.4 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 5.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 5.3 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
  - 6.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
  - 6.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
  - 6.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
  - 6.4 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 7.2 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 7.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. ความพึงพอใจ
  - 8.1 ความหมายของความพึงพอใจ
  - 8.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
  - 8.3 การวัดความพึงพอใจ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

### กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2553, หน้า 20) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดสมรรถนะสำคัญ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้ไว้ตามเกณฑ์ ในการกำหนดคุณภาพนักเรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำหรับสาระและมาตรฐาน การเรียนรู้ สถานศึกษาสามารถเพิ่มเติมได้ ความสำคัญของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสาระมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

#### 1. ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสังคมปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเครื่องมือ เครื่องใช้ ในผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์ สาขาอื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีดั้งเดิม ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล ความคิด สร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีพยาน ที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำ ความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม

#### 2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง อย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สำคัญ ไว้ดังนี้

### สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

### สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสารการเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มี กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก และภายในโลกความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซีปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตร และการสื่อสารสื่อ สารสิ่งที่เรี ยนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

## หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านนาหลัก จังหวัดมุกดาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนบ้านนาหลัก ยึดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ (โรงเรียนบ้านนาหลัก, 2559, หน้า 152-157) ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเป็นลำดับ ดังนี้

### 1. ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

- 1.1 อธิบายการเจริญเติบโตของมนุษย์ จากวัยแรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่
- 1.2 อธิบายการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบย่อยอาหาร ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์
- 1.3 วิเคราะห์สารอาหารและอภิปรายความจำเป็นที่ร่างกายต้องได้รับ สารอาหารในสัดส่วนที่พอเหมาะแก่กับเพศและวัย
- 1.4 สำรวจและอภิปรายความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ
- 1.5 อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในรูปแบบของโซ่อาหาร และสายใยอาหาร
- 1.6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการดำรงชีวิตของ สิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น
- 1.7 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายแหล่งทรัพยากรธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่น ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต
- 1.8 วิเคราะห์ผลของการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ต่อการใช้ ทรัพยากรธรรมชาติ
- 1.9 อภิปรายผลต่อสิ่งมีชีวิตจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม ทั้งโดยธรรมชาติและโดยมนุษย์
- 1.10 อภิปรายแนวทางในการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- 1.11 มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
- 1.12 ทดลองและอธิบายสมบัติของ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
- 1.13 จำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่นที่กำหนดเอง
- 1.14 ทดลองและอธิบายวิธีการแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน โดยการร่อน การตกตะกอน การกรอง การระเหิด และการระเหยแห้ง

- 1.15 สํารวจและจําแนกประเภทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน  
โดยใช้สมบัติและการใช้ประโยชน์ของสารเป็นเกณฑ์
- 1.16 อภิปรายการเลือกใช้สารแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย
- 1.17 ทดลองและอธิบายสมบัติของสารเมื่อสารเกิดการละลายและเปลี่ยนแปลงสถานะ
- 1.18 วิเคราะห์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่ และมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป
- 1.19 อภิปรายการเปลี่ยนแปลงของสารที่ก่อให้เกิดผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 1.20 สํารวจและจําแนกประเภทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน  
โดยใช้สมบัติ และการใช้ประโยชน์ของสารเป็นเกณฑ์
- 1.21 อภิปรายการเลือกใช้สารแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย
- 1.22 ทดลองและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
- 1.23 ทดลองและอธิบายตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า
- 1.24 ทดลองและอธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- 1.25 ทดลองและอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรม แบบขนาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- 1.26 ทดลองและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้ารอบสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- 1.27 สํารวจและจําแนกประเภทของหินโดยใช้ลักษณะของหิน สมบัติของหินเป็นเกณฑ์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- 1.28 สํารวจและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหิน
- 1.29 สืบค้นและอธิบายธรณีพิบัติที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น
- 1.30 สร้างแบบจำลองและอธิบายการเกิดฤดู ข้างขึ้น ข้างแรม สุริยุปราคา จันทรุปราคา และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- 1.31 สืบค้น อภิปรายความก้าวหน้าและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

1.32 วางแผนการสังเกตเสนอการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้า  
 คาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ

1.33 บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพวิเคราะห์และตรวจสอบผลกับ  
 สิ่งที่คาดการณ์ไว้นำเสนอผลและข้อสรุป

1.34 สร้างคำถามใหม่เพื่อการสำรวจตรวจสอบต่อไป

1.35 แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระอธิบายลงความเห็นและสรุปสิ่งที่ได้  
 เรียนรู้

1.36 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบตามความเป็นจริงมีเหตุผล  
 และมีประจักษ์พยานอ้างอิง

1.37 นำเสนอจัดแสดงผลงานโดยอธิบายด้วยวาจา เขียนรายงานแสดง  
 กระบวนการ และผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

**2. การเปรียบเทียบตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.  
 2551 กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)**

เนื่องด้วยมีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551  
 และอยู่ในระยะที่นำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551  
 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560) มาใช้ ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น  
 พื้นฐาน พ.ศ. 2551 กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551  
 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังตาราง 1

ตาราง 1 การเปรียบเทียบตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการ ดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของ สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต ที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการ	สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียง สารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน



ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
<p>สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ นำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต</p> <p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป.6/1 อธิบายการเจริญเติบโตของมนุษย์ จากวัยแรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่</p> <p>ป.6/2 อธิบายการทำงานที่สัมพันธ์กันของ ระบบย่อยอาหาร ระบบหายใจ และระบบ หมุนเวียนเลือดของมนุษย์ (ย้ายระบบ หายใจ และระบบหมุนเวียนเลือดไป ม.2)</p> <p>ป.6/3 วิเคราะห์สารอาหารและอภิปราย ความจำเป็นที่ร่างกายต้องได้รับ สารอาหารในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศ และวัย</p>	<p>ความสัมพันธ์กับโครงสร้างและหน้าที่ของ อวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป.6/1 ระบุสารอาหารและบอกประโยชน์ ของสารอาหารแต่ละประเภทจากอาหาร ที่ตนเองรับประทาน</p> <p>ป.6/2 บอกแนวทางในการเลือก รับประทานอาหารให้ได้สารอาหาร ครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศ และวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ</p> <p>ป.6/3 ตระหนักถึงความสำคัญของ สารอาหาร โดยการเลือกรับประทาน อาหารที่มีสารอาหารครบถ้วนในสัดส่วน ที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้ง ปลอดภัยต่อสุขภาพ</p>
<p>สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม</p> <p>มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมใน ท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อม กับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<p>-</p>

## ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
<p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป.6/1 สํารวจและอภิปรายความสัมพันธ์ ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ (ย้ายไป ป.5)</p> <p>ป.6/2 อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตใน รูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร (ย้ายไป ป.5)</p> <p>ป.6/3 สืบค้นข้อมูล และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างการดำรงชีวิตของ สิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น (ย้ายไป ป.5)</p> <p>มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของ ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรใน ท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน</p>	
<p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป.6/1 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายแหล่ง ทรัพยากรในแต่ละท้องถิ่นที่เป็นประโยชน์ ต่อการดำรงชีวิต (ตัดออกในฉบับปรับปรุง 60)</p> <p>ป.6/2 วิเคราะห์ผลของการเพิ่มขึ้นของ ประชากรมนุษย์ต่อการใช้ ทรัพยากรธรรมชาติ (ตัดออกในฉบับ ปรับปรุง 60)</p>	

## ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
<p>ป. 6/3 อภิปรายผลต่อสิ่งมีชีวิต จากการ เปลี่ยนสิ่งแวดล้อม ทั้งโดยธรรมชาติ และ โดยมนุษย์ (ตัดออกในฉบับปรับปรุง 60)</p> <p>ป. 6/4 อภิปรายแนวทางในการดูแลรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ตัดออกในฉบับปรับปรุง 60)</p> <p>ป. 6/5 มีส่วนร่วมในการดูแลรักษา สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น (ตัดออกในฉบับ ปรับปรุง 60)</p>	
<p>สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง อนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป. 6/1 ทดลองและอธิบายสมบัติของแข็ง ของเหลว แก๊ส (ย้ายไป ป. 5)</p> <p>ป. 6/2 จำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะ หรือเกณฑ์อื่นที่กำหนดเอง (ตัดออกใน ฉบับปรับปรุง 60)</p> <p>ป. 6/3 ทดลองและอธิบายวิธีการแยกสาร บางชนิดที่ผสมกัน โดยการร่อน การตกตะกอน การกรอง การระเหิด</p>	<p>สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลง สถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> <p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป. 6/1 อธิบายและเปรียบเทียบการแยก สารผสม โดยการหยิบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดึงดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ รวมทั้งระบุ วิธีการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับ การแยกสาร</p>

## ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
<p>การระเหยแห้ง</p> <p>ป.6/4 สํารวจและจำแนกประเภทของสารชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้สมบัติและการใช้ประโยชน์ของสารเป็นเกณฑ์ (ตัดออกในฉบับปรับปรุง 60)</p> <p>ป.6/5 อภิปรายการเลือกใช้สารแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย (ตัดออกในฉบับปรับปรุง 60)</p> <p>มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ป.6/1 ทดลองและอธิบายสมบัติของสารเมื่อสารเกิดการละลายและเปลี่ยนสถานะ (ย้ายไป ป.5)</p> <p>ป.6/2 วิเคราะห์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่และมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป (ย้ายไป ป.5)</p> <p>ป.6/3 อภิปรายการเปลี่ยนแปลงของสารที่ก่อให้เกิดผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ย้ายไป ป.5)</p>	

