

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องหน่วย ของพีช ที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้กับการสอนโดยสร้างแผนที่ ความคิด ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
  - 1.1 วิสัยทัศน์
  - 1.2 หลักการ
  - 1.3 จุดมุ่งหมาย
  - 1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
  - 1.5 คุณภาพผู้เรียน
  - 1.6 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
  - 1.7 โครงสร้างรายวิชา วิทยาศาสตร์ 1
2. การสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
  - 2.1 ความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
  - 2.2 ความเป็นมาและแนวคิด
  - 2.3 ขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
  - 2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
3. การสอนโดยการสร้างแผนที่ความคิด
  - 3.1 ความหมายของการสร้างแผนที่ความคิด
  - 3.2 ความเป็นมาและแนวคิด
  - 3.3 ขั้นตอนการสร้างแผนที่ความคิด
  - 3.4 ประเภทของการสร้างแผนที่ความคิด
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.2 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
  - 5.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
  - 5.2 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์

- 5.3 ประเภทของความรู้
- 5.4 ประเภทของจิตวิเคราะห์
- 5.5 ความสำคัญของการจิตวิเคราะห์
- 5.6 ลักษณะการจิตวิเคราะห์
- 5.7 องค์ประกอบของทักษะการจิตวิเคราะห์
- 5.8 การวัดความสามารถในการจิตวิเคราะห์
- 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

### หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มีดังนี้

#### 1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาดำเนินการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

สรุปได้ว่าวิสัยทัศน์ของหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน ต้องการให้ผู้เรียนเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ สามารถพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

#### 2. หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์  
สรุปได้ว่าหลักการของหลักสูตรต้องการให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้ทั่วถึงกันและมีมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นสากล และให้หลักสูตรเสนอความต้องการของท้องถิ่นให้มีการศึกษาทั้งในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย

### 3. จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิด กับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

3.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย

3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและ การปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายของหลักสูตร มุ่งพัฒนาให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีความรู้ความสามารถ มีสุขภาพกาย ใจที่ดี มุ่งให้มีจิตสาธารณะ สร้างสิ่งที่ดีงามแก่สังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

### 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

#### 4.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ

#### 5 ประการ ดังนี้

4.1.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะ

ของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์กันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรอง เพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

4.1.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคม ได้อย่างเหมาะสม

4.1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4.1.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

4.1.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

#### 4.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็น พลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

4.2.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

4.2.2 ซื่อสัตย์สุจริต

4.2.3 มีวินัย

4.2.4 ใฝ่เรียนรู้

4.2.5 อยู่อย่างพอเพียง

4.2.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

4.2.7 รักความเป็นไทย

#### 4.2.8 มีจิตสาธารณะ

สรุปได้ว่า สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ซึ่งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน เป็นผู้มีความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี รู้จักการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

### 5. คุณภาพผู้เรียน

นักเรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะต้องมีคุณภาพดังนี้

5.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

5.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5.3 เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

5.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

5.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

5.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้าง องค์ความรู้

5.8 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด การเขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

5.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

5.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

5.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

5.12 แสดงถึงความซาบซึ้งห่วงใยมีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

5.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

จากข้อความที่กล่าวมาสรุปได้ว่านักเรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นั้นนักเรียนจะต้องมีความรู้ตามหลักสูตรกำหนดรู้จักใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาความรู้ เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีความมุ่งมั่นรอบคอบ สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

## 6. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของการทรัพยากรธรรมชาติการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสาร กับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จากสาระมาตรฐานการเรียนรู้สรุปได้ว่า ผู้วิจัยใช้สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และมาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ประกอบไปด้วย เรื่อง โครงสร้างและระบบลำเลียงของพืช ใช้เวลา 6 ชั่วโมง แยกออกเป็นแผนการสอน เรื่อง หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ใช้เวลา 2 ชั่วโมง แผนการสอนเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ 2 ชั่วโมง แผนการสอนเรื่องการลำเลียงในพืช 2 ชั่วโมง แผนการสอน เรื่องกระบวนการสืบพันธุ์ ใช้เวลา 6 ชั่วโมง แยกออกเป็นแผนการสอนการสืบพันธุ์ของพืช 2 ชั่วโมง แผนการสอนการถ่ายละอองเรณูใช้เวลา 2 ชั่วโมง แผนการสอนเรื่องการปฏิสนธิ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง รวมใช้เวลาสอนเรื่องหน่วยของพืชทั้งหมด 12 ชั่วโมง

## 7. โครงสร้างรายวิชา วิทยาศาสตร์ 1

โครงสร้างหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 60 ชั่วโมง ดังนี้

ตาราง 1 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ 1

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	9
2	กระบวนการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์	4
3	กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช	9
4	โครงสร้างและระบบลำเลียงของพืช	6
5	กระบวนการสืบพันธุ์ของพืช	6
6	การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	3
7	เทคโนโลยีชีวภาพ	5
8	การจำแนกสาร	4
9	สมบัติและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร	4
10	สมบัติของสารละลายกรด - เบส	5
11	กรด-เบสในชีวิตประจำวัน	5
	รวม	60

ที่มา : หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (2551, หน้า 23)

สรุปได้ว่าโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาเรื่องหน่วยของพืช ซึ่งประกอบไปด้วย เรื่อง โครงสร้างและระบบลำเลียงของพืช ใช้เวลา 6 ชั่วโมง กระบวนการสืบพันธุ์ ใช้เวลา 6 ชั่วโมง รวมใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง

## การสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

### 1. ความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 128-129) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ครูและนักเรียนได้ศึกษาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และด้วยจิตใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรืออาจให้นิยามเชิงปฏิบัติการของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสอนที่มีลักษณะดังนี้

- 1.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การประมาณค่า การทำนาย การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การทดลอง การสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การวิเคราะห์ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
- 1.2 เวลาไม่ใช่สิ่งสำคัญ ไม่ต้องรีบร้อนสอนให้จบตามหัวข้อ ให้ทันตามกำหนด
- 1.3 นักเรียนจะต้องไม่ทราบคำตอบล่วงหน้า ควรเลือกหนังสือเรียนและคู่มือ
- 1.4 นักเรียนมีความสนใจที่จะหาคำตอบ
- 1.5 เนื้อหาในการสืบเสาะหาความรู้ ไม่จำเป็นต้องต่อเนื่อง หรือสัมพันธ์กับเนื้อหา
- 1.6 การเรียนการสอนเน้นคำถามคำว่า "ทำไม"
- 1.7 ปัญหาบางอย่างจำเป็นต้องระบุให้ชัดเจน และตั้งปัญหาให้แคบเข้า
- 1.8 ให้นักเรียนในชั้นเรียนช่วยกันตั้งข้อสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้
- 1.9 นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเสนอแนวทางในการเก็บข้อมูลจากการทดลองการสังเกต การอ่าน และแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้อื่นๆ
- 1.10 มีการร่วมมือกันในการประเมินแนวทางในการปฏิบัติการ
- 1.11 นักเรียนทำการสำรวจ เก็บข้อมูล โดยช่วยกันทำเป็นกลุ่มเล็กๆ
- 1.12 นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้ และนำไปสู่การสรุปข้อสมมติฐาน
- 1.13 ข้อสรุปและคำอธิบายต่างๆ เป็นประโยชน์ในการนำไปสู่หัวข้อ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 56) ได้ให้ความหมายว่า การสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายวิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

สาขาชีววิทยา สสวท. (2550) ได้ให้ความหมายว่า การสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (constructivism) ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นที่นักเรียนต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างองค์ความรู้

ของนักเรียนเอง และเก็บข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนานสามารถนำมาใช้ได้ เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า

บูตินท์ (Budnitz, 2003) ได้ให้ความหมายว่า การสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่ซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ใช้ ให้ความจำกัดความ โดยศูนย์กลางการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นมีต้นกำเนิดมาจากนักวิทยาศาสตร์ ครู และนักเรียน

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมของการเรียนการสอน และมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาได้ ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้

## 2. ความเป็นมาและแนวคิด

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดไว้ดังนี้

คาร์พลาส (Karplis, R, 1997, p. 73) ได้เสนอการเรียนการสอนแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study: SCIS) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การสำรวจ (exploration หรือ concept exploration) นักเรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับรูปธรรม เช่น วัตถุหรือเหตุการณ์ นักเรียนจะได้พบสิ่งใหม่ๆ โดยการดูซึมประสบการณ์และอาจถูกทำให้อยู่ในสภาวะไม่สมดุล คาร์พลาส (Karplis, R, 1977, p.74) กล่าวว่า การนำทฤษฎี การพัฒนาการทางสติการเรียนรู้ของเพียเจต์มาใช้ คือการทำให้นักเรียนขาดสมดุลก่อนเพื่อนำเข้าสู่สมดุลใหม่อีกครั้งหนึ่ง ส่วนประสบการณ์ที่กล่าวถึงควรมีสมบัติในการกระตุ้นให้เกิดมโนทัศน์หรือเป็นภาระงานที่ท้าทาย มีลักษณะปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนใช้วิธีแก้ไขที่หลากหลาย เช่น การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การวัด การทดลอง การแปลความหมายข้อมูล การพยากรณ์และการรวบรวมข้อมูล จากสื่อที่ครูผู้สอนนำเสนอ ส่วนครูผู้สอนมีบทบาท เป็นผู้ช่วยเหลือ โดยการแนะนำ หรือตอบคำถามของนักเรียนเท่าที่จำเป็นทั้งนี้เพื่อให้ นักเรียน เกิดความคิดที่อยู่ในขอบข่าย ของเรื่องที่จะเรียน ได้แก่ การแนะนำมโนทัศน์ใหม่หรือคำศัพท์ใหม่

2. การเกิดความคิด (invention หรือ concept introduction หรือ clarification) เป็นระยะที่นักเรียนลงความเห็นหรือกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุและเหตุการณ์ที่ประสบอยู่นั้นซึ่ง คาร์พลาส (Karplis, R, 1977, p. 174) ระบุว่าเริ่มจากการเสนอ มโนทัศน์ หรือหลักการใหม่หรือคำอธิบายเสริมเพื่อช่วยให้ผู้เรียนประยุกต์รูปแบบการใช้เหตุผลในประสบการณ์ของเขา

แต่ก็เปิดโอกาสในการนำเสนอแนวคิดของตน นั่นคือครูและผู้เรียนช่วยกันนิยามมโนทัศน์โดยอาจใช้สื่อการเรียนการสอนช่วยก็ได้ ดังที่ ลอร์สัน, และเร็นเนล (Lawson, A.E., & J.W. Renner, 1975, p. 339) ตีความคล้ายคลึงกับการสร้างความรู้ ความคิดของเพียเจต์ (Piaget) และถือว่าสภาวะไม่สมดุลยังคงอยู่จุดสำคัญในการสร้างมโนทัศน์ ไม่ใช่ใหม่มโนทัศน์แก่นักเรียนจดจำ แต่ควรเป็นไปตามทัศนะของ กลาส, และลาลิค (Galss. G.E., & Lalk, 1993, p. 203) ที่กล่าวสรุปว่า ความรู้ความเข้าใจ เป็นเรื่องเกี่ยวกับการหลอมรวมประสบการณ์ทั้งหลาย และการจัดรวบรวมความกระจำงของสารสนเทศ ที่ปรากฏในชั้นเรียน จึงใช้คำว่า clarification ในการเรียนระยะนี้ ดังนั้นกิจกรรมการเรียนควรหลากหลาย เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์

3. ระยะการค้นพบ discovery หรือ (concept applicaton) เป็นระยะที่ผู้เรียนนำความรู้มโนทัศน์ หรือทักษะที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่นโดยการยกตัวอย่างเพื่อแสดงมโนทัศน์ที่รู้นั้นว่า ผู้เรียนที่เข้าใจเรื่องกลุ่มสิ่งมีชีวิต (conimunities) ควรอธิบายกลุ่มสิ่งมีชีวิตในป่า กลุ่มสิ่งมีชีวิตในทะเลทราย และกลุ่มสิ่งมีชีวิตในทุ่งหญ้าได้ เป็นต้น ซึ่งถือว่าการเสริมแรง หรือทำให้ได้ความรู้มากขึ้น ซึ่งขยายความเข้าใจให้มากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยครูอาจทำให้เกิดทดลองเพิ่มขึ้น ให้การบ้าน ให้แก้ปัญหาอื่นๆ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถรวบรวมมโนทัศน์ที่มีอยู่ไปสู่การใช้มโนทัศน์เชิงนามธรรมซึ่งแสดงออกได้ทางภาษา นั่นคือ นักเรียนเกิดการควบคุมพฤติกรรมของตนเองได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมระยะสั้นนี้ยังสามารถช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนช้า หรือยังไม่เข้าใจสิ่งที่ครูผู้สอนได้อธิบายแล้ว

โคเฮน, และโฮราค (Cohen Staley, & Horak, 1989, pp.114-120) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การสำรวจ การแสดงออก (experssion) การให้นิยามหรือชื่อ (Labeling) การนำไปใช้ (application) ดังนี้