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
-	<p>สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ</p> <p>มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป.6/1 อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขั้ดถู โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (ย้ายมาจาก ป.2)</p>
<p>สาระที่ 5 พลังงาน</p> <p>มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรีนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป.6/1 ทดลองและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย</p> <p>ป.6/2 ทดลองและอธิบายตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า (ย้ายไป ป. 4)</p> <p>ป.6/3 ทดลองและอธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<p>สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ</p> <p>มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์สสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป.6/1 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>ป.6/2 เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย</p> <p>ป.6/3 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการ</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
<p>ป.6/4 ทดลองและอธิบายการต่อหลอดไฟ ทั้งแบบอนุกรม แบบขนาน และนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ป.6/5 ทดลองและอธิบายการเกิด สนามแม่เหล็กรอบสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้า ผ่าน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ตัดออกในฉบับปรับปรุง 60)</p>	<p>และผลการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม</p> <p>ป.6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน</p> <p>ป.6/5 ออกแบบการทดลองและทดลอง ด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายต่อหลอด ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน</p> <p>ป.6/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและ แบบขนาน โดยบอกประโยชน์ ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน</p> <p>ป.6/7 อธิบายการเกิดแกมม่า งามั่ว จากหลักฐานเชิงประจักษ์ (เพิ่มเติม)</p> <p>ป.6/8 เขียนแผนภาพรังสีของแสง แสดงการเกิดแกมม่า งามั่ว</p>
<p>สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของ เปลือกโลก</p> <p>มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และลักษณะของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<p>สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ</p> <p>มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและ ความสัมพันธ์กับระบบโลก กระบวนการ เปลี่ยนแปลงภายในโลก และภูมิอากาศ โลก รวมทั้งส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
<p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป.6/1 อธิบาย จำแนกประเภทของหิน โดยใช้ลักษณะของหิน สมบัติของหินเป็นเกณฑ์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ป.6/2 สำรวจและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหิน (ย้ายไป ม.2)</p> <p>ป.6/3 สืบค้นและอธิบายธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น</p>	<p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป.6/1 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน หินแปร และวัฏจักรหินจากแบบจำลอง (ย้ายมาจาก ม.2)</p> <p>ป.6/2 บรรยายและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของหินและแร่ในชีวิตประจำวันจากข้อมูลที่รวบรวมได้ (ย้ายมาจาก ม.2)</p> <p>ป.6/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดซากดึกดำบรรพ์ และคาดคะเนสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์ (ย้ายมาจาก ม.2)</p> <p>ป.6/4 เปรียบเทียบการเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม รวมทั้งอธิบายผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมแบบจำลอง (ย้ายมาจาก ป.5 และ ม.2)</p> <p>ป.6/5 อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย จากข้อมูลที่รวบรวมได้ (ย้ายมาจาก ม.1)</p> <p>ป.6/6 บรรยายลักษณะและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ</p> <p>ป.6/7 ตระหนักถึงผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย โดยนำเสนอแนวทางในการเฝ้าระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดในท้องถิ่น</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
	<p>ป.6/8 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต (ย้ายมาจาก ม.1)</p> <p>ป.6/9 ตระหนักถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก (ย้ายมาจาก ม.1)</p>
<p>สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี่และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป.6/1 สร้างแบบจำลองและอธิบายการเกิดฤดู ข้างขึ้นข้างแรม สุริยุปราคา จันทรุปราคา และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจ</p>	<p>สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการคิด และวิวัฒนาการ การเกิดของเอกภพ กาแล็กซี่ ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ</p> <p>ตัวชี้วัด</p> <p>ป.6/1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดและเปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคา และจันทรุปราคา</p> <p>ป.6/2 อธิบายพัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศ และยกตัวอย่างการนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ในชีวิตประจำวัน</p> <p>-</p>



ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
<p>อวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม ป.6/1 สืบค้นอภิปรายความก้าวหน้า และประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ</p>	
<p>สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถ อธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องกัน ตัวชี้วัด ป.6/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่อง หรือสถานการณ์ที่จะศึกษาตามที่ กำหนดให้และตามความสนใจ ป.6/2 วางแผนการสังเกต เสนอการ สำรวจ ตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า คาดการณ์ สิ่งที่จะพบจากการสำรวจ</p>	<p>สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิง คำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม ตัวชี้วัด ป.6/1 ใช้เหตุผลในเชิงตรรกะในการอธิบาย และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิต ประจำวัน ป.6/2 ออกแบบและเขียนโปรแกรม อย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
<p>ตรวจสอบ</p> <p>ป.6/3 เลือกอุปกรณ์ และวิธีการสำรวจ ตรวจสอบที่ถูกต้องเหมาะสม ให้ได้ผลที่ ครอบคลุมและเชื่อถือได้</p> <p>ป.6/4 บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณและ คุณภาพ วิเคราะห์และตรวจสอบผลกับ สิ่งที่คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและข้อสรุป</p> <p>ป.6/5 สร้างคำถามใหม่ เพื่อการสำรวจ ตรวจสอบต่อไป</p> <p>ป.6/6 แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อธิบายลงความเห็น และสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้</p> <p>ป.6/7 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบตามความเป็นจริง มีเหตุผล และมีประจักษ์พยานอ้างอิง</p> <p>ป.6/8 นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดย อธิบายด้วยวาจา และเขียนรายงานแสดง กระบวนการให้ผู้อื่นเข้าใจ</p>	<p>และแก้ไข</p> <p>ป.6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูล อย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>ป.6/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงาน ร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและ หน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคล ที่ไม่เหมาะสม</p>

จากการเปรียบเทียบตัวชี้วัดกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
สาระที่นำมาทำการวิจัยคือ สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก พบว่า เนื้อหา  
ยังอยู่ที่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เช่นเดิม เพียงแต่มีการปรับเพิ่มเนื้อหาของชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 มาเพิ่มเติมบางส่วน

### 3. คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เวลา 80 ชั่วโมง  
ศึกษาวิเคราะห์การเจริญเติบโตของมนุษย์จากวัยแรกเกิดไปจนถึงวัยผู้ใหญ่ การทำงาน

ที่สัมพันธ์กันของระบบย่อยอาหาร ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ สารอาหารที่จำเป็นที่ร่างกายต้องได้รับสารอาหารในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย ความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต ในรูปของโซ่อาหาร และสายใยอาหาร ศึกษาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่น ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ผลการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ต่อการใช้ ทรัพยากรธรรมชาติ ผลของสิ่งมีชีวิตจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทั้งโดยธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม การดูแลสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น สมบัติของของแข็ง ของเหลวและแก๊ส การจำแนกสาร การแยกสารบางชนิดที่ผสมกันโดย การร่อน การตกตะกอน การกรอง การระเหิด การระเหยแห้ง ประเภทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการใช้ ประโยชน์การเลือกใช้สารแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย สมบัติของสาร เมื่อเกิดการละลายและเปลี่ยนสถานะ การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่และมีสมบัติ เปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงของสารที่ก่อให้เกิดผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรม แบบขนาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ การต่อหลอดไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรมแบบขนาน และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ การเกิดสนามแม่เหล็กกรอบสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ประเภทของหินและประโยชน์ของหิน การเปลี่ยนแปลง ของหิน ธรณีพิบัติที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น การเกิดฤดูกาล ช่างชั้น ช่างแรม สุริยุปราคา จันทรุปราคาและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ความก้าวหน้า และประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะ หาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ รักษาดี ศาสตร์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย และมีจิต สาธารณะ

#### รหัสตัวชี้วัด

ว 1.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3

ว 2.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3

ว 2.2 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5

ว 3.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5

ว 3.2 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3

ว 5.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5

ว 6.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3

ว 7.1 ป.6/1

ว 7.2 ป.6/1

ว 8.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5, ป.6/6, ป.6/7, ป.6/8

รวมทั้งหมด 37 ตัวชี้วัด

#### 4. หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนาหลัก ทำการจัดหน่วยการเรียนรู้ออกเป็น 6 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 80 ชั่วโมง ตามโครงสร้างของรายวิชา ดังตาราง 2

ตาราง 2 หน่วยการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	คะแนน
1	ร่างกายของเรา 1. การเจริญเติบโตของร่างกาย 1.1 ระบบย่อยอาหาร 1.2 ระบบการหมุนเวียนโลหิต 1.3 ระบบการหมุนเวียนโลหิต 1.4 ระบบหายใจ 1.5 ระบบขับถ่าย	10	20
	2. อาหารและสารอาหาร 2.1 สารอาหารในอาหารหลัก 2.2 สารอาหารในอาหารหลัก 2.3 พลังงานจากสารอาหาร 2.4 การกินอาหารให้พอเหมาะกับเพศ และวัย	8	

ตาราง 2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	คะแนน
2	สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม 1. ชีวิตสัมพันธ์ 1.1 สิ่งแวดล้อม 1.2 ระบบนิเวศ 1.3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม 1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกัน 1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต 1.6 การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตให้เข้ากับสภาพแวดล้อม	10	10
	2. เรายักษ์ทรัพยากร การดูแลทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น	4	
3	สารในชีวิตประจำวัน 1. สมบัติของสารและการจำแนกสาร 2. การจำแนกสาร 3. สารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน 4. การเปลี่ยนแปลงของสาร	8	10
4	ไฟฟ้าน่ารู้ 1 วงจรไฟฟ้า 1.1. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 1.2 วงจรไฟฟ้าในบ้าน 2 ตัวนำไฟฟ้า และฉนวนไฟฟ้า 2.1 ตัวนำไฟฟ้า	8	10

ตาราง 2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	คะแนน
	2.2 ฉนวนไฟฟ้า 3. แม่เหล็กไฟฟ้าและการใช้แม่เหล็ก 3.1 แม่เหล็กไฟฟ้า 3.2 การใช้แม่เหล็กไฟฟ้า		
5	หิน และการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก 1. หินในท้องถิ่นของเรา 1.1 สมบัติของหิน 1.2 ประเภทของหินและการเกิด 1.3 ประเภทและแหล่งหินในท้องถิ่น 1.4 กระบวนการเปลี่ยนแปลงบน พื้นผิวโลก 1.5 การเปลี่ยนแปลงผิวโลกเนื่องจาก แรงน้ำและแรงลม	10	10
	2. ธรณีพิบัติภัย 2.1 การเกิดแผ่นดินไหว ดินถล่ม 2.2 การเกิดสึนามิ	10	
6	ปรากฏการณ์โลกและเทคโนโลยีอวกาศ 1. ปรากฏการณ์บนท้องฟ้า 1.1 ข้างขึ้นข้างแรม 1.2 ฤดูกาล 1.3 จันทรุปราคา 1.4 สุริยุปราคา	8	10
	2. เทคโนโลยีอวกาศ 2.1 การเดินทางไปอวกาศ 2.2 ประโยชน์ของการสำรวจอวกาศ		

ตาราง 2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	คะแนน
	ทบทวนความรู้สอบกลางภาค	2	10
	ทบทวนความรู้สอบปลายภาค	2	20

การวิจัยในครั้งนี้ใช้หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลงของโลก จำนวน 20 ชั่วโมง

### การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

#### 1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นที่รู้จักกันหลายชื่อ เช่น วิธีสอนแบบสืบสวน วิธีสอนแบบสืบสอบ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ซาตรี เกิดธรรม (2542, หน้า 76) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบสวนสืบสอบ เป็นวิธีสอนที่เน้นฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จะค้นพบความรู้หรือแนวทางที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ในชีวิตประจำวันได้

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2544, หน้า 56) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบสอบ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบสอบความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 136) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยที่ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจค้นหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธี

ในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสถานการณืต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย

ทิตินา แคมมณี (2553, หน้า 141) ให้ความหมายของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถามวางแผนและลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูคอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

เสาวลักษณ์ กันนิยม (2554, หน้า 17) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่วนครูเพียงแต่คอยเสนอแนะ และอำนวยความสะดวก

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2556, หน้า 212-213) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการเรียนรู้โดยการค้นพบด้วยตนเองของผู้เรียน ครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวก จัดสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ กำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียนพร้อมทั้งตั้งคำถาม โดยคาดหวังว่าผู้เรียนจะค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ส่วนการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ต้องการฝึกให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาจากข้อมูลที่มีอยู่ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

ศิริพรรณ คุณพระเนตร (2559, หน้า 19) กล่าวว่าการศึกษาสืบเสาะหาความรู้หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง มีครูเป็นผู้ชี้แนะ ตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด ลงมือแสวงหาความรู้ และหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนควรตั้งคำถามเพื่อสร้างความสนใจแก่ผู้เรียน ให้เกิดคำถาม แล้ววางแผนแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่ข้อค้นพบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง แล้วนำหลักการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้



## 2. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ปรัชญาวิทยาศาสตร์ดั้งเดิม ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความจริงหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ ซึ่งได้จากการตรวจสอบ การค้นคว้าทดลองอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่เกิดจากการคิดขึ้นของแต่ละบุคคล ซึ่งมีอิทธิพลมาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมของสังคมแต่ละคน

แนวคิดของเพียเจต์ (Piaget) ได้นำเสนอแนวคิดทฤษฎีพัฒนาการด้านสติปัญญาหรือพัฒนาการด้านการรู้คิด ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาที่มีความสามารถและเริ่มต้นด้วยการศึกษาในพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ธรรมชาติมาก่อน และเปลี่ยนมาสนใจศึกษาด้านจิตวิทยาและความสามารถด้านสติปัญญาของบุคคลที่เชื่อมโยงกับการใช้แบบทดสอบของบิเนต์ (Alfred Binet) โดยศึกษาลักษณะความคิดและกระบวนการทางสติปัญญาของผู้เรียน ว่าในแต่ละช่วงอายุจะมีวิธีการเรียนรู้ และสร้างความเข้าใจในเนื้อหาของเหตุการณ์ที่ปรากฏอย่างไร เพียเจต์เชื่อว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กแต่ละคนมีการเจริญอย่างต่อเนื่องจากสภาพเงื่อนไขทางชีววิทยาที่มีพร้อมมาตั้งแต่กำเนิด โดยความสามารถทางสติปัญญาจะแสดงผ่านกระบวนการคิดและการตอบสนองทางกาย เพียเจต์ได้อธิบายความหมายของการรู้คิด (Cognition) ไว้ว่า เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติหรือการกระทำ ในลักษณะของปฏิสัมพันธ์ของข้อมูล เหตุการณ์ที่ปรากฏ และเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขเหตุผลระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม และเป็นมุมมองในมิติของอดีตที่ผ่านมาและความคิดในระยะต่อไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ได้เกิดขึ้นจากภายในตัวบุคคลหรือที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพียงด้านเดียว ซึ่งกรอบทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญามี ดังนี้

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กจำแนกออกเป็น 4 ระยะหรือขั้นพัฒนาต่อเนื่องกัน
2. เด็กทุกคนจะมีพัฒนาการทางสติปัญญาผ่านขั้นตอนดังกล่าวทั้ง 4 ขั้น ทั้งนี้อาจมีเงื่อนไขเฉพาะไม่สอดคล้องตามแนวคิดนี้ ถ้าหากเด็กคนนั้นมีบริบทวัฒนธรรมและภูมิการเกิดแตกต่างกันออกไป
3. เด็กทุกคนก้าวผ่านขั้นตอนการพัฒนาตามลำดับขั้นที่เหมือนกัน แต่ไม่จำเป็นว่าแต่ละคนจะผ่านการพัฒนาในขั้นตอนนั้น ๆ เมื่อมีอายุเท่ากัน

4. การผ่านหรือการบรรลุพัฒนาการในขั้นตอนแรกของผู้เรียนจะเป็นพื้นฐานของพัฒนาการทางสติปัญญาในขั้นตอนต่อไปอีก ทั้งเด็กแต่ละคนจำนวนมากไม่สามารถบรรลุพัฒนาการในขั้นสูงสุดก็ได้

ลักษณะพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของเด็กในแต่ละช่วงอายุทั้ง 4 ขั้น มีสาระสำคัญ ดังนี้

1. พัฒนาการช่วงแรกเกิดถึง 2 ปี (Sensory-Motor State) เด็กที่มีอายุในช่วงนี้จะสามารถมองเห็น และรับรู้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายหรือความต้องการกับการใช้วิธีการกระทำให้บรรลุผลตามความต้องการนั้น เด็กจะเริ่มใช้สัญลักษณ์ช่วยในการคิดเพื่อแสดงออก ลักษณะพัฒนาการสำคัญในระยาะนี้ ได้แก่ การสะท้อนกลับด้วยอวัยวะร่างกาย โดยเด็กแรกเกิดจะมีการตอบโต้กลับตามธรรมชาติ ในขณะที่มีสิ่งเร้า และจะสะท้อนการใช้อวัยวะต่อสิ่งแวดล้อมดังกล่าว หลังจากที่เผชิญสถานการณ์ผ่านความคิด เมื่อเด็กมีอายุเข้าใกล้ 2 ขวบ ก็จะใช้ความรู้ความเข้าใจเชื่อมโยงในการปฏิบัติหรือแสดงออกผ่านการรับรู้วัตถุสิ่งเร้า (Object Performance) และเด็กจะไม่รู้จักวัตถุสิ่งของชิ้นนั้น หากไม่นำมาแสดงให้รับรู้ผ่านการมองเห็น ซึ่งในช่วงตอนปลายของพัฒนาการวัยนี้จะสามารถค้นหาสิ่งของชนิดนั้นได้เมื่อนำมาให้ดูก่อนแล้วนำไปจัดเก็บหรือซ่อนไว้

2. พัฒนาการของเด็กกระยะ 2-7 ปี (Pre-Operational State) เป็นช่วงเวลาของการพัฒนาด้านกรรู้คิด (Cognitive Development) ของเด็ก ซึ่งเป็นวัยที่เด็ก เข้าเรียนชั้นอนุบาลและต่อเนื่องชั้นประถมศึกษา และเด็กในวัยนี้สามารถเข้าใจข้อมูลที่นำเสนอด้วยสัญลักษณ์ การเขียนแผนภูมิหรือภาพนำเสนอแทนเหตุการณ์หรือสิ่งของจริง นอกจากนี้เด็กยังสามารถแก้ปัญหาด้วยสามัญสำนึกของตนเอง เด็กอายุ 2-7 ปี ยังมีความสามารถในการคิดที่จำกัดอยู่หลายด้าน โดยเฉพาะการคิดที่ยึดตัวเองเป็นหลัก (Egocentrism) เด็กยังไม่สามารถเข้าใจ และทำแบบย้อนกลับได้ (Irreversibility) และความสามารถในการรับรู้ข้อมูลปัญหาแบบองค์รวมจะช่วยให้ผู้เรียนมองปัญหาในหลายมิติ ซึ่งเด็กในวัยนี้จะมองปัญหาได้เพียงมิติเดียวด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น เด็กยังไม่เข้าใจว่าเมื่อองค์ประกอบของปัญหาในมิติใดมิติหนึ่งที่เปลี่ยนสภาพแล้วจะส่งผลต่อองค์ประกอบของปัญหาด้านอื่นด้วยหรือไม่ โดยในสภาพจริงจะไม่ส่งผลต่อเหตุการณ์หรือข้อมูลปัญหาในภาพรวม แต่เด็กจะเข้าใจว่าเมื่อเปลี่ยนมิติหรือเงื่อนไขใด ๆ ในบริบทปัญหาแล้วจะส่งผลให้ภาพรวมของปัญหาเปลี่ยนแปลงไปด้วย

### 3. พัฒนาการของเด็กอายุ 7-11 ปี (Concrete Operation State)

เด็กในวัยนี้อยู่ในช่วงเข้าเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งเห็นว่าเป็นวัยที่เด็กสามารถรับรู้เข้าใจในการกระทำหรือแสดงออกเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือสิ่งของที่มีลักษณะเป็นของจริงได้ พัฒนาการเด็กวัยนี้จะเป็นช่วงระยะที่สามารถปฏิบัติกับสิ่งของที่เป็นจริงได้ ถือว่าเป็นความสามารถในการปฏิบัติการระยะแรก และเป็นการเริ่มต้นการคิดแบบอนุมานหรือนิรนัย (Deductive Thinking) รวมทั้งสามารถแก้ปัญหาที่ไม่ซับซ้อนได้ นอกจากนี้เด็กวัยดังกล่าวยังสามารถคิดด้วยเหตุผลและมีความเป็นปรัญมากขึ้นสำหรับนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรม โดยใช้ทักษะการจำแนกจัดหมวดหมู่ในเงื่อนไขหลายมิติหรือหลายระดับมากขึ้น

### 4. พัฒนาการของเด็กวัยรุ่น 12-15 ปี และมากกว่านั้น

(Formal Operations State) พัฒนาการของเด็กวัยนี้จะเริ่มจากอายุ 11-12 ปี ซึ่งเป็นระยะที่สามารถใช้ความคิดรวบยอดและการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ซับซ้อนได้ การคิดของเด็กวัยนี้จะใช้เหตุผลแทนความเป็นรูปธรรมหรือใช้หลักเหตุผลอธิบายโดยไม่จำเป็นต้องใช้เหตุการณ์จริงหรือของจริงประกอบ นอกจากนี้เด็กจะใช้วิธีการคิดที่ยืดหยุ่นเป็นนามธรรมและเป็นระบบมากขึ้น ถึงแม้เด็กวัยนี้จะสามารถคิดอย่างเป็นนามธรรมได้ แต่สถานการณ์การเรียนรู้ที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นเป็นสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เป็นรูปธรรมและของจริงมากกว่า รวมทั้งเด็กยังสามารถเขียนอธิบายการอ้างอิงและระบุข้อความพยากรณ์ล่วงหน้าได้

นอกจากนี้เพียเจต์ยังได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยการเรียนรู้ที่สำคัญ ได้แก่ โครงสร้างทางปัญญา (Mental Structures) หรือสกีมาตา (Schemata) ซึ่งเป็นการประสานเชื่อมโยงกันระหว่างความสามารถในการจดจำ การคิด และความเข้าใจผ่านประสบการณ์ของผู้เรียน ในการพัฒนาด้านารรู้คิดของบุคคลจะสร้างภาวะสมดุล (Equilibrium) หรือกระบวนการรักษาภาวะสมดุลของความเข้าใจในเหตุการณ์หรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากความต้องการของผู้เรียนที่ปรากฏตามธรรมชาติ และเป็นประสบการณ์เฉพาะที่บุคคลต้องการในชีวิต ในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถสร้างภาวะสมดุลในโครงสร้างทางปัญญาของตนได้สำเร็จ ก็จะใช้วิธีการปรับเปลี่ยนหรือดัดแปลงการตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือสิ่งแวดล้อมดังกล่าว โดยการดูดซับความรู้ (Assimilation) หรือการปรับความรู้ (Accommodation) ในโครงสร้างทางความรู้ ซึ่งบุคคลจะทำการดูดซับความรู้ในกรณีที่เหตุการณ์นั้นเป็นประสบการณ์ใหม่ พร้อมทั้งจะซึมซับผ่านโครงสร้าง

ความรู้เดิม (Current Schemata) ที่มีอยู่แล้วในตัวผู้เรียน และจะทำการปรับหรือดัดแปลงความรู้ในกรณีที่ผู้เรียนจัดโครงสร้างความรู้ขึ้นมาใหม่ (New Schemata) เพื่อรองรับแบบแผนข้อมูลความรู้ใหม่ เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถจัดข้อมูลความรู้ใหม่ให้เชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่เดิม นอกจากนี้คุณภาพการเรียนรู้ของบุคคลยังเป็นผลเนื่องมาจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและวุฒิภาวะของผู้เรียนด้วย