1. การสำรวจ (exploration) ขั้นสำรวจเป็นการให้ผู้เรียนมีประสบการณ์เพื่อให้ได้มโนทัศน์ใหม่หรือกระบวนการโดยการทำกิจกรรมที่เป็นรูปแบบกับแนวคิดที่สำคัญ ครูอาจเพิ่มเติมบทเรียนโดยการสาธิตอย่างสั้นๆ ให้ดูภาพยนตร์ วิดีโอ การอ่าน การบรรยายเพื่อจูงใจให้ผู้เรียนสนใจและที่สำคัญคือต้องการให้ได้ประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรมกับมโนคติ ที่สำคัญคือกระบวนการก่อนที่จะให้พยายามบอกชื่อหรือให้นิยามของมโนทัศน์หรือกระบวนการโดยปากเปล่าหรือโดยการเขียนประสบการณ์ ในขั้นการสำรวจเป็นการจัดบริบทในการหาความหมาย ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นก่อนจะให้นิยามหรือชื่อ โดยส่วนใหญ่แล้วการที่ให้นิยามหรือชื่อโดยไม่มีประสบการณ์นั้นเป็นการเสียเวลา และไม่มีคามหมายต่อผู้เรียน หรือทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดในระดับต่ำสุด การสำรวจยังออกเป็น 3 แบบ แต่ละแบบเป็นการจัดให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรมกับมโนทัศน์หรือกระบวนการ ดังนี้

1.1 การสำรวจแบบปลายเปิด (open ended) โดยปกติแล้วครูจะจัดสื่ออุปกรณ์ให้ผู้เรียนชุดหนึ่ง ให้ผู้เรียนได้จัดกระทำสิ่งนั้น ในกรณีนี้ครูต้องทราบว่าไม่ว่าผู้เรียนจะจัดกระทำกับสื่ออุปกรณ์อย่างไร ผู้เรียนจะต้องได้มีโน้ตค้นซึ่งเป็นจุดประสงค์ของบทเรียน

1.2 การสำรวจแบบแนวทาง (directed) ครูจัดอุปกรณ์หรือชุดกิจกรรมให้ผู้เรียน คราวนี้ครูแนะแนวทางการทำกิจกรรม เพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อผู้เรียนได้ประสบการณ์ทำกิจกรรมแล้วได้มีโน้ตค้นหรือกระบวนการซึ่งเป็นจุดประสงค์ของบทเรียน

1.3 การสำรวจแบบสังเกต (observational) ในกรณีนี้ให้นักเรียน ทำกิจกรรมเพียงสังเกตเหตุการณ์หรือกระบวนการ ตัวอย่างเช่น มโนคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ผู้เรียนมีประสบการณ์โดยการสังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงของสิ่งมีชีวิต

2. การแสดงออก (expression) ขั้นตอนแสดงออกเป็นการให้โอกาสผู้เรียนที่จะแสดงออกถึงความเข้าใจ ขั้นการแสดงออกนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ

2.1 เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเริ่มคิดถึงสิ่งสำคัญที่ได้จากการมีประสบการณ์ในขั้นตอนแรก และเริ่มที่จะนำมาสร้างเป็นรูปแบบแนวคิดให้ได้เป็นมโนทัศน์หรือกระบวนการที่จะนำเสนอ

2.2 เพื่อเป็นข้อมูลให้กับครูได้ทราบถึงความเข้าใจและความพร้อมของผู้เรียน สำหรับขั้นการนิยามหรือชื่อ มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับสมองและการพัฒนาเกี่ยวกับประสาทสมองเสนอแนะว่าโอกาสในการใช้พฤติกรรมแสดงออกหลายรูปแบบ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้และมีพัฒนาเกิดขึ้น

3. การให้นิยามหรือชื่อ (labelling) ขั้นการให้นิยามหรือชื่อเป็นการให้คำนิยามหรือให้ชื่อ โดยครูเป็นผู้ให้หรือแหล่งวิทยาการอื่น เป็นต้นว่า จากตำรา ภาพยนตร์ วิทยากรเป็นผู้ให้จากประสบการณ์ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ หรือกระบวนการที่มีมาก่อนในขั้นการสำรวจโดยปกติแล้วจะต้องมีการให้ตัวอย่างเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือกระบวนการเพิ่มเติมในตอนนี้เพื่อช่วยให้มีความหมายมากขึ้นต่อประสบการณ์ และการแสดงออกที่ผ่านมา ในขั้นตอนนี้อาจมีการตั้งคำถามใหม่เพื่อให้มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้อื่นต่อไป

4. การนำไปใช้ (application) ขั้นตอนการนำไปใช้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์หรือกระบวนการได้ดีขึ้น โดยการนำเอามโนทัศน์หรือกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ การนำเอาไปใช้ซ้ำเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ใช้นิยามหรือชื่อในบริบทที่เหมาะสมและเป็นการช่วยให้จดจำมโนทัศน์หรือกระบวนการนั้นได้นาน กิจกรรมขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ สามารถใช้เป็น ประสบการณ์ขั้นการสำรวจ สำรวจมโนทัศน์หรือกระบวนการใหม่ ที่เกี่ยวข้องและการจัดกิจกรรมขั้นการนำไปใช้อาจมีมากกว่า 1 ครั้งก่อนที่จะเรียนรู้อันใหม่สรุปการเรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา เห็นได้จากการเรียนแบบค้นพบในระยะเวลาการสำรวจมีการเรียนจากการอธิบายในระยะ

การเกิดความคิด และได้ฝึกและทบทวนในระหว่างการค้นพบ ซึ่งทั้ง 3 ระยะ นำผู้เรียนไปสู่สภาวะสมดุลโดยได้สนองตอบแตกต่างกันระหว่างบุคคล

### 3. ขั้นตอนในการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ได้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน (สสวท. ตามหลักสูตรขั้นพื้นฐาน, 2544, หน้า 14-15) ดังนี้

3.1 การนำเข้าสู่บทเรียน (engagement) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเร้าความสนใจ ทบทวนความรู้เดิม ด้วยการสนทนาตั้งคำถามหรือใช้เทคนิควิธีและสื่อประกอบ เช่นรูปภาพ นิทาน เพลง บทกลอน

3.2 ขั้นการสำรวจ (exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเพื่อให้ นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เช่น การทดลอง การสำรวจ ควมมีบทบาทอำนวยความสะดวก ในการเรียนรู้ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมชี้แนะแนวทาง

3.3 ขั้นอธิบาย (explanation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์ด้วยตนเอง โดยการนำความรู้ที่รวบรวมในขั้นการสำรวจและประสบการณ์เพิ่มเติมมาเป็นพื้นฐานในการศึกษา เรื่องที่กำลังศึกษาอยู่ หรือจากการอ่านหาข้อมูลมาอภิปราย

3.4 ขั้นขยายมโนทัศน์ (elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูล มาอภิปรายในกลุ่มของตน เพื่อสรุปเกิดเป็นมโนทัศน์หรือแนวความคิดหลักขึ้นนักเรียนจะปรับ มโนทัศน์ของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริงโดยการให้นักเรียน ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็นของตนเองจากสถานการณ์ใหม่ที่ครูกำหนดให้ หรือปฏิบัติ กิจกรรมใหม่

3.5 ขั้นประเมินผล (evaluation) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบว่านักเรียนเกิดการพัฒนามโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่โดยการซักถามใช้ แบบทดสอบวัดหรือแบบฝึกหัด

สมจิตร สวธนไพบูลย์ (2541, หน้า 58) ได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (pre-lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็น คิดสงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางการทดลอง ออกแบบ การทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

2. ปฏิบัติการทดลอง (experiment period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการ ทดลองผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุนเป็นที่ปรึกษา

3. อภิปรายหลังการทดลอง (post-lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถาม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งการอภิปราย ถึงข้อผิดพลาด (error) ที่เกิดจากการทดลอง

ในปี ค.ศ. 1992 นักการศึกษาในกลุ่มโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมประกอบด้วย การชักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. การสำรวจ (exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้ว มาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าหามวดมูม ถ้าเป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เพียงให้คำแนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (explanation) ในขั้นตอนนี้มีกิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป (elaboration) ในขั้นตอนนี้จะให้ผู้เรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่างๆที่เกิดขึ้น จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสปรับแนวคิดหลักของตนเองในกรณีสอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล (evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครู เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบแนวคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเอง ถึงแนวความคิดที่ได้สรุปแล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสามารถสอดคล้องหรือถูกต้องมากเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้ จะรวมทั้งประเมินผลแก่ครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งพัฒนาโดย โรเบิร์ต คาร์พลาส (Robert Karplas) และ Science Curriculum Improvement Study (SCIS) ที่พบ University of California, Berkeley ภายหลังวงจรการเรียนรู้ถูกขยายโดยคณะพัฒนาหลักสูตร Biological Science Curriculum Study (BSCS) โดยมี Rodger Bybee เป็นผู้นำได้พัฒนารูปแบบ 5 ขั้น คือ การสร้างการมีส่วนร่วม การสำรวจ การอธิบาย การขยายและการสร้างความกระจ่าง และ

การประเมินซึ่งเรียกชื่อใหม่ว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ในปี ค.ศ. 1996 โทรวริดจ์, และบายบี (Trowbridge Leslie, & Rodger Bybee, 1996, pp.215-217) ได้เสนอแนะ ขั้นตอนของรูปแบบการสอนกับบทบาทของครู ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (engagement) : สร้างความสนใจ  
: กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น  
: ตั้งคำถาม
2. ขั้นสำรวจ (exploration) : ทบทวนมโนทัศน์หรือเรื่องที่นักเรียนมีความรู้และความคิดมาก่อน  
: กระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกัน โดยครูไม่สอนโดยตรง  
: ฟังและสังเกตปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน  
: ถามคำถามเท่าที่จำเป็นเพื่อให้ นักเรียนได้สืบเสาะอย่างมีทิศทางหรือเข้าร่องเข้ารอย  
: ใช้เวลาแก่นักเรียนในการเข้าถึงปัญหา  
: ปฏิบัติตนเป็นเสมือนที่ปรึกษาแก่นักเรียน
3. ขั้นอธิบาย (explanation) : กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์และให้คำนิยามด้วยคำพูดของนักเรียน  
: ถามหาหลักฐานเพื่อให้ นักเรียนชี้แจงมโนทัศน์  
: เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์เดิมเป็นฐานของการอธิบายมโนทัศน์ที่ค้นพบ  
: ให้คำนิยามที่เป็นแบบแผน หรืออธิบายและแสดงแผนผังเพื่อให้ นักเรียนชี้แจงมโนทัศน์นั้น ๆ
4. ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (elaboration) : คาดหวังให้นักเรียนใช้นิยามศัพท์แผนผังและคำอธิบายในขั้นที่ 3  
: กระตุ้นให้นักเรียนใช้หรือขยายมโนทัศน์ทักษะในสถานการณ์ใหม่  
: ตั้งคำถามให้นักเรียนทบทวนความเข้าใจของตน (เปรียบเทียบสำรวจอีกครั้ง) เช่น นักเรียนรู้อะไรทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
5. ขั้นประเมินผล (evaluation) : อนุญาตให้นักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ของตนและกลุ่ม  
: ตั้งคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดว่า....

นักเรียนมีหลักฐานอะไรบ้าง

นักเรียนรู้เกี่ยวกับ....อะไรบ้าง

นักเรียนจะอธิบาย....ได้อย่างไร

: ค้นหาหลักฐานที่นักเรียนเปลี่ยนความคิดและพฤติกรรม

: สังเกตว่านักเรียนเกิดการประยุกต์ใช้โมโนทัศน์และทักษะใหม่หรือไม่

: ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน

การสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เหมาะสมที่จะใช้กับนักเรียนทุกระดับชั้นและเหมาะที่จะใช้กับการสอนโมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เพราะเน้นทักษะการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดแก้ปัญหา การคิดไตร่ตรอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนค้นพบหรือเรียนรู้ทักษะ และค่านิยมศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างมีความหมายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งยังช่วยให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดจนลำดับขั้นของการสอนที่เน้นให้ผู้เรียน สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ว่าการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ทำการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนเป็นผู้สร้างสถานการณ์ เพื่อสร้างความสนใจให้กับนักเรียน ตามแนวคิดของ สสวท. ซึ่งได้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเร้าความสนใจ ทบทวนความรู้เดิม ด้วยการสนทนาตั้งคำถามหรือใช้เทคนิควิธีและสื่อประกอบ
2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเพื่อให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนอธิบายความรู้ด้วยตนเอง โดยการนำความรู้ที่รวบรวมในขั้นการสำรวจและประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐาน
4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลมาอภิปรายในกลุ่มของตน เพื่อสรุปเกิดองค์ความรู้หรือแนวความคิดหลักขึ้น
5. ขั้นประเมินผล (evaluation) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบว่านักเรียนเกิดการพัฒนาความรู้ความสามารถและเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยการซักถาม ใช้แบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด

#### 4. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนการอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้าทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนได้มากขึ้นครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเพื่อดูผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีความพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนการวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักทำการทดลอง และร่วมอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคและการสอนต่างๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถามตลอดจนการเสริมแรงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกการใช้คำถามที่มีความยากง่าย พอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูงให้ได้ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถาม อย่าบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำเพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ ครูควรแจ้งให้นักเรียนทราบและเบนความสนใจของนักเรียนมาสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้น ควรจะหยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา อาจมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ควรจะชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่ผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวคิด หรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไปเมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำที่จะให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่มีความพอใจ จึงสรุปแนวคิดที่ได้จากการทดลอง

7. ครูควรนำการสอนแบบอื่นๆ เช่น การสาธิต หรือการใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็นหรือโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

ลัดดาวัลย์ กัณเฑสุวรรณ (2546, หน้า 9-10) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ครูมีบทบาทดังนี้