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) เชื่อว่า การจัดการเรียนรู้ตามกรอบทฤษฎีด้านการรู้คิด จะให้ความสำคัญในความสนใจของผู้เรียน และความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตน ผ่านกิจกรรมการใช้คำถามของแต่ละคน และการค้นพบความรู้ (Self-Questioning and Discovery) ภายใต้ทฤษฎีที่ศึกษาถึงการอุปบัติด้านการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตของผู้เรียน โดยได้รับการสนับสนุนให้เรียนรู้พื้นฐานเท่าที่จำเป็น และพอเพียงที่จะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อค้นหาความรู้ความเข้าใจใหม่ด้วยตนเอง แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ เชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อ ผู้เรียนได้ปฏิบัติเพื่อจัดโครงสร้างด้านการรู้คิด ประกอบการสร้างแบบแผนประสบการณ์ขึ้นในตัวผู้เรียน โดยผู้เรียนจะตอบสนองการรับรู้ประสบการณ์ ด้วยการสร้างกรอบความรู้ภายในจิตใจของตนในลักษณะโครงสร้างการรู้คิด ด้านความหมายและความเข้าใจในเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ซึ่งเชื่อมโยงและสอดคล้องกับกรอบทฤษฎีการรู้คิดของเพียเจต์ เนื่องจากลักษณะสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ จะประกอบด้วย

1. เป็นการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนใช้กระบวนการปฏิบัติ เพื่อสร้างความคิดรวบยอดใหม่ โดยใช้ความคิด ความรู้ในขณะนั้น เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เดิม
2. จัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ แทนที่จะใช้วิธีการรับมาจากผู้สอน
3. จัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการรู้คิด และกระบวนการทางสังคม (Cognitive Process and Social Process)
4. ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากสิ่งที่ปรากฏในบริบทแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง
5. ความรู้และความเข้าใจ ได้รับการสร้าง/พัฒนาจากภายในตัวผู้เรียน แทนการได้รับจากภายนอกหรือรับมาจากผู้สอน

6. สิ่ง que ผู้เรียนเรียนรู้เกิดจากกระบวนการรวบรวมข้อมูลและการปฏิบัติของตนเอง
7. ผู้เรียนจัดระบบระเบียบข้อมูลความรู้และจัดเข้าอย่างต่อเนืองและปรับขอบข่ายเนื้อหาให้สอดคล้องกับกรอบความรู้ ความคิดรวบยอดพื้นฐานผ่านกระบวนการปรับตัวหรือดัดแปลงความรู้ด้วยวิธีการซึมผ่านไปยังโครงสร้างองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิม และการปรับความรู้ใหม่ โดยปรับเปลี่ยนวิธีการคิดให้เกิดผลในการเรียนรู้สิ่งใหม่ให้กลมกลืนและเหมาะสมกับมุมมองความคิดในเหตุการณ์หรือเท็จจริงใหม่ ด้วยความพยายามเพื่อสร้างความสมดุลระหว่าง การดูดซับความรู้กับการปรับความรู้ในตัวผู้เรียน
8. เป็นการเรียนรู้ด้วยการค้นหาความหมายและความเข้าใจข้อมูลเหตุการณ์ทั้งโดยรวมและส่วนย่อย
9. เป็นการเรียนรู้แบบชี้นำตนเองและปฏิบัติด้วยความใส่ใจ (Self-Directed and Active Learning)
10. เป็นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์
11. เป็นการเรียนรู้ที่คำนึงถึงการใช้ภาษา เวลาและการคิดขั้นสูง
12. เป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมทางสังคมและผู้เรียนรายบุคคล
13. เป็นการเรียนรู้ผ่านการควบคุมตนเอง (Self-Regulated Learning)
14. เป็นการเรียนรู้จากข้อมูลส่วนย่อยและใช้กระบวนการจัดระบบสร้างความหมายข้อมูล
15. เป็นการเรียนรู้ที่กำหนดและสนับสนุนผู้เรียนใช้ความสามารถในการสำรวจและทดลองใช้ความรู้
16. มีการจูงใจเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้
17. มีความรู้ที่ไม่หยุดนิ่งคงที่ แต่จะเปลี่ยนแปลงพัฒนาในทุกกระยะด้วยการปฏิบัติและยังไม่อาจสรุปความรู้ที่แน่นอนได้
18. เป็นความรู้ที่เกิดจากการลงความเห็นและกำหนดร่วมกันผ่านกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรมของผู้เรียน
19. เป็นการสร้างสรรค์ความรู้ของแต่ละบุคคลและมีลักษณะเฉพาะตน
20. ผู้เรียนได้สร้างรูปแบบทางปัญญา เพื่อสร้างความเข้าใจและมีความหมายต่อประสบการณ์ของตน

21. เป็นการเรียนรู้ที่ใช้การคิดไตร่ตรองด้วยสติปัญญาตามแบบหรือแนวทางอภิปัญญา (Metacognition)

22. การจัดการเรียนรู้ที่ดีจะช่วยให้เข้าใจว่าผู้เรียนกำลังคิดอะไร และให้บรรลุในสิ่งใด ตามแนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้

ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ จะต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ที่ช่วยให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

### 3. ระดับของการสืบเสาะหาความรู้

ระดับของการสืบเสาะหาความรู้ แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

#### 1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry)

เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกต้องมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบ และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

#### 2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry)

เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

#### 3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry)

เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

#### 4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry)

เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

### 4. รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนรู้วัฏจักร อยู่บนพื้นฐานทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ โดยพบว่าวัฏจักรการเรียนรู้ที่เป็นแบบแผนแรกนั้นคิดค้นขึ้นมาโดย(สุธารพินธุ์ โนนศรีชัย, 2550, หน้า 54) ซึ่งเรียกว่า 3 – Phase Model ประกอบด้วย

ชั้นต่าง ๆ 3 ชั้น คือ การสำรวจ (Exploration) การพัฒนาความคิดรวบยอด (Concept Development) และการประยุกต์ (Application) ต่อมา Martin sexton และ Gerlovich ได้เสนอรูปแบบของวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 ชั้น ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ 4 ชั้น คือ การสำรวจ (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความ (Expansion) และประเมิน (Evaluation) จนกระทั่งต่อมา Roger Bybee นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Sciences Curriculum Study) หรือที่รู้จักกันในนาม BSCS ของประเทศสหรัฐอเมริกา

นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่าการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (Inquiry cycle; 5Es) มีขั้นตอนดังนี้ (BSCS., 2003, p. 176)

1. การสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรก ของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือ ทำให้ผู้เรียนสนใจ ใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์ การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่ากำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียน สนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยง ความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

2. การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียน มีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียน ต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะในระหว่าง ที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวม ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ครูควรระลึก อยู่เสมอเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจ จดจ่อในการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

3. การอธิบาย (Explain) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมที่เรียนรู้อีก การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามครูควรระลึกอยู่เสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดผู้เรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4. การขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้ คือ ครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดกระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluate) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้ของรูปแบบการสอน ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

ต่อมา ค.ศ. 2003 Eisenkraft ได้เสนอรูปแบบการสอนเป็น 7 ขั้น โดยปรับจากการสอนแบบ 5 ขั้นมาเป็น 7 ขั้น โดยแบ่งขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ ขั้นการตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) และขั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ส่วนการลงข้อสรุปข้อมูลที่เชื่อมต่อการประเมินผลนั้นก็แยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ขั้นประเมินผล (Evaluation) และขั้นนำความรู้



ไปใช้ (Extension) (Eisenkraft, 2003, pp. 56–59) อ้างถึงใน (วิไลวรรณ แก้วอำไพ, 2551, หน้า 30–32) ซึ่งสรุปได้ว่ารูปแบบการสอนแบบ 7 ขั้น หรือเรียกย่อว่า 7Es มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น นี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปเป็นลักษณะของวัฏจักรการเรียนรู้ (Cycle) ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิมจะช่วยให้นักเรียนถ่ายโอนความรู้ที่มีอยู่แล้วและช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาดสรุปได้ว่าการสอนสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนการสอนต่าง ๆ และสาระสำคัญใน แต่ละขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเดิมเท่าไร เพื่อจะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนในเนื้อหานั้น ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่สนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทาง การสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน

กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือ  
ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรม  
ภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหา  
ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้  
ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมา  
อย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์  
แปลผล สรุปผล และนำผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทาง  
คณิตศาสตร์หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น  
สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้  
กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น  
ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือ  
ข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก  
ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้  
กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการ  
เรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด  
จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมี  
การจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิด  
ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้าง  
ความรู้ใหม่ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้”

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอน 7 ขั้น เริ่มต้นจาก  
การทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อให้ครูนั้นสามารถมองเห็นจุดที่จะกระตุ้นให้นักเรียน  
นั้นเกิดปัญหาและดำเนินการค้นหาคำตอบด้วยตัวนักเรียนเองแล้วอธิบายและสรุปผลโดย  
ใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ขั้นต่อไปคือ นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ แล้ว  
มีการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนและสุดท้ายขยายความคิดไปสู่เรื่องอื่น ๆ ซึ่งรูปแบบ  
การเรียนการสอนแบบ 7 ขั้น แตกต่างจากรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ที่มีขั้น

นำเข้าสู่บทเรียน ชั้นกิจกรรมและขั้นสรุป คือ รูปแบบการสอนแบบ 7 ขั้น นั้นก่อนขั้นนำเข้าสู่บทเรียนจะมีขั้นตรวจสอบความรู้เดิม และหลังจากสรุปความรู้แล้วจะมีขั้นขยายความรู้ และขั้นนำความรู้ไปใช้เพิ่มเข้ามาเพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

## 5. ประโยชน์และข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีประโยชน์ และข้อจำกัด ดังนี้

### 5.1 ประโยชน์ของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

5.1.1 ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ มีโอกาสได้ศึกษาสำรวจ ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล บันทึก ทดสอบความคิด ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

5.1.2 ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่น รู้จักอภิปราย แสดงความคิดเห็นระหว่างกัน รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

5.1.3 ผู้เรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจ คิดอย่างมีวิจารณญาณ สร้างสรรค์ความรู้และทักษะ

5.1.4 ผู้เรียนรู้จักประเมินการทำงานด้วยตนเอง และนำผลการประเมินไปปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น

### 5.2 ข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

5.2.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนนั้น ผู้สอนจะต้องรู้จักปรับเปลี่ยนบทบาทของตนไปตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้น ซึ่งผู้สอนจะต้องมีการเตรียมการสอนเป็นอย่างดี

5.2.2 ผู้สอนจะต้องมีวิธีการกระตุ้นความสนใจหรือสร้างความสนใจของผู้เรียนด้วยวิธีการที่เหมาะสม จึงจะสามารถทำให้ผู้เรียนสนใจใฝ่รู้ในเรื่องที่เรียน

5.2.3 ในกรณีที่ผู้เรียนยังสับสนไม่เข้าใจในเรื่องที่ศึกษา หรือการพัฒนาความเข้าใจรวบยอด ผู้สอนจะต้องใช้เทคนิควิธีการที่เหมาะสมให้ผู้เรียนเกิดความกระจ่าง

## การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก

### 1. ความหมายของผังกราฟิก

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของผังกราฟิก ไว้ดังนี้

Bayer (1997, p. 183) กล่าวว่า ผังกราฟิก หมายถึง เครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนมีการสะสมความรู้ได้ดี และเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถประยุกต์

ผังกราฟิกให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการคิด

ปราณี เสนีย์ และมีชัย สีเจริญ (2544, หน้า 61-64) กล่าวว่า ผังกราฟิก หมายถึง การจัดหมวดหมู่ โครงสร้างความคิดโดยใช้แผนภาพในลักษณะต่าง ๆ ที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงอย่างมีระบบระเบียบ เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบระเบียบใหม่ โดยนำเอาข้อมูลสารสนเทศมาจัดให้เป็นรูปธรรม นำไปสู่กระบวนการควบคุมที่เป็นกลยุทธ์ในการทำให้เกิดการจำระยะยาว

ทศนา แชมมณี (2553, หน้า 388) กล่าวว่า ผังกราฟิก หมายถึง แผนผังทางความคิด ซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญๆ ที่เชื่อมโยงกัน อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ ผู้เรียน สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก ช่วยให้เกิดความเข้าใจเนื้อหา ได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำได้จำนวนมาก โดยเฉพาะเนื้อหาที่อยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย ผังกราฟิกช่วยให้ผู้เรียนจัดข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นระบบระเบียบ อธิบาย และเข้าใจง่าย

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ผังกราฟิก หมายถึง การใช้แผนภาพในรูปแบบต่าง ๆ ที่ทำให้มองเห็นการเชื่อมโยงข้อมูลอย่างเป็นระบบระเบียบ เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจ ง่ายต่อการจดจำ และสามารถเกิดความคงทนของความจำ

## 2. ประเภทของผังกราฟิก

ผังกราฟิก มีหลายประเภท ซึ่งจะเลือกใช้ประเภทใดในการนำเสนอข้อมูลนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ และเนื้อหาของสารกิจกรรรมกิจกรรรมการเรียนรู้ ซึ่งนักการศึกษา ได้ให้รูปแบบของผังกราฟิก ดังนี้

Kagan (1991, pp. 3-4) ได้เสนอผังกราฟิกแบบต่าง ๆ ดังนี้

### 1. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นมโนทัศน์

เช่น

1.1 ผังความคิด (Mind Map)

1.2 ผังมโนทัศน์ (Concept Map)

### 2. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูล

ที่เป็นการเปรียบเทียบ เช่น

2.1 เวนน์ไดอะแกรม (Venn Diagram)

2.2 ทีชาร์ท (T-Chart)

3. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผล เช่น ผังก้างปลา (Fish Bone)

4. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์นำเสนอข้อมูลที่เป็นการเรียงลำดับ เหตุการณ์ หรือขั้นตอน เช่น

4.1 ผังเรียงลำดับ (Chain)

4.2 ผังวัฏจักร (Cyclical Map)

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 42-47) ได้นำเสนอผังกราฟิกไว้ ดังนี้

1. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูล ที่เป็นการจัดหมวดหมู่ และแบ่งประเภท เช่น ผังการจำแนกประเภทของข้อมูล (Classify)

2. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูล ที่เป็นการเปรียบเทียบ

2.1 แผนภูมิวง

2.2 แผนภูมิแท่ง

2.3 ตารางเปรียบเทียบ

ทิตนา แชมมณี (2553, หน้า 389-400) ได้กล่าวถึง รูปแบบของผังกราฟิกไว้ดังนี้

1. ผังความคิด (A Mind Map) เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระ หรือความคิดต่าง ๆ ให้เป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้เส้นคำระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สีเครื่องหมายรูปทรงเรขาคณิต และภาพแสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิด นั้น ๆ หรือสาระนั้น ๆ

2. ผังมโนทัศน์ (A Concept Map) เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่ และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง

3. ผังแมงมุม (A Spider Map) ใช้แสดงในการแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของข้อมูล ใช้จัดระบบ จัดลำดับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน ตั้งแต่องค์ประกอบหลัก องค์ประกอบรอง องค์ประกอบย่อยหรือตัวอย่างตามลำดับ ใช้สรุปประเด็นหรือรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. ผังลำดับขั้นตอน (A Sequential Map) เป็นลักษณะผังกราฟิกที่เป็นลำดับข้อมูลที่มีวงจรได้หลายทิศทางโดยมีสัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย

5. ผังก้างปลา (A Fishbone Map) เป็นแผนผังที่นำเสนอข้อมูลที่มีประเด็นปัญหาหลัก แล้วเสนอสาเหตุหรือผลต่าง ๆ ในแต่ละด้านที่เป็นองค์ประกอบเกี่ยวข้องกันใช้สำหรับการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์หาสาเหตุและผล หรือวิธีการแก้ปัญหา

6. ผังวัฏจักร (A Circle or Cyclical Map) แผนภาพรูปแบบนี้ใช้แสดงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างเหตุการณ์ ระยะเวลาที่มีการเรียงลำดับการเคลื่อนไหวของข้อมูล ลักษณะเป็นวงจรมีจุดเริ่มต้น ณ ที่ใดที่หนึ่ง

7. ผังวงกลมซ้อนหรือเวินไดอะแกรม (Venn Diagram) รูปแบบนี้ใช้แสดงถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของข้อมูล ใช้แสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง หรือไม่สัมพันธ์กันของข้อมูล ใช้แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล

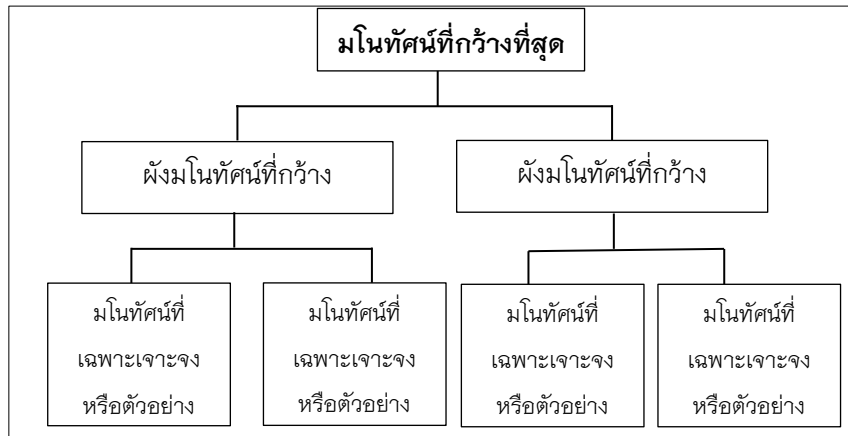
8. ผังวีไดอะแกรม (Vee Diagram) เป็นผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับวิธีการในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

9. ผังพล็อตไดอะแกรม (Plot Diagram) เป็นผังแสดงการดำเนินเรื่องจากการเริ่มต้น ไปสู่จุดยอดของเรื่อง และคลี่คลายไปสู่บทสรุปของเรื่อง เป็นผังที่ช่วยในการอ่าน

จากรูปแบบของผังกราฟิกที่นักการศึกษาได้นำเสนอไว้ จะเห็นได้ว่า ผังกราฟิกที่นิยมใช้มีจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยได้พิจารณาประเภทที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนและเนื้อหาวิชา จึงได้สรุปรูปแบบที่จะนำมาใช้ในครั้งนี้ จำนวน 2 รูปแบบ ดังนี้

#### 1. ผังมโนทัศน์ (A Concept Map)

ผังมโนทัศน์เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับขั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง ดังภาพประกอบ 2

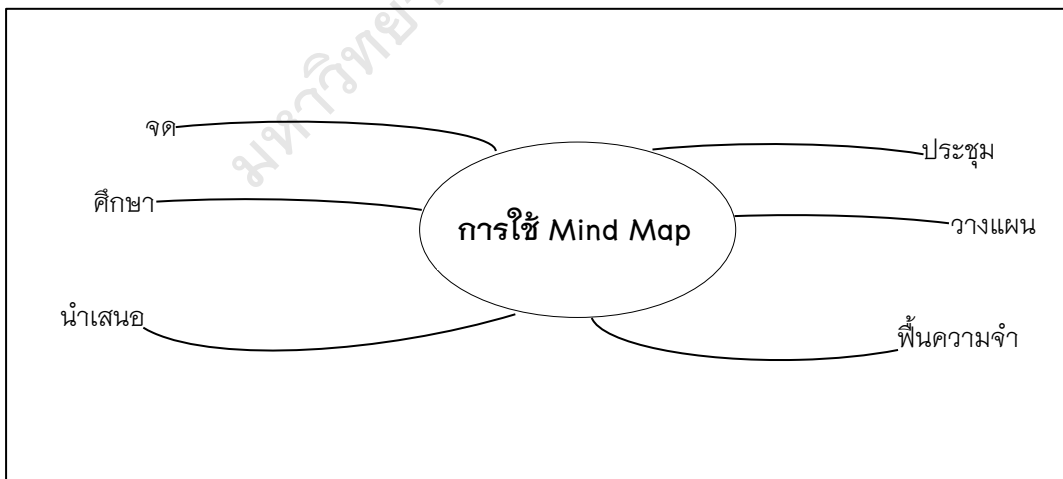


ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างผังมโนทัศน์

ที่มา: ทิศนา แคมมณี (2553, หน้า 393)

## 2. ผังความคิด (A Mind Map)

ผังความคิด เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่าง ๆ ให้เป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้เส้นคำระยะห่างจากจุดศูนย์กลางสื่อเครื่องหมายรูปทรงเรขาคณิต และภาพแสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดนั้น ๆ หรือสาระนั้น ๆ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างการใช้ Mind Map

ที่มา: ทิศนา แคมมณี (2553, หน้า 389)

### 3. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้ผังกราฟิก ไว้ดังนี้  
Novak & Gowin (1984, pp. 128-129) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้  
ผังกราฟิก สรุปได้ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือในการประเมินผลในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนสรุปความรู้เป็นแผนที่ แผนภาพ หรือแผนภูมิ เพื่อแสดงถึงความเข้าใจ ต่อเนื้อหานั้น ๆ
2. ช่วยสรุปประเด็นทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ อย่างเป็นลำดับขั้นแบบกว้าง ๆ และเหมาะสำหรับใช้อ่านทบทวน ช่วยประหยัดเวลาได้
3. ช่วยในการกำหนดแนวทางในการปฏิบัติการทดลอง หรือกำหนด กิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และปฏิบัติได้ตามวัตถุประสงค์

Kagan (1991, p. 1) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของผังกราฟิก ไว้ดังนี้

1. การใช้ผังกราฟิก ทำให้มองเห็นกระบวนการคิดของผู้เรียนได้
2. การใช้ผังกราฟิกทำให้ผู้เรียนสามารถขยายทักษะการคิดเพิ่มขึ้น
3. ผู้เรียนที่ทำผังกราฟิกที่มีทั้งภาพและข้อความเป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ตื่นตัว (Active Learning) ในการเรียนรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย
4. ผู้สอนสามารถใช้ผังกราฟิก เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผน การสอน รวมทั้งใช้นำเสนอความรู้แก่ผู้เรียนได้

ศิริพรรณ คุณพระเนตร (2559, หน้า 33) กล่าวถึงประโยชน์ ของผังกราฟิก ไว้ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียน ประมวลผลความรู้ที่มีอยู่ให้เป็นระเบียบ เข้าใจได้ง่าย จดจำได้นานขึ้น และทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ที่มีความหมาย
2. เป็นเครื่องมือช่วยในการคิด เป็นเป็นนามธรรมให้ออกมา ในรูปธรรมที่มองเห็นได้อย่างชัดเจน
3. ช่วยกำหนดแนวทางในการสอนของครู
4. ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาปัญญาอย่างหลากหลาย

จากที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ถึงประโยชน์ของผังกราฟิก สรุปได้ว่า ผังกราฟิกมีประโยชน์ดังนี้