1. ต้องรู้จักใช้คำถาม
2. อดทนที่จะไม่บอกคำตอบแต่ต้องกระตุ้นและเสริมพลังให้นักเรียนค้นหาคำตอบเอง
3. ต้องให้กำลังใจ ให้นักเรียนมีความพยายาม

4. รู้ว่าธรรมชาติของนักเรียนแต่ละคนอาจแตกต่างกัน ดังนั้นการถามให้นักเรียนอาจคิดไม่เหมือนกันบางครั้งอาจต้องบอกให้บ้าง

5. เข้าใจและรู้ความหมายของพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก

6. มีเทคนิคในการจัดการให้นักเรียนแก้ปัญหา

7. อุดหนุนที่จะฟังคำถามและคำตอบของนักเรียน แม้ว่าคำถาม คำตอบเหล่านั้นอาจไม่ชัดเจน

8. รู้วิธีบริหารจัดการชั้นเรียน ให้นักเรียนมีอิสระในการคิด การศึกษาค้นคว้าโดยไม่เสียระเบียบของชั้นเรียน

9. รู้จักนำข้อผิดพลาดมาใช้เป็นโอกาสในการสร้างสรรค์แนวคิดในการค้นคว้าทดลอง

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 156-157) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้ ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้คือ

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ที่ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้สถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้ในมิติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาค้นคว้า และนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอบอกคำถามได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียน ในการศึกษา ค้นคว้าลดลง

สรุปได้ว่า จากบทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ครูจะเป็นผู้สร้างสถานการณ์หรือปัญหาให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากรู้ อยากเห็น ครูจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิด และพยายามแนะนำพานักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง

## การสอนโดยการสร้างแผนที่ความคิด

### 1. ความหมายของการสร้างแผนที่ความคิด

แผนที่ความคิด มาจากภาษาอังกฤษว่า Concept มีนักการศึกษาได้ใช้คำที่แตกต่างกัน เช่น ความคิดรวบยอด มโนคติ มโนภาพ มโนทัศน์ สังกัป และได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 70) ให้ความหมายของการสร้างแผนที่ความคิดไว้ว่า หมายถึงความสามารถในการประสานข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องหนึ่งเรื่องใดได้อย่างไม่ขัดแย้ง เพื่อสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้น

อัญชลี ดนันทน์ (2539, หน้า 51) กล่าวว่า การสร้างแผนที่ความคิด คือ การถ่ายทอดความคิดความเข้าใจของผู้สร้างในเรื่องหนึ่งออกมาในรูปความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ ซึ่งมีลำดับชั้น

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์, และคนอื่น ๆ (2545, หน้า 52) ได้กล่าวไว้ว่า แผนที่ความคิด เป็นการแสดงผังความคิดหรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผังความคิดใหญ่และผังความคิดย่อย ๆ เป็นลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 40) กล่าวว่า การสร้างแผนที่ความคิดเป็นการรวบรวมความรู้ต่างๆ มาจัดการอย่างมีระบบ โดยนำความรู้มากำหนดเป็นผังความคิดย่อย ๆ แล้วนำผังความคิดเหล่านั้นมาเชื่อมโยงกันอย่างมีความหมาย เมื่อต้องการสร้างผังความคิดเกี่ยวกับเรื่องใดก็ใช้ประเด็นสำคัญที่สุดของเรื่องนั้นมาใช้เป็นผังความคิดหลัก แล้วจึงขยายความที่เป็นรายละเอียดประกอบด้วยผังความคิดย่อย

คณะกรรมการวิจัยทางการศึกษา (2552) ได้ให้ความหมายแผนที่ความคิดว่าเป็น การถ่ายทอดความคิด หรือข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ในสมองลงกระดาษ โดยการใช้ภาพ สี เส้น และการโยงใย แทนการจดย่อแบบเดิมที่เป็นบรรทัดๆ เรียงจากบนลงล่าง ขณะเดียวกันก็เป็นสื่อ นำข้อมูลจากภายนอก เช่น หนังสือ คำบรรยาย การประชุม ส่งเข้าสมองให้เก็บรักษาไว้ ดีกว่าเดิม ช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ง่ายเข้า เป็นการเปิดให้สมองได้เชื่อมโยงต่อข้อมูลหรือความคิดต่างๆ เข้าหากันได้ง่ายกว่า ใช้แสดงการเชื่อมโยงกับข้อมูลเรื่องใดเรื่องหนึ่งระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการสร้างแผนที่ความคิด หมายถึง ความสามารถทางสมอง ในการประสานข้อมูลเชื่อมโยงความสัมพันธ์เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยจัดลำดับ

ความสำคัญของข้อมูลระหว่างความคิดหลักความคิดรองและความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน เพื่อสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ

## 2. ความเป็นมาและแนวคิด

ปฐมฤติก นาใจคง (2544, หน้า 11) กล่าวว่า การสร้างแผนที่ความคิดมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการพัฒนาการทรงสมองของมนุษย์ ของบุซัน (Buzan) ซึ่งได้กล่าวว่า สมองของมนุษย์มีเซลล์ประสาทอยู่ประมาณหนึ่งล้านล้านเซลล์ ในแต่ละเซลล์ประกอบด้วยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี (electrochemical) ที่สลับซับซ้อน และมีระบบการประมวลผล และการส่งผ่านข้อมูลขนาดเล็กที่มีสมรรถภาพสูงจำนวนมากมาย เซลล์ประสาทแต่ละเซลล์จะมีลักษณะทั่วไปคล้ายกับปลาหมึกยักษ์ (superoctopus) ซึ่งมีส่วนลำตัวอยู่ตรงกลาง และมีหนวดเป็นสิบๆ ร้อยๆ พันๆ เส้น แยกกระจายออกไปจากลำตัว เมื่อขยายดูเพิ่มขึ้นจะพบว่า หนวดแต่ละเส้นนั้นคล้ายกับกิ่งก้านสาขาของต้นไม้ที่แตกแขนงออกจากเซลล์ประสาท แต่ละกิ่งก้านสาขาของเซลล์ประสาท (nerve cell) เรียกว่า เดนไดรท์ (dendrites) โดยกิ่งที่มีขนาดใหญ่ และยาวกว่ากิ่งอื่น ๆ เรียกว่า แอ็กซอน (axon) ซึ่งเป็นทางออกหลักของข้อมูลที่ส่งผ่านออกจากเซลล์นั้น เดนไดรท์ และแอ็กซอนแต่ละอันอาจมีความยาวตั้งแต่ 1 มิลลิกรัม ถึง 1.5 เมตร และตลอดความยาวนั้นจะมีปุ่มเล็ก ๆ คล้ายกับเห็ดยื่นออกมาเป็นระยะ ๆ เรียกว่า กระตุกสันหลังของเดนไดรท์ (dendritic spines) และกระตุกเชื่อมต่อ (synaptic buttons) ซึ่งภายในปุ่มจะบรรจุสารเคมีที่มีตัวนำข้อมูลข่าวสารในกระบวนการคิดของมนุษย์ ปุ่มจากเซลล์ประสาทเซลล์หนึ่งจะไปเชื่อมโยงกับปุ่มจากเซลล์ประสาทอื่น ๆ และเมื่อมีแรงกระตุ้นจากกระแสไฟฟ้าเคลื่อนผ่านไปมา ระหว่างเซลล์ประสาทหลาย ๆ เซลล์ โดยผ่านทางเดนไดรท์หรือแอ็กซอน สารเคมีจะถูกส่งผ่านช่องว่างเล็ก ๆ ระหว่างปุ่มดังกล่าวไปอย่างรวดเร็ว โดยช่องว่างนี้เรียกว่า ช่องว่างจากการเชื่อมต่อ (synaptic gap) สารเคมีจะจับกับพื้นผิวที่สอดรับกันพอดี แล้วกระตุ้นให้เกิดกระแสประสาทเคลื่อนผ่านไปยังเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่รับ แล้วส่งกระแสประสาทต่อไปเป็นทอด ๆ เซลล์ประสาทหนึ่ง ๆ อาจจะได้รับกระแสประสาทจากจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ มากถึงหลาย ๆ ล้านจุดในแต่ละวินาที และจะทำหน้าที่คล้ายกับจุดเชื่อมต่อสัญญาณโทรศัพท์ โดยจะประมวลผลรวมของข้อมูลทั้งหมดที่เข้ามาทุก ๆ เศษหนึ่งส่วนล้านของวินาที (microsecond) จากนั้นจะส่งผ่านข้อมูลกลับออกไปตามทางที่เหมาะสมจากการเคลื่อนผ่านไปมาของข้อมูลข่าวสารความคิด หรือความทรงจำ ซ้ำไปซ้ำมาจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งนี้ จะทำให้เกิดเส้นทางเดินของแม่เหล็กไฟฟ้าทางชีวเคมี (biochemical electromagnetic pathway) เกิดขึ้นโดยเรียกเส้นทางนี้ว่า ร่องรอยความทรงจำ (memory trace) หรือแผนที่ความคิด นั่นเอง (Buzan, 1997, pp.27-29) เมื่อเปรียบเทียบเส้นทางเดินดังกล่าวเหมือนกับเส้นทางเดินป่า จะเห็นได้ว่ายังมีการเดิน ซ้ำไปซ้ำมามากเท่าใด เส้นทางเดินนั้นก็ยิ่งชัดเจน และสะดวกมากขึ้นเท่านั้น เปรียบเหมือนการทำงานของเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ที่สามารถเชื่อมต่อและล้อมรอบ (embrace) กับเซลล์ประสาทอื่น ๆ ได้มาก ถึงหมื่นเซลล์หรือมากกว่านั้น ซึ่งการเชื่อมต่อกันของเซลล์ประสาท

ของมนุษย์เป็นกระบวนการ โยงโยงอย่างไม่มีที่สิ้นสุด (infinite patterns) การทำงานในสมองมนุษย์ ดังกล่าวนี้นี้ บูซาน (Buzan, 1997, p. 29) เรียกว่า การคิดรอบทิศทาง (radiant thinking) ซึ่งการคิดรอบทิศทางนี้จะเป็นตัวสะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้าง (structure) และกระบวนการ (process) ที่เกิดขึ้นภายในสมองโดยแผนที่ความคิดเปรียบเสมือนกระจกที่สะท้อนเงาให้เห็นถึงการคิดรอบทิศทาง (radiant thinking) ของคน ๆ นั้นออกมาให้ได้รับรู้ และทำให้บุคคลนั้นสามารถเข้าใจถึงระบบการคิดของตนเองได้ในช่วงปลายทศวรรษ 1960 สเปนีย์ (Sperry, quoted in Buzan, 1997) แห่งแคลิฟอร์เนีย ซึ่งภายหลังได้รับรางวัลโนเบลจากงานวิจัยของเขาเอง และเขาได้ประกาศการค้นพบว่า เปลือกสมอง (cerebral cortex) เป็นส่วนที่มีการพัฒนาการไปไกลที่สุด ซึ่งแบ่งออกเป็นสองซีกคือ สมองซีกซ้าย และสมองซีกขวา แต่ละซีกมีหน้าที่ต่างกัน โดยซีกซ้ายทำหน้าที่เกี่ยวกับคำ (words) ตรรกะ (logic) จำนวน (numbers) การเรียงลำดับ (sequence) การคิดในแนวเส้นตรง (linearity) การวิเคราะห์ (analysis) และรายการต่างๆ (lists) ส่วนซีกขวามักทำหน้าที่เกี่ยวกับจังหวะ (rhythm) การรับรู้ระยะทาง (spatial awareness) การรับรู้ภาพรวม (gestalt or wholeness) จินตนาการ (imagination) การเพ้อฝัน (daydreaming) สี (color) และมิติ (dimension) ในระยะต่อมา มีงานวิจัยของ โฮมส์ไคด์ล์ โชเดล บลอสซ์, และคนอื่น ๆ (Omstein Zaidel Bloch, et al., 1997) สนับสนุนข้อค้นพบดังกล่าวข้างต้น และยังค้นพบเพิ่มเติมอีกว่า แม้สมองแต่ละซีกจะมีหน้าที่เฉพาะที่แตกต่างกัน แต่สมองทั้งสองซีกก็มีทักษะพื้นฐานในการทำงานในทุกๆ ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ภาษา (language) เช่น คำ (words) สัญลักษณ์ (symbols)
2. จำนวน (number)
3. ตรรกะ (logic) เช่น การเรียงลำดับ (sequence) รายการ (listing) การคิดในแนวเส้นตรง (linearity) การวิเคราะห์ (analysis) เวลา (time) การเชื่อมโยง (association)
4. จังหวะ (rhythm)
5. สี (colour)
6. จินตนาการ (imagery) เช่น การเพ้อฝัน (daydreaming) การมองเห็น (visualisation)
7. การรับรู้ระยะทาง (spatial awareness) เช่น มิติ (dimension) การรับรู้ภาพรวม (gestalt or whole picture)

กัปส ดาร์รงวงส์ (2540, หน้า 65-66) กล่าวว่า การสร้างแผนที่ความคิดมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ ออซุเบล (Ausubel) ซึ่งมีแนวคิดที่ว่า ครูควรจะสอนสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ ความรู้เดิมนี้อยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) เป็นข้อมูลที่สะสมอยู่ในสมองและมีการจัดระบบระเบียบไว้เป็นอย่างดี มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่อย่างมีลำดับขั้น ดังนั้นการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่อยู่ในโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมอง

ซึ่งออสซูเบล เรียกว่า กระบวนการดูดซึม (subsumption) และเรียกแผนที่ความคิดที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงว่า ซับซุมเมอร์ (subsumer) แต่ถ้าไม่ได้นำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ (rote learning) การสร้างแผนที่ความคิดซึ่ง Novak (1984) ได้พัฒนาขึ้นมานั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล 3 ประการ ได้แก่ 1) โครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) เป็นโครงสร้างที่มีอยู่ในสมองจะมีการจัดลำดับแผนที่ความคิดที่มีความหมายกว้างและทั่วไป ไปสู่แผนที่ความคิดแคบและมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น 2) กระบวนการจำแนกความแตกต่างแบบก้าวหน้า (progressive differentiation) จากหลักการเรียนรู้ที่มีความหมายของ ออสซูเบล ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิม เกิดเป็นความสัมพันธ์ใหม่จึงทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด จะเป็นการขยายความรู้ให้กว้างขึ้นไปเรื่อย ๆ จนกลายเป็นการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า โดยจัดให้มีโน้ตส์ที่มีความหมายกว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้ก่อน แล้วจึงจัดมโนทัศน์ที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงอยู่ถัดลงมา จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนได้ดีขึ้น 3) การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (integrative reconciliation) จากหลักการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิม ดังนั้นถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิมแล้ว จะทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ และหากมีการเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ก็จะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของการสร้างแผนที่ความคิดซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้น

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ว่าการสร้างแผนที่ความคิดเป็นการพัฒนาการมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ ออสซูเบล (Ausubel) คือให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการนำความรู้ใหม่มาเชื่อมกับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียนซึ่งจะก่อให้เกิดการคิดอย่างมีระบบ สมองประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทมากมายที่ทำหน้าที่บันทึกความจำ บรรจุข้อมูลข่าวสาร เซลล์ประสาทจะเชื่อมโยงกับการทำงานของสมอง ทำให้เกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ รับรู้สิ่งต่าง ๆ เกิดการคิดรอบทิศทาง ในการสร้างแผนที่ความคิดนั้นต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่างเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

### 3. ขั้นตอนการสอนโดยการสร้างแผนที่ความคิด

ในการสร้างแผนที่ความคิดได้มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กำหนดขั้นตอนการสร้างแผนที่ความคิดแตกต่างกัน ดังนี้

โมรีรา (Moreira, 1979, pp. 283-286) ได้กล่าวถึงการสร้างแผนที่ความคิดซึ่งมีหลายแนวทางที่แตกต่างกัน คือ การสร้างแผนที่ความคิดจะสร้างโดยมีแผนที่ความคิดหลักที่ครอบคลุมจะอยู่ด้านบนสุดของผังแผนที่ความคิดรองจะลดลำดับลงมาตามแนวตั้ง จนถึงแผนที่ความคิดเฉพาะเจาะจงมากที่สุดจะอยู่ล่างสุด

โนแวก, และโกวิน (Novak, & Gowin, 1984, pp. 17–28) ได้แนะนำขั้นตอนในการสร้างผังมโนทัศน์ดังนี้

1. ผู้สร้างแผนที่ความคิดจะทำความเข้าใจธรรมชาติ บทบาทของมโนทัศน์และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่ความคิดที่คิดไว้ในใจ กับแผนที่ความคิดที่เป็นภาษาพูดหรือภาษาเขียน

2. คัดเลือกแผนที่ความคิดจากเนื้อหาที่จะสร้างแผนที่ความคิดและจำแนกความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่ความคิดนั้น ๆ โดยแยกแผนที่ความคิดและคำหรือข้อความเชื่อมออกจากกันและต้องคิดเสมอว่าแม้ว่าแผนที่ความคิดและคำหรือข้อความเชื่อมจะเป็นสิ่งสำคัญ แต่ก็มีบทบาทที่แตกต่างกันในการทำให้เกิดความหมาย

3. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่ความคิดโดยใช้คำหรือข้อความเชื่อม ซึ่งบางครั้งจะใช้ลูกศรเป็นเส้นเชื่อมโยง แสดงความสัมพันธ์ของความหมายแทนคำ หรือข้อความเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ โดยปกติแล้วแผนที่ความคิดจะใช้แสดงความสัมพันธ์และจัดลำดับของแผนที่ความคิดแต่ละระดับไว้แล้ว เพื่อป้องกันไม่ให้แผนที่ความคิดดูสับสน จึงไม่ควรใช้ลูกศรแสดง ยกเว้นกรณีที่มีความสัมพันธ์ไม่ได้เป็นไปตามลำดับก่อนหลังจากแผนที่ความคิดหลักสู่แผนที่ความคิดย่อย

มอร์ริส, และสเตวาร์ท ดอรี (Morris, & Stewart-Dore, 1984, p.48) ได้กล่าวการสร้างแผนที่ความคิดไว้หลายประการ คือ

1. การสร้างแผนที่ความคิดเป็นการจัดเรียงความสำคัญ (key words) ซึ่งแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ และแนวคิดในบทอ่าน ดังนั้นการทำแผนที่ความคิด เพื่อแสดงความสัมพันธ์และแนวคิดที่อ่าน
2. การสร้างแผนที่ความคิดสามารถใช้เพื่อเสนอบทเรียน สรุปบทเรียน หรือบททวนบทเรียนได้
3. การแสดงแผนที่ความคิดช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการจัดระบบความคิดเหล่านั้น โดยจะนำแนวคิดต่าง ๆ มาจำแนกแล้วจัดเข้าเป็นกลุ่มตามหัวข้อ
4. การสร้างแผนที่ความคิดสอนให้ผู้เรียนคิดอย่างเป็นระบบ
5. การสร้างแผนที่ความคิดช่วยให้การเรียนการสอนของครูและนักเรียนเป็นไปอย่างมีจุดมุ่งหมาย

มัวร์, และรีเดนซ์ (Moore, & Redence, 1984, pp.11-17) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแผนที่ความคิด และได้เสนอข้อสรุปไว้ดังต่อไปนี้

1. การสร้างแผนที่ความคิดมีส่วนช่วยในการเรียนรู้คำศัพท์ของผู้เรียน
2. การสอนอ่านโดยการสร้างแผนที่ความคิดหลังการอ่านได้ผลต่อผู้เรียน เพราะผู้เรียนเกิดการตื่นตัวและใช้ความคิดเพื่อสรุปเนื้อความแล้วแสดงเป็นแผนที่ความคิด

3. ครูผู้สอนที่ใช้แผนที่ความคิดกับการสอนอ่านจะต้องมีการเตรียมตัวและมั่นใจในบทเรียนมากกว่าปกติ

Ault (1985, pp. 38-44) ได้เสนอแนะวิธีการสร้างแผนที่ความคิดซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกเรื่องที่จะสร้างแผนที่ความคิด อาจนำมาจากตำรา สมุดจดคำอธิบาย ก่อนการปฏิบัติการ เริ่มจากการอ่านข้อความนั้นอย่างน้อย 1 ครั้ง แล้วระบุแผนที่ความคิดที่สำคัญโดยขีดเส้นใต้คำหรือประโยคที่สำคัญ ซึ่งอาจเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ แล้วลอกแผนที่ความคิดเหล่านั้นลงในกระดาษแผ่นเล็ก ๆ เพื่อความสะดวกในการจัดความสัมพันธ์

ขั้นที่ 2 จัดลำดับ นำแผนที่ความคิดที่สำคัญที่ได้เขียนลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ แล้วนำมาจัดลำดับจากแผนที่ความคิดที่กว้างไปสู่แผนที่ความคิดที่เฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 3 จัดกลุ่มนำแผนที่ความคิดมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกันโดยมีเกณฑ์ 2 ข้อ คือ 1) จัดกลุ่มแผนที่ความคิดที่อยู่ในระดับเดียวกัน 2) จัดกลุ่มแผนที่ความคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 จัดระบบ เมื่อจัดกลุ่มแผนที่ความคิดแล้ว นำแผนที่ความคิดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน มาจัดระบบตามลำดับความเกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรืออาจหาแผนที่ความคิดอื่น ๆ มาเพิ่มเติมได้อีก

ขั้นที่ 5 เชื่อมโยงแผนที่ความคิดที่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อจัดระบบแผนที่ความคิดที่สำคัญเรียบร้อยแล้ว ให้นำมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกัน โดยการลากเส้นเชื่อมโยงและมีคำเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้น หลังจากใส่คำเชื่อมแล้วจะสามารถอ่านเป็นประโยคได้เส้นที่ลากเชื่อมโยงนี้อาจจะเชื่อมโยงระหว่างแผนที่ความคิดชุดเดียวกันหรือเชื่อมโยงระหว่างชุดแผนที่ความคิดที่ต่างกัน (cross link) ก็ได้

รอยซ์เชล (Reutzel, 1985, pp. 401-404) ได้เสนอแนะการสอนโดยการสร้างแผนที่ความคิดแสดงโครงสร้างของเรื่อง (story map) ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. หาใจความสำคัญของเรื่อง เหตุการณ์สำคัญ ตัวละครสำคัญนำมาสรุป และจัดอันดับ
2. เขียนใจความสำคัญของเรื่องเป็นแกนกลางของแผนที่ความคิด
3. เขียนเส้นโยงให้มีลักษณะสมดุลกันกับจุดศูนย์กลางไปสู่เหตุการณ์สำคัญ ตัวละครสำคัญ โดยอาศัยรายการที่ได้สรุปไว้
4. เติมความตึงหยอดหลักลงในแผนที่ความคิด ในลักษณะตามเข็มนาฬิกา รอบจุดศูนย์กลาง
5. เติมเหตุการณ์ย่อยๆหรือความตึงหยอดย่อยๆ ในลักษณะตามเข็มนาฬิกา เรียงลำดับรอบๆ ความตึงหยอดหลัก

คาเรลล์, ฟาริส, และลิเบอร์ตो (Carrell, Pharis, & Liberto, 1989, pp.647-653) ได้เสนอขั้นตอนการนำแผนที่ความคิดไปใช้เป็นกิจกรรมก่อนการอ่าน และหลังการอ่านดังนี้

1. ชั้นระดมความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนช่วยกันใช้ภาษาเชื่อมโยงข้อมูลที่เป็นความคิดรวบยอดที่สำคัญของเรื่องกับความรู้เดิม โดยครูจะเขียนความคิดรวบยอดต่างๆซึ่งได้จากการอภิปรายของนักเรียน และเห็นความสำคัญต่อการช่วยทำความเข้าใจเรื่องที่นักเรียนจะต้องอ่านลงบนกระดานดำ

2. ชั้นจัดระเบียบข้อมูล ในขณะที่ครูสาธิตวิธีการจัดระเบียบข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบที่ความคิด จากนั้นจึงเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดด้วย โดยครูจะให้คำแนะนำช่วยเหลือจนกระทั่งนักเรียนทำแผนที่ความคิดก่อนการอ่านเนื้อเรื่องเสร็จสมบูรณ์

3. ชั้นการอ่าน เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องด้วยตนเอง

4. การสร้างแผนที่ความคิดด้วยตนเอง โดยที่นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องจบให้นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดสรุปเนื้อเรื่องที่อ่าน

5. ชั้นอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและปรับปรุงแผนที่ความคิดที่ผู้เรียนสร้างขึ้นหลังจากที่นักเรียนแต่ละคนอ่านเนื้อเรื่องจบพร้อมทั้งสร้างแผนที่ความคิดเสร็จแล้ว ครูจะเริ่มซักถามเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนอ่าน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ว่านักเรียนเข้าใจเนื้อเรื่องที่อ่านหรือไม่ หลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแผนที่ความคิดที่สร้างขึ้นมา หลังจากนั้นก็สรุป mind mapping ของชั้นเรียน

บูซาน (Buzan, 1997, p. 96) กล่าวถึงวิธีการสร้างแผนที่ความคิดไว้ดังนี้

1. เริ่มด้วยภาพสี่ตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ ภาพ ๑ เดียวมีค่ากว่าคำพันคำ ซ้ำยังช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และเพิ่มความจำมากขึ้นด้วย ให้วางกระดาษตามแนวนอน

2. ใช้ภาพให้มากที่สุด ในแผนที่ความคิดส่วนที่ใช้ภาพได้ให้ใช้ก่อนคำ หรือใช้รหัสเป็นการช่วยการทำงานของสมอง ดึงดูดสายตาและช่วยจำ

3. ควรเขียนคำบรรจุตัวใหญ่ๆ ถ้าเป็นภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ เพื่อการย้อนกลับมาอ่านใหม่ จะทำให้เห็นภาพที่ชัดเจนขึ้น สะดุดตา อ่านง่าย ชัดเจน จะช่วยให้ประหยัดเวลาเมื่อย้อนกลับมาอ่านอีกครั้ง

4. เขียนคำเหนือเส้น แต่ละเส้นต้องเชื่อมต่อกับเส้นอื่น ๆ เพื่อให้แผนที่ความคิดมีโครงสร้างพื้นฐานรองรับ

5. คำควรจะมีลักษณะเป็นหน่วยคำ กล่าวคือ คำละเส้น เพราะจะช่วยให้แต่ละคำเชื่อมโยงกับคำอื่น ๆ ได้อย่างอิสระ เปิดทางให้แผนที่ความคิดคล่องตัวและยืดหยุ่นมากขึ้น

6. ใช้สีให้ทั่วแผนที่ความคิด เพราะสีจะช่วยยกระดับความจำ เฟลลินดา กระตุ้นสมอง ชีทชวา

7. เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ๆ ควรปล่อยให้สมองมีอิสระมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อย่างมีวิวัฒนาการจะเขียนลงตรงไหนดี หรือจะใส่หรือไม่ใส่อะไร เพราะจะทำให้เสียเวลา และความคิดหยุดชะงัก

โจนส์, ไพร์, และฮัตเตอร์ (Jones, Pierce, & Hunter, 1989, pp.20-25) ได้แบ่งรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังความคิด แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้สอนเสนอรูปแบบของการจัดแผนที่ความคิด ที่เหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์

2. ผู้สอนแสดงวิธีการสร้างแผนที่ความคิด

3. ผู้สอนชี้แจงเหตุผล ของการสร้างแผนที่ความคิดนั้นและอธิบายวิธีการใช้

4. ผู้เรียนฝึกการสร้างและนำเสนอแผนที่ความคิด ความเข้าใจรายบุคคล

5. ผู้เรียนเข้ากลุ่มนำเสนอแผนที่ความคิดของตนแลกเปลี่ยนกัน

คลาร์ก (Clark, 1991, pp.529-534) ได้แบ่งรูปแบบการสอนโดยการสร้างแผนที่ความคิดเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นก่อนสอน

1.1 ผู้สอนพิจารณาลักษณะเนื้อหาที่จะการสอนในสาระนั้น และวัตถุประสงค์ของการสอนสาระนั้น

1.2 ผู้สอนพิจารณาจัดหาแผนที่ความคิด หรือวิธีที่เหมาะสม

1.3 ผู้สอนเลือกผังแผนที่ความคิด หรือเลือกจัดระเบียบเนื้อหาที่เหมาะสม

1.4 ผู้สอนคาดคะเนปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับผู้เรียน ในการใช้แผนที่ความคิด

นั้น

2. ขั้นสอน

2.1 ผู้สอนเสนอแผนที่ความคิดที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาสาระแก่ผู้เรียน

2.2 ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาสาระและนำเนื้อหาสาระใส่ลงในแผนที่

ความคิด

2.3 ครูซักถาม แก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน หรือขยายความเพิ่มเติม

2.4 ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเพิ่มเติม โดยนำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ

เนื้อหา โดยให้ผู้เรียนใช้แผนที่ความคิดเป็นกรอบในการคิดแก้ปัญหา

2.5 ผู้สอนให้ข้อมูลย้อนกลับ

จอยส์, วิลล์, และโชว์เวอร์ (Joyce, Will, & Showers, 1992, pp.159-161) ได้ปรับรูปแบบการสอนของคลาร์ก (Clark) มาปรับใช้เพิ่มเติมขั้นตอนเป็น 8 ขั้นตอน

1. ผู้สอนชี้แจงจุดมุ่งหมายของบทเรียน

2. ผู้สอนพิจารณาจัดหาแผนที่ความคิด หรือวิธีที่เหมาะสม

3. ผู้สอนกระตุ้นความคิดให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม เพื่อเตรียมสร้าง  
ความสัมพันธ์กับความรู้ใหม่

4. ผู้สอนเสนอเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

5. ผู้สอนเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนนำเนื้อหาสาระใส่ลงในแผนที่  
ความคิดตามความเข้าใจของตน

6. ผู้สอนให้ความรู้เชิงกระบวนการโดยชี้แจงจุดประสงค์ในการใช้แผนที่ความคิด

7. ผู้สอนและผู้เรียนอธิบายผลการใช้แผนที่ความคิดกับเนื้อหา

8. ผู้สอนซักถามปรับความเข้าใจขยายความจนผู้เรียนเกิดความเข้าใจกระจ่างชัด  
อัญชลี ตานานนท์ และคนอื่น ๆ (2542, หน้า 9-10) ได้นำเสนอลำดับขั้นในการสร้าง  
ผังแผนที่ความคิดไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกและเขียนรายการคำแผนที่ความคิดที่สำคัญและเกี่ยวข้องกัน

2. เรียงลำดับความสำคัญของแผนที่ความคิดในข้อ 1 จากแผนที่ความคิดหลัก  
หรือ แผนที่ความคิดที่ครอบคลุมแผนที่ความคิดอื่นไปยังแผนที่ความคิดรองและลดหลั่นไป  
เรื่อย ๆ ในขณะเดียวกันให้แบ่งแผนที่ความคิดเหล่านั้นเป็นกลุ่ม ๆ

3. สร้างหรือวาดแผนภูมิแผนที่ความคิดจากคำแผนที่ความคิดในข้อ 2 โดย  
การโยง ความสัมพันธ์หรือสร้างเนื้อความขึ้นในการโยงความสัมพันธ์ดังกล่าว ผู้สร้างอาจ  
เพิ่มเติมคำแผนที่ความคิดไว้ในแผนภูมิได้ หากคำแผนที่ความคิดนั้นช่วยให้ผังมีคุณภาพ  
มากขึ้น ในทำนองเดียวกันกับผู้สร้างอาจตัดคำแผนที่ความคิดที่กำหนดไว้ในตอนต้นออกได้  
เช่นกัน หากคำแผนที่ความคิดนั้นไม่ได้ช่วยให้ผังแผนที่ความคิดมีความถูกต้อง

4. สร้างความสัมพันธ์ข้ามชุด นอกจากความสัมพันธ์ของแผนที่ความคิดจาก  
ด้านบน สู่ด้านล่าง แล้วความสัมพันธ์อาจจะอยู่ในแนวย้อนกลับจากด้านล่างไปยังด้านบนก็ได้  
หรืออาจเป็นความสัมพันธ์ในแนวนอนก็ได้ ความสัมพันธ์ดังกล่าวมักจะมีหัวลูกศรกำกับเพื่อ  
แสดงทิศทางของความสัมพันธ์นั้น ๆ

5. ประเมินผังแผนที่ความคิดด้วยตนเอง และปรับปรุงผังให้ถูกต้องตาม  
องค์ประกอบและความถูกต้องเชิงเนื้อหา

6. ส่งผังแผนที่ความคิดข้อที่ 5 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความถูกต้องในเชิงเนื้อหา  
และโครงสร้างของผังแผนที่ความคิด

7. ปรับปรุงผังมีโนทัศน์ โดยอาศัยข้อมูลย้อนกลับในข้อ 6

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ว่า การสอนโดยการสร้างแผนที่ความคิด หมายถึง  
แผนภาพการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลอย่างมีระบบ แสดงแผนที่  
ความคิดหลักไว้ตรงกลาง แล้วใช้เส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ไปยังแผนที่ความคิดรองและแผนที่  
ความคิดย่อยตามลำดับ โดยมีคำเชื่อมที่เหมาะสมทำให้อ่านความสัมพันธ์จากแผนภาพได้เป็น  
ประโยคหรือข้อความที่มีความหมายได้ ซึ่งผู้วิจัยใช้รูปแบบการสอนของ คาร์เวลล์, ฟาริส, และ

ลิเบอร์ตี (Carrell, Pharis, & Liberto, 1989, pp. 647-678) ได้จัดทำขึ้นโดยมีขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระดมความคิด เป็นขั้นทบทวนความรู้เดิม ที่ได้จากการซักถามนักเรียน จากการอภิปราย และเห็นความสำคัญต่อการช่วยทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียน
2. ขั้นจัดระเบียบข้อมูล เป็นการสาธิตขั้นตอนการทำงาน ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่ความคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในการวางแผนทำงานก่อนลงมือปฏิบัติ
3. ขั้นการอ่านลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านขั้นตอนการทดลอง หรืออ่านใบความรู้จากเนื้อเรื่องด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติ
4. ขั้นสร้างแผนที่ความคิด เป็นการลงมือปฏิบัติเมื่อขั้นการอ่านได้ปฏิบัติเสร็จแล้ว นักเรียนสร้างแผนที่ความคิดจากการลงมือปฏิบัติ การทดลอง ตลอดจนการสรุปเนื้อหาจากการลงมือปฏิบัติ
5. ขั้นอภิปราย เป็นขั้นการตรวจสอบความเข้าใจและปรับปรุงแผนที่ความคิดที่ผู้เรียนสร้างขึ้น จากเนื้อหาที่เรียนซึ่งมีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ในการเรียนทำให้ผู้อ่านได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### 4. รูปแบบของแผนที่ความคิด

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอรูปแบบของแผนที่ความคิดดังนี้

คาแกน (Kagan, 1998, pp. 3-4) ได้เสนอแบบแผนที่ความคิดไว้ว่า

1. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นมโนทัศน์ได้แก่
    - 1.1 ผังความคิด (mind map)
    - 1.2 ผังมโนทัศน์ (concept map)
  2. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นการเปรียบเทียบได้แก่
    - 2.1 เวนน์ ไดอะแกรม (venn diagram)
    - 2.2 ทีชาร์ท (t-chart)
  3. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นเหตุเป็นผลกันได้แก่ ผังก้างปลา (fishbone chat)
  4. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นเรียงลำดับเหตุการณ์หรือขั้นตอนได้แก่
    - 4.1 ผังเรียงลำดับ (chin)
    - 4.2 ผังวัฏจักร (cyclical map)
- ทิสนา แชมมณี (2545, หน้า 387-398) ได้นำเสนอแผนที่ความคิดดังนี้
1. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นมโนทัศน์ได้แก่
    - 1.1 ผังความคิด (mind map)

1.2 ผังมโนทัศน์ (concept map)  
 2. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นเหตุเป็นผลกัน  
 ได้แก่

2.1 ผังใยแมงมุม (spider map)

2.2 ผังก้างปลา (fishbone chat)

3. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นเรียงลำดับ ได้แก่

3.1 ผังลำดับขั้นตอน (sequential map)

ณัฐวดี กิจรุ่งเรือง, และคนอื่น ๆ (2545, หน้า 36-46) ได้นำเสนอดังนี้

1. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นเรียงลำดับ  
 เหตุการณ์ขั้นตอนดังนี้

1.1 บันไดจัดอันดับ (ladder)

1.2 เส้นลำดับ (spectrum)

2. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นการเปรียบเทียบ

ได้แก่

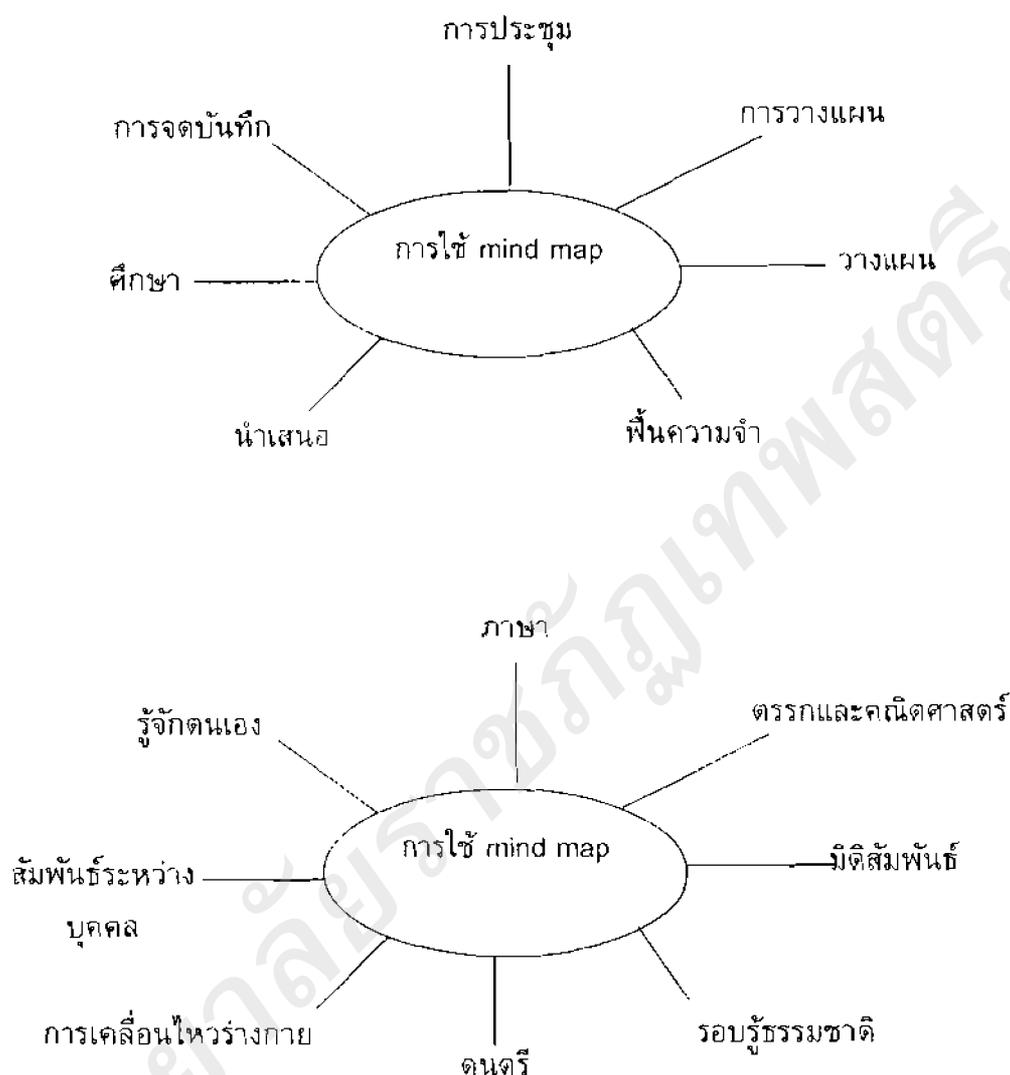
2.1 แผนภูมิวง หรือแผนภูมิวงกลม (venn diagram)

2.2 ทีชาร์ท (t-chart)