1. ช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น จัดระบบความคิดอย่างเป็นระเบียบ แสดงออกมาเป็นรูปธรรมชัดเจน

2. ช่วยในการจดจำของผู้เรียนได้เร็วขึ้น จดจำได้ยาวนานขึ้น และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

3. ช่วยเป็นแนวทางสำหรับผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

4. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

#### 4. ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงข้อจำกัดของผังกราฟิก ดังนี้

Rice (1994, p. 67) กล่าวถึงข้อจำกัดผังกราฟิก ดังนี้

1. การควบคุมความแปรปรวนของวิธีการสอนทำได้ยาก เนื่องจาก การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผังกราฟิก ไม่ได้สร้างรูปแบบการสอนที่ชัดเจน

2. ไม่มีกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีที่ชัดเจน อธิบายกระบวนการทางปัญญาที่ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกในกระบวนการเรียนรู้ว่าใช้อย่างไร และเกิดพฤติกรรมใดขึ้นกับผู้เรียน

3. ตำแหน่งในการใช้ผังกราฟิกไม่แน่นอนว่าใช้ช่วงใด แล้วเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

4. ขาดเกณฑ์ที่ชัดเจนเกี่ยวกับการพิจารณาเลือกใช้ผังกราฟิก ให้เหมาะสมกับเนื้อหา

Robinson (1997, p. 104) กล่าวถึงข้อจำกัดของการใช้ผังกราฟิก ดังนี้

1. การใช้ผังกราฟิกในการเรียนการสอน ขาดรูปแบบการใช้ที่ชัดเจนว่าจะพัฒนาและใช้ผังกราฟิกและละแบบอย่างไร

2. การใช้ผังกราฟิกเพื่อกระตุ้นความรู้เดิมของผู้เรียน แม้จะทำได้เร็วกว่าการอ่านจากตำราเพียงอย่างเดียว แต่จะไม่ได้ผลหากผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน

3. การใช้ผังกราฟิกและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีเนื้อหาสั้น ๆ มักไม่ได้ผล

4. การใช้ผังกราฟิกกับเนื้อหาที่มีความยาวมาก ๆ ก็เป็นการยากที่จะนำเสนอความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน

ศิริพรรณ คุณพระเนตร (2559, หน้า 34) กล่าวถึงข้อจำกัดของผังกราฟิก ไว้ดังนี้

1. การใช้ผังกราฟิกในการเรียนการสอนยังไม่มีรูปแบบที่ชัดเจนที่จะอธิบายกระบวนการทางปัญญาของผู้เรียนในการสร้างผังกราฟิก
2. การใช้ผังกราฟิกยังมีช่วงเวลาในการใช้ และเกณฑ์การเลือกผังกราฟิกที่ไม่ชัดเจน
3. การใช้ผังกราฟิกเพื่อกระตุ้นความรู้เดิมของผู้เรียนในเนื้อหาที่ไม่คุ้นเคยจะไม่ได้ผล
4. การเลือกเนื้อหาในการสร้างผังกราฟิกให้เกิดประสิทธิภาพนั้นไม่ควรสั้นเกินไป

จากข้อจำกัดของผังกราฟิก สรุปได้ ดังนี้

1. รูปแบบ และกรอบแนวคิดทฤษฎีของผังกราฟิกยังไม่ชัดเจนและเพียงพอต่อการอธิบายกระบวนการทางปัญญาที่ใช้สร้างผังกราฟิก
2. การกำหนดช่วงตำแหน่งของการสร้างผังกราฟิกไม่แน่นอนเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกใช้ผังกราฟิกให้เหมาะสมกับเนื้อหาไม่ชัดเจน
3. การใช้ผังกราฟิกกับเนื้อหาที่ไม่คุ้นเคย เนื้อหาที่สั้นมาก ๆ หรือเนื้อหาที่ยาวเกินไป ผังกราฟิกจะใช้ไม่ได้ผล

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหิต่าง ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสาร ดังนี้

#### 1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรารภรณ์ สีดำนิล (2550, หน้า 50) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่ใช้ในกระบวนการคิดเพื่อศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหิต่างอย่างคล่องแคล่วว่องไว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติทางปัญญา

ชวินันท์ พุกฤษ์ประมูล (2555, หน้า 66) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้นำไปใช้แก้ปัญหา

ชัยวัฒน์ โกษาแสง (2558, หน้า 59) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้ที่มีระเบียบแผน ทำให้เกิดความรู้สึกริ่กนึกคิด และสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ ฝึกฝนอย่างเป็นระบบจนเกิดความชำนาญ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

## 2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 13 ทักษะโดยยึดตามแนวของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The America Association for the Advancement of Science; AAAS) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นโดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นจากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น

2. การวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดอย่างเหมาะสม และใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้องและรวดเร็ว โดยมีหน่วยกำกับตลอดจนสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริง

3. การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่งเกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

#### 4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา

(Space/Space Relationships and Space/Time Relationships) สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

#### 5. การคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกต

เชิงปริมาณการวัดการทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยนับและนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยยกกำลังสองหรือถอดราก เพื่อใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจนและเหมาะสม

#### 6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and

Communication)

การจัดกระทำข้อมูล (Organizing Data) หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกตการวัด การทดลองหรือจากตำแหน่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่ เป็นต้น

การสื่อความหมายข้อมูล (Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำนั้นมานำเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น อาจนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจรกราฟ สมการ เขียนบรรยายหรือย่อความพอสังเขป เป็นต้น

#### 7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถ

ในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอยู่อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง คำอธิบายนั้นได้มาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนที่เป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

#### 8. การพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือ

คาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating)

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเนซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลอง และแก้ไขเมื่อมีความรู้ใหม่ได้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของตัวแปรที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้นิยามเชิงปฏิบัติการมีสาระสำคัญคือ ระบุสิ่งที่สังเกตระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากการวัด ทดสอบหรือจากการทดลอง

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ มีดังนี้

10.1 ควรใช้ภาษาที่ชัดเจนไม่กำกวม

10.2 อธิบายถึงสิ่งที่สังเกตได้และระบุการกระทำไว้ด้วย

10.3 อาจมีนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยามก็ได้ขึ้นอยู่กับ

สถานการณ์สิ่งแวดล้อมและเนื้อหาในบทเรียน

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร (Identifying) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ได้แบ่งตัวแปรออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

11.1 ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

11.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

11.3 ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) คือ สิ่งอื่นนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งควบคุมเหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร (Controlling) หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ซึ่งจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงและใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมและถูกต้องเพื่อหาคำตอบเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดสอบก่อนการลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลองซึ่งเกี่ยวข้องกับ การควบคุม ตัวแปร อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ และใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมและถูกต้อง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกตการวัดและอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล (Interpreting Data) หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป (Conclusion) หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ตาราง รูปภาพ หรือกราฟ ที่รวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลไว้อย่างครบถ้วนและกะทัดรัดสะดวกต่อการนำไปใช้ และการนำข้อมูลไปใช้จำเป็นต้องมีความหมายข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปของภาษาเขียนที่สื่อความหมายกันกับคนทั่ว ๆ ไปได้โดยเป็นที่เข้าใจตรงกัน

การตีความหมายข้อมูลแบ่งได้ ดังนี้

13.1 การตีความข้อมูลจากกราฟมีรายละเอียด คือ ควรให้รายละเอียดที่ชัดเจนหรือเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์

13.2 การตีความหมายข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

13.3 การตีความหมายจากแผนภาพหรือรูปภาพ

### 3. การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินความสามารถของผู้เรียนที่แสดงพฤติกรรมเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถของผู้เรียนที่แสดงพฤติกรรมเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1. การสังเกต	<p>1.1 การชี้บ่งและการบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง</p> <p>1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้</p> <p>1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้</p>
2. การวัด	<p>2.1 เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมโดยการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสิ่งที่ศึกษา</p> <p>2.2 ใช้เครื่องมือวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง</p> <p>2.3 คิดวิธีที่จะหาปริมาณต่าง ๆ ได้ในกรณีที่ไม่อาจใช้เครื่องมือวัดปริมาณนั้นได้โดยตรง</p> <p>2.4 เลือกหน่วยที่มีค่ามาก ๆ หรือน้อย ๆ นิยมใช้คำอุปสรรคแทนปริมาณนั้น ๆ</p> <p>2.5 บอกความหมายของปริมาณซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสมกล่าวคือปริมาณที่ได้จากการวัดละเอียดถึงทศนิยมหนึ่งตำแหน่งของหน่วยย่อยที่สุด</p> <p>2.6 บอกความหมายของเลขนัยสำคัญได้</p>
3. การจำแนกประเภท	<p>3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดได้</p> <p>3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้</p> <p>3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้</p>

## ตาราง 3 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถของผู้เรียนที่แสดงพฤติกรรมเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา	<p>4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ จากรูปวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้</p> <p>4.2 วาดรูป 2 มิติ จากรูปวัตถุ 3 มิติ</p> <p>4.3 บอกชื่อของรูป และรูปทรงเรขาคณิตได้</p> <p>4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้</p> <p>4.5 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่งได้</p> <p>4.6 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้</p> <p>4.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้</p> <p>4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้</p>
5. การคำนวณ	<p>5.1 การนับได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง</li> <li>- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนนับได้</li> <li>- ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน</li> </ul> <p>5.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บอกวิธีคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้อง</li> </ul> <p>แสดงวิธีคำนวณได้</p> <p>5.3 การหาค่าเฉลี่ย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้</li> <li>- หาค่าเฉลี่ยได้</li> <li>- แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้</li> </ul>



ตาราง 3 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถของผู้เรียนที่แสดงพฤติกรรมเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล	<p>6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้การเสนอข้อมูลได้เหมาะสม</p> <p>6.2 บอกเหตุในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูล</p> <p>6.3 บอกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้</p> <p>6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น</p> <p>6.5 บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้</p> <p>6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้</p>
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. การพยากรณ์	<p>8.1 การพยากรณ์ทั่วไป</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- พยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้</li> </ul> <p>8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- พยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้</li> <li>- พยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้</li> </ul>
9. การตั้งสมมติฐาน	<p>9.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม</p> <p>9.2 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้</p> <p>9.3 แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกัน</p>

## ตาราง 3 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถของผู้เรียนที่แสดงพฤติกรรมเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	10.1 กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สามารถทดสอบหรือวัดได้ 10.2 แยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่นิยามเชิงปฏิบัติการ 10.3 สามารถบ่งชี้ตัวแปรหรือคำที่ต้องการใช้ในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	11.1 บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม 11.2 สร้างวิธีการทดสอบหาผลที่เกิดจากตัวแปรต้นหนึ่งตัวหรือหลายตัว 11.3 บ่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ในการทดลองถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันทุกกรณี 11.4 บอกได้ว่าสภาพการณ์อย่างไรที่ทำให้ตัวแปร มีค่าคงที่และสภาพการณ์อย่างไรไม่ทำให้ค่าตัวแปรคงที่
12. การทดลอง	12.1 กำหนดวิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสมมติฐานโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม 12.2 ระบุวัสดุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง 12.3 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่วและปลอดภัย 12.4 บันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

ตาราง 3 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถของผู้เรียนที่แสดงพฤติกรรมเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	สามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ได้อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ได้

## ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

### 1. ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่าประสิทธิภาพแตกต่างกันออกไป ดังนี้

กฤษฎ์ อุทัยรัตน์ (2544, หน้า 350) กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ที่บรรลุแล้วโดยการเทียบกับทรัพยากรที่ใช้ไป

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) กล่าวว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละ

อนุพร ทิพย์สิงห์ (2559, หน้า 74) กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามจุดหมายที่วางไว้โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการทำงานให้สำเร็จ บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนด ให้เหมาะสมและค้ำค่ากับทรัพยากรที่ใช้ไปอย่างสูงสุด

### 2. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 9) ได้กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพ

เป็น  $E_1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบไปด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2 = \text{ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์}$

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียน และงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80%

การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิหิตพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain)

ในขอบข่ายวิหิตพิสัย เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักจะตั้งไว้สูงสุดแล้ว ลดต่ำลงมา คือ 90/90 85/85 80/80

ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้

### 3. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 10) กล่าวว่า วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย กระทำได้ 2 วิธี คือ โดยการใช้อนุกรม และโดยการคำนวณธรรมชาติ

## 1. การคำนวณโดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

### 1.1 การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ )

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

เมื่อ	$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคน
	$N$	แทน	จำนวนผู้เรียน
	$A$	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในระหว่างเรียน

### 1.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ )

$$E_2 = \frac{\sum y}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum y$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทุกคน
	$N$	แทน	จำนวนผู้เรียน
	$B$	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

## 2. วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตร ผู้จัดทำเครื่องมือวิจัย ก็สามารถ  
ใช้วิธีการคำนวณธรรมดาหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ได้ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา

สำหรับ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ  
กระทำได้โดยการนับคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน  
แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับ  $E_2$  คือ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน  
ของแต่ละเครื่องมือวิจัย กระทำโดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียน และคะแนนจาก  
งานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อหาค่าร้อยละ

#### 4. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

เมื่อได้เครื่องมือวิจัยตามที่กำหนดแล้ว ต้องนำเครื่องมือวิจัยไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1: 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครูผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัย กับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อนปานกลาง และเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภาระงานที่มอบให้ทำ และทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตก เมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1: 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครูผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัยกับผู้เรียน 6-10 คน (คณะผู้เรียนเก่งปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภาระงานที่มอบให้ทำ และประเมินผลลัพธ์ คือ การทดสอบหลังเรียน และงานสุดท้ายที่มอบหมายให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วย ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1: 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้ว ให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือ

ภาระงานที่มอบให้ทำ และทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบ ประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติทดสอบไม่เกิน 3 ครั้ง ด้วยเหตุนี้ ขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1: 100

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า เครื่องมือวิจัยมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพ ภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์ จะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่า เครื่องมือวิจัย ไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ให้ยอมรับว่า เครื่องมือวิจัยมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น เช่น ตั้งไว้ที่ 80/80 ก็ให้ปรับขึ้นไปเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบ ประสิทธิภาพได้

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2541, หน้า 150) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทดสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2545, หน้า 57) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความก้าวหน้าในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนที่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยการจัดกิจกรรมจริง การร่วมมือกันทำงาน การคิด การแก้ปัญหา รวมทั้งทักษะ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนา

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548, หน้า 27) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคล ที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบ ที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

วุฒิชัย ดานะ (2553, หน้า 32) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความรู้ความสามารถและทักษะที่ได้รับ และพัฒนามาจากการเรียน การสอนวิชาต่าง ๆ โดยอาศัยเครื่องมือในการวัดผลหลังจากการเรียนหรือจากการฝึกอบรม

ศิริพรรณ คุณพระเนตร (2559, หน้า 45) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถ และทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือ การเรียนรู้ในชั้นเรียนในรายวิชาต่าง ๆ โดยอาศัยความสามารถเฉพาะบุคคล ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนที่ได้จากการทดสอบ หรือเกรดที่ได้จากการเรียน

อนุพร ทิพย์สิงห์ (2559, หน้า 82) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถและทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือการเรียนรู้ในชั้นเรียนในรายวิชาต่าง ๆ โดยอาศัยความสามารถเฉพาะบุคคล ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนที่ได้จากการทดสอบหรือเกรดที่ได้จากการเรียน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรม ความรู้ความสามารถและทักษะที่เกิดขึ้น หลังจากการได้รับการพัฒนาจากกระบวนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

## 2. องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการได้กล่าวถึงองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

Bloom (1976, p. 139) กล่าวว่า สิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 3 ตัวแปร คือ

1. พฤติกรรมด้านปัญญา (Cognitive Entry Behavior) เป็นพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิดความเข้าใจ คือ การเรียนรู้ที่จำเป็นต่อองค์การเรียนเรื่องนั้น และมีมาก่อนเรียน ได้แก่ ความถนัด พื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งเหมาะแก่การเรียนรู้ใหม่

2. ลักษณะทางอารมณ์ (Affective Entry Characteristic) เป็นตัวกำหนดด้านอารมณ์ คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความกระตือรือร้น ที่มีต่อเนื้อหา



ที่เรียน รวมทั้งทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อเนื้อหาที่เรียนในโรงเรียน ระบบการเรียน และมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง

3. คุณภาพของการสอน (Quality of Instruction) เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพในการเรียนของผู้เรียน ซึ่งประกอบไปด้วยการชี้แนะ คือ การบอกจุดหมายของการเรียนการสอน และงานที่จะต้องทำให้แก่ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงของครู การให้ข้อมูลย้อนกลับหรือการให้ผู้เรียนรู้ว่าผลการเรียนของตนกระทำได้ออกต้องหรือไม่ และการแก้ไขข้อบกพร่อง

ชนิษฐา บุญภักดี (2552, หน้า 8) กล่าวว่า ผู้เรียนจะประสบผลสำเร็จทางการศึกษาได้ดีเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ต่อไปนี้

1. องค์ประกอบด้านสติปัญญา (Intellectual Factor) เป็นความสามารถในการคิดของบุคคล เนื่องจากจากการสังสมประสบการณ์ รวมไปถึงความสามารถที่มีมาแต่กำเนิด ซึ่งสามารถวัดได้หลายรูปแบบ เช่น วัดความถนัดทางการเรียน วัดความคิดสร้างสรรค์ วัดทักษะกระบวนการ ความสามารถในการแก้ปัญหา สมรรถภาพทางสมอง เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. องค์ประกอบที่ไม่ใช่ทางด้านสติปัญญา (Non-Intellectual Factor) เป็นองค์ประกอบที่มาจากปัจจัยภายนอก เช่น เพศ อายุ แผนการเรียน อันดับการเลือก รายได้ของผู้ปกครอง การใฝ่เรียน เจตคติในการเรียน ตลอดจนสภาพแวดล้อมของสถานศึกษา เป็นต้น

ศิริพรรณ คุณพระเนตร (2559, หน้า 45) กล่าวว่า ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ประกอบด้วยองค์ประกอบทางด้านสติปัญญาเป็นสำคัญ ได้แก่ ความรู้ความสามารถของแต่ละบุคคลที่ได้จากการสังสมประสบการณ์ และระดับสติปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิด และองค์ประกอบที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับระดับสติปัญญา ที่มีอยู่ภายในตัวผู้เรียนหรืออาจเกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอกก็ได้

อนุพร ทิพย์สิงห์ (2559, หน้า 82) กล่าวถึงองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จในการเรียน ประกอบด้วย องค์ประกอบทางด้านสติปัญญา ซึ่งได้แก่ ความรู้ความสามารถของแต่ละบุคคลที่ได้จากการสังสมประสบการณ์ และระดับสติปัญญาที่ได้มาแต่กำเนิด และองค์ประกอบที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับระดับสติปัญญา ซึ่งมีอยู่ภายในตัวผู้เรียน หรืออาจเกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอกก็ได้

จากองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ประกอบด้วย สติปัญญาของผู้เรียน ความถนัดและความรู้พื้นฐานเดิม ความพึงพอใจของผู้เรียน คุณภาพในการจัดการเรียนการสอน สภาพแวดล้อมทั้งที่บ้านและโรงเรียน รวมไปถึงความเข้าใจเกี่ยวกับตนเองของผู้เรียน

### 3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วนิดา ดีแบน (2553, หน้า 24) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียน คือ กระบวนการตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียนว่าตรงตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดหรือไม่ รวมถึงประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยจุดประสงค์ของการวัดและประเมินผล คือการจัดตำแหน่งเพื่อวัดผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้หรือทักษะเพียงพอหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ทราบจุดเด่นจุดด้อยของผู้เรียน นอกจากจะประเมินเพื่อดูพัฒนาการของผู้เรียนแล้ว ยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อ หรือนำไปประเมินค่า ซึ่งจะทำให้เมื่อการสอบสิ้นสุดกระบวนการ จึงจะมีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2555, หน้า 95) กล่าวว่า เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) นักวัดผล และนักการศึกษาได้เรียกชื่อแตกต่างกัน เช่น แบบทดสอบความสัมฤทธิ์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาว่าบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด ซึ่งได้แบ่งประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.1 แบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้น มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่สอน เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นใช้กันทั่วไปในโรงเรียน มีลักษณะเป็นแบบข้อเขียน แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

3.1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถาม หรือปัญหาให้ ให้ผู้ตอบเขียนแสดงความรู้ ความคิด และเจตคติได้อย่างเต็มที่

3.1.2 แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบให้ตอบแบบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ซึ่งในการวัดและประเมินผลสามารถทำได้ทั้งการใช้แบบทดสอบ และประเมินตามสภาพจริง ซึ่งจะได้ข้อมูลมาในรูปของคะแนน และแปลผลเป็นเกรด

## ความพึงพอใจ

### 1. ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นองค์ประกอบหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ดี นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายทัศนะ ตามกรอบแนวคิด และความเชื่อของแต่ละบุคคล ซึ่งมีความหมายที่แตกต่างกัน ดังนี้

Morse (1953, p. 27) กล่าวว่า ความพึงพอใจหรือความพอใจ ตรงกับ คำในภาษาอังกฤษว่า “Satisfaction” หมายถึง สิ่งที่ตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์เป็นการลดความตึงเครียดทางด้านร่างกายและจิตใจ หรือสภาพความรู้สึกของบุคคลที่มี ความสุขความชื่นใจตลอดจนสามารถสร้างทัศนคติในทางบวกต่อบุคคลต่อสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามความพอใจต่อสิ่งนั้น

Powell (1983, pp. 17–18) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความสุขที่เกิดจากการปรับตัวของบุคคลต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีและเกิดความสมดุลระหว่างความต้องการของบุคคลและได้รับการตอบสนอง

กาญจนา อรุณสุขขรจุ (2546, หน้า 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์จะแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างยาก สลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2553, หน้า 122) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก ของบุคคลที่มีต่อการทำงานในทางบวก เป็นความสุขของบุคคลที่เกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับ ผลตอบแทนคือ ผลที่เป็นความพึงพอใจทำให้บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะ ทำงาน มีขวัญและกำลังใจ และสิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน รวมทั้งส่งผลต่อความสำเร็จ และเป็นไปตามเป้าหมายขององค์การ

ราชบัณฑิตยสถาน (2552, หน้า 455) ได้ให้ความหมายว่า พอใจ หมายถึงสนใจชอบใจ และพึงใจ หมายถึง พอใจชอบใจ