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ แผนที่ความคิดที่นิยมใช้กันทั่วไปมีจำนวนมาก และ  
 มากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมีการค้นพบผังแผนที่ความคิดแบบใหม่ ๆ ในการเลือกใช้ผังแผนที่  
 ความคิดผู้วิจัยสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเหตุการณ์ จะเลือกใช้ตรงตาม  
 เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งสามารถสรุปรูปแบบแผนที่  
 ความคิดดังนี้

1. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นมโนทัศน์ ได้แก่

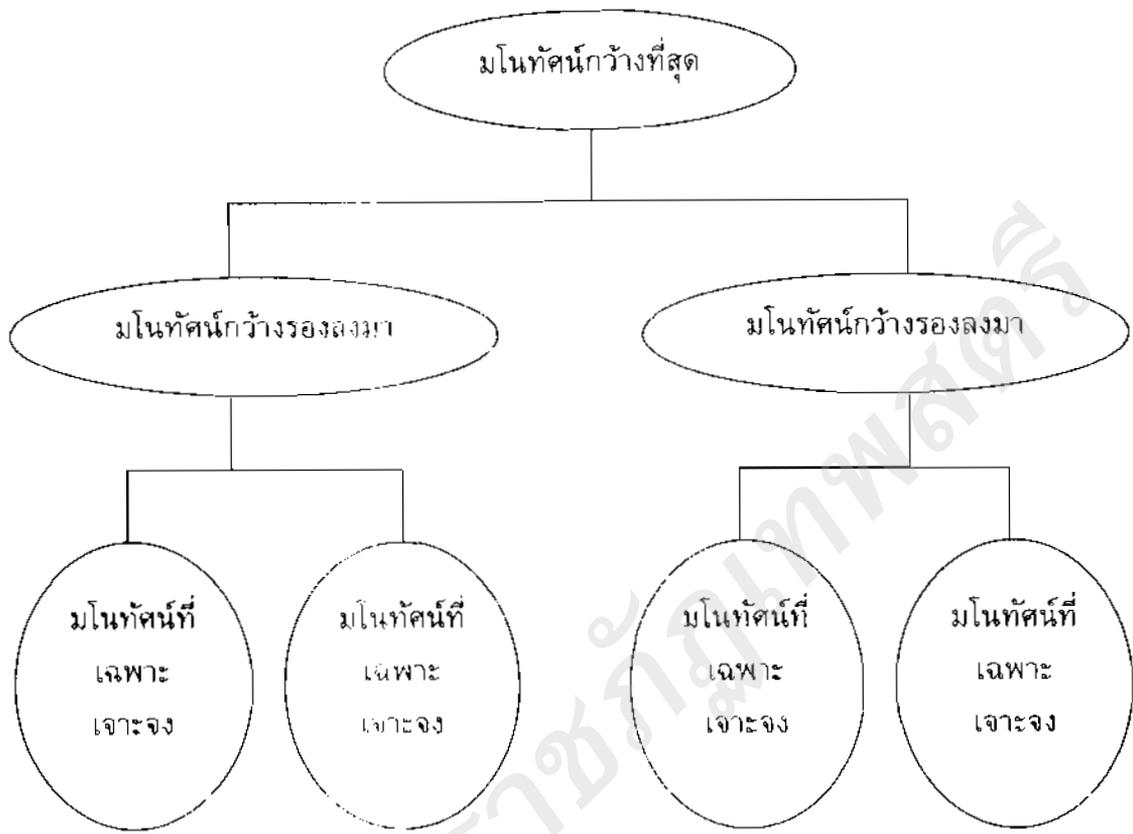
1.1 ผังความคิด (mind map) เป็นผังที่มีการแสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือ  
 ความคิดต่างๆ ให้เห็นโครงสร้างโดยภาพรวมโดยใช้เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง  
 สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายการเชื่อมของแผนที่ความคิดหรือ  
 สาระนั้นๆ โดยมีขั้นตอนดังนี้



ภาพ 2 ตัวอย่างผังความคิด โดยใช้ mind map

ที่มา : กิตตินา แซมมณี (2545, หน้า 387)

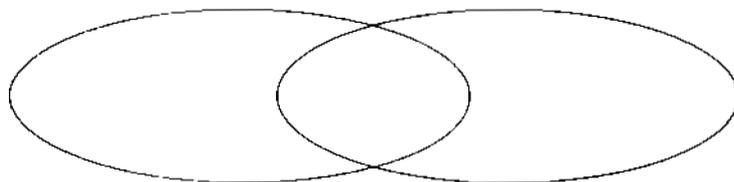
1.2 ผังมโนทัศน์ (a concept map) เป็นผังแสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์มโนทัศน์ใหญ่ และมโนทัศน์ย่อย เป็นลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อมดังนี้



ภาพ 3 ตัวอย่างผังมโนทัศน์  
ที่มา : ทิศนา ขัมมณี, (2545, หน้า 391)

2. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นการเปรียบเทียบได้แก่

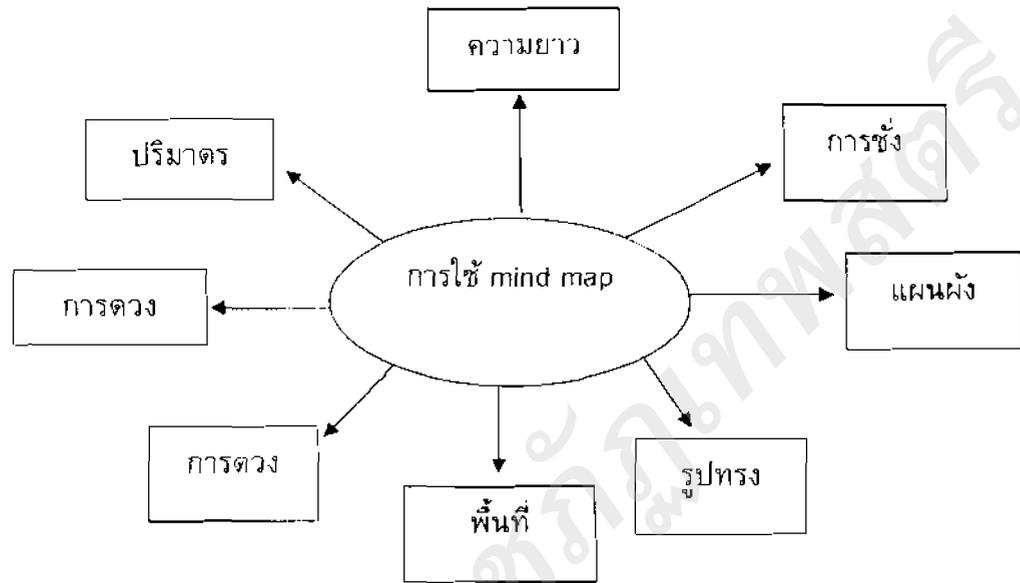
2.1 ผังความคิดแบบวงกลม (venn diagram) เป็นแผนที่ความคิดที่เป็นวงกลม 2 วง หรือมากกว่าที่มีส่วนหนึ่งซ้อนกันอยู่ ซึ่งมีความเหมือนหรือมีความแตกต่างกัน ดังนี้



ภาพ 4 ตัวอย่างแบบวงกลม  
ที่มา : ทิศนา ขัมมณี (2545, หน้า 395)

3. แผนที่ความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลเป็นเหตุเป็นผลกันได้แก่

3.1 ผังแมงมุม (spider map) เป็นแสดงแผนที่ความคิดอีกแบบหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายใยแมงมุม ดังนี้



ภาพ 5 ตัวอย่างผังใยแมงมุม

ที่มา : ทิศนา แคมมณี, (2545, หน้า 392)

### ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะและความสามารถของบุคคลเกี่ยวกับความรู้อันเกิดจากการเรียนการสอน โดยเป็นความสามารถของบุคคลที่ได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ และประสบการณ์เรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม ผลจากการเรียนการสอนซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

#### 1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540, หน้า 28) ได้กล่าวเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

วิรัช วรรณรัตน์ (2541, หน้า 49) ได้กล่าวว่า "แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้วัดความรู้ความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการเรียนรู้ โดยต้องการทราบว่าผู้สอบมีความรู้อะไรบ้าง มากน้อยเท่าไร เมื่อผ่านการเรียนไปแล้ว"

ภพ เลานไพบูลย์ (2542, หน้า 387-389) กล่าวไว้สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นการวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในด้านความรู้ความคิด ได้แก่ พฤติกรรมด้าน

ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้

กู๊ด, และ โบรफी (Good, & Broophy, 1977, pp.346-348) ได้อธิบายเกี่ยวกับเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า บุคคลบางประเภท อาจจะประสบความสำเร็จได้มากกว่าคนอื่น ๆ ทั้งๆ ที่มีความเฉลียวฉลาด และมีทั้งทักษะทางกายภาพที่คล้ายคลึงกัน แต่นักจิตวิทยาบางท่านก็เชื่อว่า อาจเป็นเพราะบุคคลนั้น มีความต้องการที่จะประสบความสำเร็จมากกว่าบุคคลอื่น หรืออาจกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า ประสบความสำเร็จจึงเป็นผู้หนึ่งที่ดีศึกษาเรื่องความต้องการประสบความสำเร็จของบุคคลโดยใช้แบบทดสอบ (thematic apperception test) เป็นเครื่องมือในการวัดความต้องการในการประสบความสำเร็จของบุคคล ผลการศึกษาพบว่า ผู้ทดสอบที่ทำคะแนนได้สูงมีแนวโน้มที่กำหนดเป้าหมาย และพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จค่อนข้างสูง

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำความรู้ไปใช้ 4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

## 2. องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สมฤทัย รุจิราวโรดม (2547, หน้า 18) เพื่อสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งประกอบด้วยคำถาม 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ ความจำ คือ ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ ทฤษฎี

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่และสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังสัญลักษณ์หนึ่ง

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนมาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการเลือกใช้กิจกรรมต่างๆอย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, หน้า 8) ได้กล่าวเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า คือพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ยึดแนวทางของ ดร. Fred Klopfer ในการประเมินผลการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิดแบ่งได้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ภพ เลหาไพบุณย์ (2542, หน้า 99) กล่าวถึงวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ ดร. Fred Klopfer ซึ่งสามารถสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. ความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
4. ทักษะการปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ
5. เจตคติและความสนใจ
6. การมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามความหมายและองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาใช้ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### 3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้ง เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมิน ผู้วิจัยจึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้นั้นมี 4 พฤติกรรม ดังนี้ (สสวท, 2546, หน้า 11)

- 1) ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี
- 2) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏการณ์อยู่ในรูปแบบใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอยู่สัญลักษณ์หนึ่ง
- 3) การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มา โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือในชีวิตประจำวัน
- 4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น จากข้อมูลพฤติกรรมการณ์ทั้ง 4 พฤติกรรมที่ได้กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้พิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้อันหนึ่งของบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องหน่วยของพืช ตามแนวทางของบลูม (Bloom) จุดประสงค์ของการสอนแบ่งออกเป็น 3 หลัก ได้แก่ด้านความรู้

ความคิด (cognitive domain) ด้านความรู้สึก (affective domain) ด้านการปฏิบัติการ (psychomotor domain) ซึ่งจุดประสงค์ด้านความรู้ความคิด เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับการระลึกหรือนึกถึงสิ่งที่เรียนไปแล้วและพัฒนาสามารถทางเชาว์ปัญญาและทักษะต่างๆ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่จะใช้วัดออกเป็น 6 ด้าน เพื่อนำไปสร้างแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ความรู้ ความจำ (knowledge) หมายถึงจำความรู้รอบยอดจำวิธีดำเนินการจำเนื้อเรื่อง

ความเข้าใจ (comprehension) หมายถึง ความสามารถในการขยายความ ตีความ และแปลความ

การนำไปใช้ (application) หมายถึงความสามารถในการนำความรู้ไปใช้

การวิเคราะห์ (analysis) หมายถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลักการวิเคราะห์สัมพันธ์ สังเคราะห์แผนงาน สังเคราะห์ข้อความ

การประเมินผล (evaluation) หมายถึง ความสามารถในการประเมินผลโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอกและข้อเท็จจริงภายใน

การสังเคราะห์ (synthesis) เป็นความสามารถในการรวบรวมส่วนประกอบย่อย ๆ หรือส่วนใหญ่ ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เป็นเรื่องราวอันหนึ่งอันเดียวกัน การสังเคราะห์จะมีลักษณะของการเป็นกระบวนการรวบรวมเนื้อหาสาระของเรื่องต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อสร้างรูปแบบหรือโครงสร้างที่ยังไม่ชัดเจนขึ้น (สุมาลี จันทรชลอ, 2543, หน้า 50-52)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องหน่วยของพืช โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านความรู้ ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำความรู้ไปใช้ 4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science - AAAS) โดยมีคณะกรรมการสาขาวิทยาศาสตร์เป็นผู้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ ชื่อว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science – A process approach) สำหรับสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนระดับอนุบาลจนถึงชั้นประถมศึกษา จนกระทั่งในปี 1970 ทางสมาคมดังกล่าวได้ตีพิมพ์คู่มือครู มีชื่อว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการเน้นคำอธิบายสำหรับครู (Science – A process approach, commentary for teachers) ซึ่งได้กำหนดลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะขั้นพื้นฐาน (basic science process skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสม หรือบูรณาการ (integrated science process skills) 5 ทักษะ ดังนี้

ทศนา แคมมณี (2545, หน้า 384) ซึ่งได้กำหนดทักษะขั้นพื้นฐาน ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการคำนวณ 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา 6) ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8) ทักษะการพยากรณ์

ทักษะผสมหรือบูรณาการ ได้แก่ 9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 12) ทักษะการทดลอง 13) ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### 1. ทักษะการสังเกต (observation)

การสังเกต หมายถึง กระบวนการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น หู ตา จมูก ลิ้น หรือผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งรายละเอียดต่างๆ ของสิ่งที่กำลังทำการสังเกต โดยไม่ใช้ความเห็นของผู้สังเกตทับลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต มี 3 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้คือ

1.1 ชีบ่ง และบรรยายสมบัติของวัตถุที่สังเกตได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือสามอย่าง

1.2 บรรยาย หรือรายงานผลการสังเกตสมบัติของวัตถุออกมาในเชิงปริมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

## 2. ทักษะการวัด (measurement)

การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนโดยมีหน่วยกำกับเสมอ ในการวัดจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่างคือ เครื่องมือที่ใช้วัด ค่าที่ได้จากการวัดซึ่งเป็นตัวเลขที่แน่นอน หน่วยการวัดที่สามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการวัด คือ

- 2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือได้
- 2.3 บอกวิธีวัด และวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
- 2.4 ทำการวัดปริมาณต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
- 2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

## 3. ทักษะการคำนวณ

การคำนวณ หมายถึง การนำเอาตัวเลขที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ ซึ่งจะมีความหมายต่อการนำไปใช้ต่อไปการจัดกระทำระหว่างตัวเลขอาจเป็นการบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดกรณฑ์ เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการคำนวณ คือ

- 3.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- 3.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- 3.3 บอกวิธีคำนวณ คิดคำนวณ และแสดงวิธีคิดคำนวณได้
- 3.4 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย หาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ยได้

## 4. ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภท หมายถึง การจำแนก หรือจัดจำพวกวัตถุ หรือเหตุการณ์ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจำแนกหรือจัดจำพวก เกณฑ์ที่ใช้อาจพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน แตกต่างกัน หรือสัมพันธ์กัน อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภท คือ

- 4.1 เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 4.2 เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกได้

## 5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปส (space) ของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้น ครอบครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูง หรือความหนา ของวัตถุการหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปส กับสเปสและสเปสกับเวลา (space/ space relationship and space/ time relationship) เป็น

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปซ ของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปซและสเปกกับเวลา คือ

5.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และ รูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้

5.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติ ได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงาได้

5.5 บอกรูปกรวยรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

5.6 บอกตำแหน่ง หรือทิศ ของวัตถุได้

5.7 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่ง อยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจก ว่าเป็นซ้ายหรือเป็นขวาของกันและกัน ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซ ของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.10 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

## 6. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้ว นำเสนอ และแสดงให้เห็นเพื่อนเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้น ได้ดีขึ้นการนำเสนออาจทำได้ หลายรูปแบบเช่น การพูดปากเปล่าหรือเล่าให้ฟัง การเขียนเป็นรายงาน การเขียนเป็นตาราง แผนภาพแผนภูมิแผนผัง วงจร กราฟ แผนสถิติ สมการ หรือสัญลักษณ์ เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คือ

6.1 สามารถบรรยายรูปร่างลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุได้จนผู้ฟังสามารถ ชี้ หยิบ จับ หรือระบุวัตถุนั้น ได้ถูกต้อง

6.2 สามารถบรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรม อย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ แล้วให้นักเรียนสังเกตบันทึกการสังเกต แล้วเขียนบรรยาย เพื่อให้คนอื่นที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอ่านแล้วเข้าใจ

6.3 สามารถเขียนแผนผัง แผนที่ยังวงจรของวัตถุ เครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบ ของการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ได้

6.4 มีความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลและเลือกสื่อ เพื่อเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดีขึ้น

### 7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลคือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยการใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

### 8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะการพยากรณ์หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุปผลการทำนายจะถูกต้องหรือแม่นยำเป็นผลมาจากการสังเกตอย่างละเอียดรอบคอบ และระมัดระวัง และการวัดที่ถูกต้องด้วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ คือ

8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้น จากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

### 9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นฐานคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้ยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎี มาก่อนสมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อาจจะถูกหรือผิดได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังจากการทดลอง หาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน คือ

9.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้

9.2 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้

9.3 แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

### 10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่จะทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

10.1 กำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ให้สามารถทดสอบ หรือวัดได้

10.2 แยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่นิยามเชิงปฏิบัติการได้

10.3 สามารถบ่งชี้ตัวแปรหรือค่าที่ใช้ในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการได้

#### 11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและ ตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือ สิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้น จริงหรือไม่ตัวแปรตาม คือสิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือ สิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วยตัวแปรควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้น อาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่ทำให้ผลของการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือ

11.1 บ่งชี้บ่งตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือสมบัติทางกายภาพ หรือชีวภาพของระบบได้

11.2 บ่งชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

11.3 สร้างวิธีการทดสอบ หาผลที่เกิดจากตัวแปรต้นหนึ่งตัว หรือหลายตัวได้

#### 12. ทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้ง ไว้ในการทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จาก การทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง ดังนี้

12.3.1 กำหนดวิธีการได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสมมติฐาน โดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

12.3.2 ระบุวัสดุอุปกรณ์ หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

12.3.3 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องคล่องแคล่ว

12.3.4 บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องและคล่องแคล่ว

### 13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คือ

- 13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้
- 13.2 อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้
- 13.3 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ได้

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้ง 2 ลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใดมี 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบและความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยใช้วัดพฤติกรรม 4 ด้าน ทำให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องหน่วยของพืช ได้แก่ 1) ด้านการสังเกต คือกระบวนการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น หู ตา จมูก ลิ้น หรือผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ 2) ด้านการจำแนกประเภท คือ การจำแนก หรือจัดจำพวกวัตถุ หรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจำแนกหรือจัดจำพวก 3) ด้านทักษะการจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้วนำเสนอเพื่อให้เพื่อนเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นได้ดีขึ้น 4) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คือการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

## ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

### 1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการคิดทำให้มนุษย์เป็นมนุษย์ สามารถแก้ปัญหาเองได้และสร้างสิ่งประดิษฐ์ใหม่เพื่ออำนวยความสะดวกสบายให้แก่ชีวิตของตนเองและสังคม การคิดของมนุษย์จึงเป็นสิ่งที่น่ามหัศจรรย์เป็นอย่างยิ่ง ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายคนได้ให้ความหมายของการคิดในลักษณะต่างๆดังนี้

สมจิตร์ สวชนไพบูลย์ (2541, หน้า 38) กล่าวว่า การคิดเป็นการนำปัญญามาใช้ ปัญหา คือเครื่องมือของการคิด การคิดสามารถที่จะพัฒนาได้ การคิดและการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างลึกซึ้งต่อเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสจัดกระทำกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545, หน้า 3) ให้ความหมายว่าการคิด หมายถึงกระบวนการทำงานของสมองโดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อมโดยนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และ ประเมินอย่างมีระบบเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทาง ในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่จากความหมายของการคิด

สุมาลี จันทร์ชลอ (2543, หน้า 50-52) ได้ให้ความหมายของการคิดว่า การคิดเป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดที่ราสนใจเป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (directed thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่นำไปสู่เป้าหมายโดยตรง หรือ คิดค้นข้อสรุปอันเป็นคำตอบสำหรับตัดสินใจ หรือ แก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การคิดจึงเป็นความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง การคิดเป็นนามธรรมที่มีลักษณะซับซ้อนไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกต สัมผัสวัดได้โดยตรง จึงต้องอาศัยหลักการวัดทางจิตมิติ (psychometrics) มาช่วยในการวัด

อรพรรณ พรลีมา (2543, หน้า 3) ได้ให้ความจำกัดความของการคิดสรุปได้ว่าการคิดเป็นกระบวนการของสมองที่จับต้องไม่ได้ แต่แสดงให้เห็นรับรู้โดยวิธีการแสดงต่างๆ และเป็นกิจกรรมเพื่อส่งเสริมพัฒนาสมอง

เพียเจท์, และอินเฮลเดอร์ (Piaget, & Inhelder, 1962, p. 10) ได้ให้ความหมายของการคิดสรุปได้ว่าเป็นการกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยปัญญา แบ่งเป็น 2 ลักษณะดังนี้ คือ กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (assimilation) กระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (accommodation) ผลการปรับเปลี่ยนแนวคิดดังกล่าวนี้จะช่วยพัฒนาการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่การคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

กิวฟอร์ด (Guilford, 1967, p.18) ได้นิยามการคิดสรุปได้ว่าการคิดเป็นการค้นหาหลักการ (abstraction) โดยแยกคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับ แล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปที่เป็นหลักการของข้อความนั้นๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันจากเดิม (generalization)

นอร์ริส, และ เอนนิส (Norris, & Ennis, 1989, p.88) ได้ให้ความหมาย การคิดไว้ว่า การคิดเป็นกิจกรรมของสมอง เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดที่เราสนใจในที่นี้เป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (directed thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่นำไปสู่เป้าหมายโดยตรง หรือคิดค้นข้อสรุปอันเป็นคำตอบสำหรับตัดสินใจ หรือแก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การคิดจึงเป็นความสามารถ อย่างหนึ่งทางสมองการคิดเป็นนามธรรมที่มีลักษณะซับซ้อนไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกตสัมผัสวัดได้โดยตรงจึงต้องอาศัยหลักการวัดทางจิตมิติ(psychometrics) มาช่วยในการวัด

ครูลิค, และ รุดนิค (Krulik, & Rudnick. 1993, p.3) ให้ความหมาย การคิดเป็นความสามารถ (ability) ที่จะเข้าถึงหรือนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องจากเนื้อหา ที่กำหนดให้ผู้เรียนต้องสร้างความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติเชิงนามธรรม จากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ของปัญหา จากนั้น จึงตรวจสอบความถูกต้องและอธิบายยืนยันข้อสรุปของเขา ข้อสรุปนี้ จะถูกรวมไว้ในรูปของความคิดใหม่ (new idea)

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ว่า การคิดหมายถึงทำงานของสมองโดยการใช้ประสบการณ์เดิมในแยกแยะส่วนย่อยๆของเหตุการณ์ หรือเรื่องราวต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ เพื่อช่วยพัฒนาวิธีการคิดของคนบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวัน

## 2. ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์

### 2.1 ทฤษฎีการคิดของบลูม

บลูม (Bloom, 1976, pp.6-9, pp.201-207) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Bloom's Taxonomy of Educational Objectives) เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการรู้คิด ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ของบุคคลส่งผลต่อความสามารถทางการคิดที่ บลูม จำแนกไว้เป็น 6 ระดับคำถามในแต่ละระดับมีความซับซ้อนแตกต่างกัน ได้แก่ ระดับที่ 1 ระดับความรู้ความจำ ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ ระดับที่ 4 ระดับการคิดวิเคราะห์ ระดับที่ 5 ระดับสังเคราะห์ และระดับที่ 6 ระดับการประเมินค่า การที่บุคคลจะมีทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ บุคคลนั้น จะต้องสามารถวิเคราะห์และเข้าใจสถานการณ์ใหม่ๆหรือข้อความจริงใหม่ได้ ดังนั้น การจะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ในระดับใด หรือหลายระดับนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่เป็นองค์ความรู้ เช่น จุดมุ่งหมายการเรียนรู้เป็นเรื่องเกี่ยวกับข้อมูลเศรษฐกิจเสนอ ในรูปแบบกราฟ เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจในข้อมูลดังกล่าวอาจต้องผสมผสานข้อมูลความรู้ ในลักษณะรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดจำพวก การแปล การตีความการประยุกต์ การวิเคราะห์ส่วนย่อย และความสัมพันธ์เพื่อการสร้างความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้สู่การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลตามจุดมุ่งหมายการศึกษาของ บลูม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการวิเคราะห์จะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ในเชิงสร้างสรรค์เพราะเป็นการพัฒนาความสามารถในระดับ การมีเหตุผล และ

เป็นการเรียนรู้ ที่คงทนของแต่ละบุคคล แม้จำรายละเอียดความรู้ไปได้ นักเรียนจึงต้องเรียนรู้วิธีการวิเคราะห์ และภายใต้สภาวะใดที่ควรนำความสามารถ ด้านการวิเคราะห์มาใช้

บลูม (Bloom, 1976, pp.39-40) ได้จัดลำดับความสามารถทางการคิดของบุคคลเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้พื้นฐานดั้งเดิมเกี่ยวกับเรื่องนั้น
2. ความเข้าใจข้อเท็จจริงในเรื่องนั้น
3. การนำข้อเท็จจริงนั้นไปแก้ไขปัญหา หรือนำไปใช้เรื่องอื่น
4. การวิเคราะห์ทดสอบข้อเท็จจริงในความสัมพันธ์หรือในสถานการณ์ที่

แตกต่างกัน

5. การสังเคราะห์สิ่งใหม่หรือการสร้างความคิดใหม่ที่อยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจในข้อเท็จจริงนั้น