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่แสดงออก เป็นความชอบใจ พอใจ เมื่อได้รับการตอบสนองอย่างสอดคล้องกับความต้องการของบุคคล ทั้งร่างกายและจิตใจ และจะช่วยลดความตึงเครียดของมนุษย์ให้น้อยลงหรือหมดไป

## 2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

การทำงานใด ๆ ผู้ลงมือปฏิบัติจะเกิดความพึงพอใจต่อการทำงานนั้น ๆ ได้มากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจหรือแรงกระตุ้น เพื่อให้การทำงานนั้น ๆ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ศึกษาค้นคว้า และตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ ไว้ดังนี้

Herzberg (1959, pp. 113–115) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ เรียกว่า “The Motivation Hygiene Theory” ทฤษฎีนี้กล่าวถึงปัจจัยที่ให้เกิดความพึงพอใจ 2 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยกระตุ้น (Motivation Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการงาน ซึ่งมีผลก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่นความสำเร็จในการทำงาน การได้รับการยอมรับ ลักษณะงาน ความรับผิดชอบ และความก้าวหน้าในหน้าที่การงาน

2. ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน ทำให้บุคคลมีความพึงพอใจในการทำงาน เช่น รายได้ โอกาสความก้าวหน้า สถานะอาชีพ และสภาพในการทำงาน เป็นต้น

Scott & Wertheimer (1962, p. 124) ได้เสนอแนวคิดเรื่องการจูงใจให้เกิดต่อความพึงพอใจในการทำงานให้ผลเชิงปฏิบัติ มีลักษณะดังนี้

1. งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัว งานนั้นมีความหมายสำหรับผู้ทำ

2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้ โดยใช้ระบบการทำงาน และการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ

3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างแรงจูงใจภายในเป้าหมายของงานจะต้องมีลักษณะ ดังนี้

3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย

3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง

### 3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

Maslow (1970, pp. 66–67) ได้ค้นคว้าหาวิธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดันโดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมากเพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเองแต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้นเพื่อให้ได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น คำตอบของมาสโลว์ คือ ความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กดดันมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด ทฤษฎีของมาสโลว์ได้จัดลำดับความต้องการตามความสำคัญ คือ

2.1.1 ความต้องการทางกาย (Physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน คือ อาหาร ที่พัก อากาศ และยารักษาโรค

2.1.2 ความต้องการความปลอดภัย (Safety needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่า ความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย

2.1.3 ความต้องการทางสังคม (Social needs) เป็นความต้องการการยอมรับจากเพื่อน

2.1.4 ความต้องการการยกย่อง (Esteem needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว ความนับถือ และสถานะทางสังคม

2.1.5 ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (Self-Actualization Needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ บุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อนเมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็หมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป

จากแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียน จะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัตินั้น ทำให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของชีวิตมากขึ้นเพียงใด นั่นคือสิ่งที่ครูผู้สอนจะคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเสริมสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

### 3. การวัดความพึงพอใจ

พงค์ หรดาล (2540, หน้า 40–62) กล่าวว่า ความพึงพอใจในการทำงาน เป็นความรู้สึกของคนที่มีต่องานเป็นทางบวก และความสุขของบุคคลที่เกิดจากการปฏิบัติงาน ตลอดจนทำให้เกิดความพึงพอใจ มีความกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่น และมีขวัญ กำลังใจในการทำงาน ความพึงพอใจเป็นผลที่เกิดจากทัศนคติหลายประการที่คนมีต่องานของเรา แต่องค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับงานต่อชีวิตของเขาเอง โดยทั่ว ๆ ไป แบบวัดความพึงพอใจ มี 2 ลักษณะ ดังนี้

3.1 แบบสำรวจปรนัย (Objective Survey) เป็นแบบวัดที่มีคำถาม และคำตอบให้เลือก โดยที่ผู้ตอบ ตอบตามที่ตนเองมีความคิดเห็น และรู้สึกตามข้อมูลที่ได้รับ สามารถวิเคราะห์ได้ในเชิงปริมาณ

3.2 แบบสำรวจเชิงพรรณนา (Descriptive) เป็นแบบสอบถามที่ให้ผู้ตอบ ตอบด้วยถ้อยคำ และข้อเขียนของตนเอง เป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิด ให้ตอบโดยอิสระ ข้อมูลที่ได้เป็นเชิงคุณภาพ

การแบ่งแบบวัดความพึงพอใจตามลักษณะของงาน แบ่งออกเป็น

#### 2 ลักษณะ

1. แบบวัดความพึงพอใจงานโดยทั่วไป เป็นแบบวัดความพึงพอใจของบุคคลที่มีความสุขกับงานโดยมีส่วนร่วม

2. แบบวัดความพึงพอใจเฉพาะเกี่ยวกับงาน ลักษณะของแบบวัดความพึงพอใจของงานในแต่ละด้าน

สรุปได้ว่าการวัดความพึงพอใจเป็นการวัดความรู้สึก พฤติกรรมของบุคคลที่เกิดจากการปฏิบัติงาน ซึ่งแบบวัดความพึงพอใจมีหลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานการณ์ของกลุ่มคน หรือกลุ่มที่ต้องการทำการการศึกษา

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ทำการศึกษาดำเนินการสร้างและทดลองใช้ ดังนี้

สมจิต ผอมแข่ง (2557, หน้า 160–172) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลาสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พองศรี เครือกลัด และคณะ (2558, หน้า 15-20) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสมผสานกับผังมโนทัศน์รูปตัววี ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตภูมิศาสตร์ภาคกลาง จำนวน 167 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 30 คน จากการสุ่มหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสมผสานกับผังมโนทัศน์รูปตัววี มีค่าคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสมผสานกับผังมโนทัศน์รูปตัววีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สิริมา แทนบุญ (2558, หน้า 55) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้ผังมโนคติ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดรวบยอด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนเทศบาล 1 เอ็งเสียงสามัคคี กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนเทศบาล 1 เอ็งเสียงสามัคคี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 23 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้ผังมโนคติสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และ

ความสามารถในการคิดรวบยอด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้ผังมโนมติดสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

กฤษฎา ถวัลย์เศรษฐ์ (2558, หน้า 16) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องไฟฟ้า เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการลงความเห็นจากข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 10 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) คือนักเรียนที่ทำแบบทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน และผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการลงความเห็น จากข้อมูล เรื่อง ไฟฟ้า ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีการพัฒนาสูงขึ้น อย่างชัดเจน โดยกิจกรรมที่ 1 อยู่ในระดับดีเยี่ยม กิจกรรมที่ 2 อยู่ในระดับดีมาก

กนกพร อุทัยวัฒน์ (2559, หน้า 96) ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับผังกราฟิก เรื่องระบบนิเวศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.88/75.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เท่ากับร้อยละ 75.37 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปราณีต ช่างสีดา (2559, หน้า 130-140) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนอนุบาลจรัลพิงค์ อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังมโนทัศน์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t-test ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ พฤติกรรม



และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังมโนทัศน์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนุพร ทิพย์สิงห์ (2559, หน้า 143) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา โดยใช้แผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคหมวก 6 ใบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.82/78.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

ทิวากร วงษ์เสน (2560, หน้า 134) ศึกษาการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม ปีการศึกษา 2559 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์และสัตว์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการใช้การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีประสิทธิภาพ 85.29/85.74 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง มีนักการศึกษาหลายท่านทำการศึกษา ดำเนินการสร้างและทดลอง ดังนี้

Ercan (2014, p. 161) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5 ขั้น

และการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังรูปตัววี ในห้องปฏิบัติการเคมี กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 34 คน ได้มาจากการสุ่ม รูปแบบการศึกษาใช้แบบเชิงทดลอง จากผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักร 5 ชั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังรูปตัววี ความวิตกกังวลในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีไม่ปรากฏในกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังรูปตัววี

Hassan (2017, p. 20) ได้ศึกษาผลของการจัดกระบวนการเรียนการสอน โดยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับแบบจำลองเชิงโต้ตอบ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ ของนักเรียนเกรด 11 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนวิทยาศาสตร์เกรด 11 จำนวน 80 คน ออกแบบการวิจัยแบบเชิงทดลอง กลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบเดิม กลุ่มทดลอง จัดกระบวนการเรียนการสอนโดยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับแบบจำลองเชิงโต้ตอบ โดยใช้ครูสอนคนเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า เมื่อบูรณาการแบบจำลองเชิงโต้ตอบ กับรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ทำให้มีนัยสำคัญที่ดีกว่าความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่สอน และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่ดีมากกว่าการสอนแบบเดิม เป็นผลให้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับแบบจำลองเชิงโต้ตอบมีศักยภาพที่ช่วยให้นักเรียนเกรด 11 ปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

Senol & Ozyalcin (2017, p. 1) ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมี ออกแบบการวิจัยกึ่งทดลอง มีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 34 คน โดยแบ่งเป็นชาย 8 คน และหญิง 26 คน เป็นนักศึกษาปริญญาตรีในประเทศตุรกีที่เข้าร่วมด้วยความสมัครใจ กลุ่มทดลองรับการสอนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น และกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบบรรยาย โดยทั้งสองกลุ่มสอนโดยครูคนเดียวกัน และใช้หนังสือเรียนแบบเหมือนกัน ผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการสอนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลเคมี มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดกิจกรรมการสอนแบบบรรยาย

Seven, Tiryaki & Ceylan (2017, p. 1) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น เพื่อพัฒนาความสำเร็จ

ทางการเรียนและทัศนคติต่อการจัดการเรียนการสอน ทำการศึกษาในนักเรียนเกรด 8 ของโรงเรียนรัฐบาลในปีการศึกษา 2008-2009 จำนวน 95 คน นักเรียนถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ทดลองสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น กลุ่มที่ 2 ทดลองสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และกลุ่มที่ 3 เปรียบเทียบโดยใช้การสอนในรูปแบบดั้งเดิม จากการศึกษาพบว่ารูปแบบการสอนทั้ง 3 วิธี ไม่มีความแตกต่างต่อความสำเร็จทางการศึกษา แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของแต่ละวิธี และพบว่านักเรียนจะประสบความสำเร็จเมื่อเนื้อหาที่เรียนใช้ร่วมกับวิธีการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

Suryanti, Ibrahim & Lede (2018, p. 1) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน: กรณีศึกษา นักเรียนที่ผลการเรียนต่ำ เรื่องวัฏจักรของน้ำ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในประเทศอินโดนีเซีย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 23 คน การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงแรก คือ การวางแผน การดำเนินการ และช่วงที่ 2 คือการสะท้อนผล ผลการวิจัยพบว่าการปรับปรุงทักษะการเรียนรู้ของนักเรียน เมื่อใช้ทักษะกระบวนการในการเรียนรู้ นอกจากนี้นักเรียนยังมีเจตคติเชิงบวกต่อการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ดังนั้นจากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่าจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เมื่อนำมาใช้จัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน จะทำผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง แสวงหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดองค์ความรู้ ทำให้เกิดพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้กระบวนการคิดมีคุณภาพมากขึ้น และผังกราฟิกช่วยในการจัดกระทำข้อมูลให้เป็นระเบียบ และง่ายต่อการจดจำของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่งผลให้ระดับผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มีความกระตือรือร้น สนุกสนาน มองเห็นประโยชน์ที่เกิดจากการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