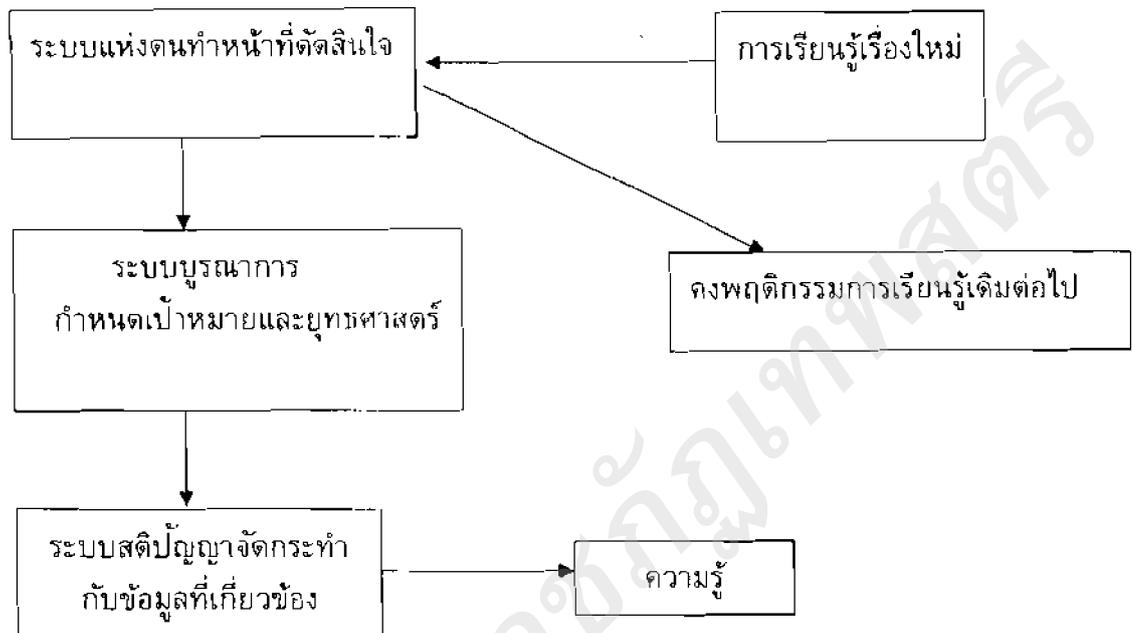
6. การประเมินคุณค่าของข้อมูลความคิด หรือผลผลิตความสามารถทางการคิดของบุคคลของ บลูม ในระดับการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถทางความคิดระดับพื้นฐานของความสามารถทางการคิดระดับสูง เพราะนักเรียนจะเข้าใจเหตุการณ์ต่างๆ อย่างชัดเจน ผ่านกระบวนการหน่วยย่อย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ โดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์ประเด็นต่างๆ จากส่วนย่อยสู่ส่วนใหญ่ และเชื่อมความสัมพันธ์ของประเด็นต่างๆ เข้าด้วยกันจนสามารถสรุปอย่างเป็นหลักการโดยมีเหตุผลรองรับ

สรุปได้ว่าการจะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ในระดับใดขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่เป็นองค์ความรู้ ความสามารถในการวิเคราะห์จะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ ระดับการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถทางความคิดระดับพื้นฐานของความสามารถทางการคิดระดับสูง เพราะนักเรียนจะเข้าใจเหตุการณ์ต่างๆ อย่างชัดเจนผ่านกระบวนการหน่วยย่อย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ โดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์ประเด็นต่างๆ จากส่วนย่อยสู่ส่วนใหญ่

## 2.2 ทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน

มาร์ซาโน (Marzano, 2001, pp.11-12) อธิบายว่า รูปแบบพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ระบบ ได้แก่ ระบบแห่งตน ระบบบูรณาการและระบบสติปัญญา ระบบแห่งตนตัดสินการยอมรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ ระบบบูรณาการจะเข้ามาเกี่ยวข้องกับกำหนดยุทธศาสตร์แห่งตนของการเรียนรู้นั้น โดยการออกแบบกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อการบรรลุเป้าหมาย แห่งการเรียนรู้ และระบบสติปัญญาจะทำหน้าที่จัดกระทำกับข้อมูลในลักษณะของการวิเคราะห์ ดังนั้น ปริมาณความรู้ของนักเรียนแต่ละคน จึงมีผลต่อความสำเร็จอย่างสูง ในการเรียนรู้ เรื่องใหม่สามารถต่อยอดจากความรู้เดิมได้อย่างกว้างขวาง ดังแสดงตามภาพ 6 รูปแบบพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้

### รูปแบบพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้



ภาพ 6 รูปแบบพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้

ที่มา : มาร์ซาโน (Marzano, Robert J, 2001, p.11)

จากภาพ 6 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการถ่ายเทของข้อมูลเริ่มจากระบบแห่งตนต่อเนื่องมาที่ระบบบูรณาการ และระบบสติปัญญา และสิ้นสุดที่ความรู้ ระบบแต่ละระบบจะส่งผลสะท้อนต่ออีกระบบที่ตามมาอย่างต่อเนื่อง ถ้าระบบแห่งตนไม่เชื่อว่า การเรียนรู้เรื่องใหม่เป็นเรื่องสำคัญ แรงจูงใจในการเรียนรู้จะต่ำ หรือถ้าระบบบูรณาการกำหนดเป้าหมายไม่ชัดเจน การเรียนรู้จะประสบอุปสรรค หรือแม้กำหนดเป้าหมายชัดเจนและกำกับตรวจสอบอย่างมีประสิทธิภาพ แต่กระบวนการจัดกระทำข้อมูลในระบบสติปัญญาปฏิบัติการไม่มีประสิทธิภาพ การเรียนรู้จะไม่ประสบผลสำเร็จ ดังนั้นระบบทั้ง 3 จึงเป็นระบบที่มีการจัดลำดับถูกต้อง ในกระบวนการถ่ายเทข้อมูล

#### 2.3 ทฤษฎีการคิดของเพียเจต์

เพียเจต์ แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 4 ชั้น สรุปได้ดังนี้

2.3.1 ขั้นการรับรู้ประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (sensory-motor stage) อายุประมาณ 0 – 2 ปี เด็กจะเรียนรู้สิ่งรอบตัวจากการสัมผัสและการกระทำเท่านั้น เด็กจะสนใจ

สิ่งต่างๆ และจะเลียนแบบในสิ่งที่พบเห็น ในตอนปลายๆของขั้นนี้ เด็กทำสิ่งต่างๆซ้ำๆ ด้วยวิธีต่างๆที่แปลกออกไป และเริ่มสร้างภาพความคิดในใจ

2.3.2 ขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล (preoperational stage) เด็กจะมีอายุ 2-7 ปีเด็กในวัยนี้ จะมีพัฒนาการทางภาษา และการใช้ภาษาก้าวหน้ารวดเร็วมาก เด็กจะเริ่มมีจินตนาการเลียนแบบได้ โดยไม่ต้องเห็นแม่แบบ ชอบเล่นสมมติใช้สิ่งหนึ่งแทนสิ่งที่เป็นจริง อย่างไรก็ตาม เด็กในวัยนี้ยังมีขีดจำกัดในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เนื่องจากมีลักษณะที่ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางสูง มีการรับรู้แบบมุ่งสู่ศูนย์กลาง ใส่ใจเฉพาะสภาวะที่ปรากฏโดยไม่ใส่ใจกระบวนการก่อนที่จะเกิดผล หรือสภาวะนั้น และยังไม่อาจคิดย้อนกลับได้

2.3.3 ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม (concrete operational stage) อายุประมาณ 7-11 ปี เป็นขั้นที่เด็กสามารถคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์ และภาษา การสร้างภาพแทนในใจได้ การคิดแบบยึดตนเองเป็นศูนย์กลางลดน้อยลง แก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ คิดย้อนกลับได้รวมทั้งจัดประเภทสิ่งของ ตลอดจนเข้าใจเรื่องการเปรียบเทียบ

2.3.4 ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (formal operational stage) อายุประมาณ 11 ปีขึ้นไป ขั้นนี้เด็กจะมีความสามารถคิดแก้ปัญหา หรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเหตุผลจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ และผลตามหลักตรรกศาสตร์ และสามารถคิดสมมติฐานหรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่างๆ อย่างสมเหตุสมผล และสรุปเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้น ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีของเพียเจท์อธิบายพัฒนาการคิด จากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นหนึ่ง โดยอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ การเจริญเติบโตของร่างกาย วุฒิภาวะ ประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง ประสบการณ์ทางสังคม และสภาวะสมดุล ซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ในการปรับตัว ขั้นพัฒนาของการคิดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้น ซึ่งพัฒนาการในขั้นต้นจะเป็นพื้นฐานของการพัฒนาการในขั้นสูง และพัฒนาการของการคิดแต่ละคนมีลักษณะเดียวกัน แต่จะแตกต่างกัน ในด้านความเร็วในการเกิดของแต่ละระดับของพัฒนาการ

วัตสัน, และเกลเซอร์ (Watson, & Glaser, 1964, p.10) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ ไว้ว่าประกอบด้วยทัศนคติ ความรู้ และทักษะในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ทัศนคติในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการเห็นปัญหา และ

ความต้องการที่จะสืบเสาะ ค้นหาข้อมูล หลักฐานมาพิสูจน์เพื่อหาข้อเท็จจริง

2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง และการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล

3. ทักษะในการใช้ความรู้และทัศนคติดังที่กล่าวมาข้างต้น

จากทฤษฎีการคิดที่กล่าวมา สรุปได้ว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นการรับรู้ประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว 2) ขั้นก่อนการคิด

แบบเหตุผล 3) ชั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม 4) ชั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม  
เป็นการพัฒนาทางสมอง ร่ายกายให้สมดุลกัน

### 3. ประเภทของความรู้

ประเภทของความรู้ได้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

3.1 ประเภทของข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็น จากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ลำดับเหตุการณ์ สาเหตุและผล เฉพาะเรื่องและหลักการ

3.2 ประเภทของกระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการอัตโนมัติอันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้

3.3 ประเภทของทักษะ เน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ามเนื้อ จากทักษะง่ายสู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้นโดยมีกระบวนการจัดการกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ขั้นรวบรวม เป็นการทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่ และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้ เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความจำถาวรสู่การนำไปใช้ในการปฏิบัติการ โดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของความรู้นั้น

ระดับที่ 2 ขั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้ สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์ เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของความรู้นั้นโดยเข้าใจประเด็นความสำคัญ

ระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความต่างอย่างมีหลักการ จัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้และการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้ และคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ขั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่รู้คำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหายที่ยุ่งยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่าง และการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุปสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมติฐาน และการทดสอบสมมติฐานนั้นบนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ขั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมาย การเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับติดตามการเรียนรู้ และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ขั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อภาวะการณ์เรียนรู้ และภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้ รวมทั้งความตระหนัก ในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตนมี

จากการจัดระดับข้อมูลทั้ง 6 ระดับของ มาร์ซาโน ในระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์นั้น จะต้องรวบรวมความรู้และนำความรู้ที่ได้มาจำแนกความเหมือน และความต่างอย่างมีหลักการ จัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ และนำมาสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้และนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยใช้ฐานความรู้และคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

#### 4. ประเภทของการคิดวิเคราะห์

ฮิลการ์ด (Hilgard, 1962, pp.336–342) ได้จำแนกประเภทของการคิดออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ความคิดอย่างเลื่อนลอยหรือไม่มีทิศทาง หมายถึง การคิดจากสิ่งที่ประสบพบเห็นจากประสบการณ์ตรงจากสิ่งที่ได้ยินได้ฟังมา หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การคิดแบบต่อเนื่อง (associative thinking) จำแนกได้ 5 ประเภทย่อยๆ คือ

1.1 free associative คือการคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้ว เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกคำพูดหรือเหตุการณ์

1.2 controlled associative คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนวทางเช่นผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้บอกคำที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

1.3 day dreaming คือ การคิดเพื่อมีจุดประสงค์ เพื่อป้องกันตนเอง หรือเพื่อให้เกิดความพอใจในตนเอง ซึ่งเป็นความคิดฝันในขณะที่ยังตื่นอยู่

1.4 night dreaming คือ การคิดเนื่องจากความคิดของตนเอง หรือเป็นการคิดฝันเนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองต่อสิ่งเร้า

1.5 autistic thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อ หรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย (directed thinking) หมายถึง การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐาน เพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพ้อฝัน หรือการคิดที่เลื่อนลอย ไร้ความหมายให้เป็นการคิดที่มีทิศทางที่มุ่งไปสู่จุดใดจุดหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดที่คิดเสร็จแล้วซึ่งจำแนกออกเป็นสองลักษณะ ดังนี้

2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (creative thinking) คือ การคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทาง (divergent thinking) ไม่ซ้ำกัน เป็นการคิดในลักษณะที่โยงความสัมพันธ์ได้ (association) กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ก็จะเป็นสะพานเชื่อมต่อให้ระลึกสิ่งอื่นๆ ได้ต่อไป โดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

2.2 การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ (critical thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงสภาพข้อมูลต่างๆ ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

สรุปได้ว่า ประเภทของการคิดมี 2 ประเภท คือ ความคิดอย่างเลื่อนลอยหรือไม่มีทิศทาง ซึ่งเป็นการคิดเริ่มต้นจากประสบการณ์ กับ การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย ซึ่งเป็นการคิดพื้นฐานที่มีจุดมุ่งหมาย

## 5. ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์

ความสำคัญของการคิดและการพัฒนาการคิดเป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับ การจัดการศึกษาจากการประชุมร่วมกันของนักการศึกษา บลูม (Bloom) เพื่อพิจารณาจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (taxonomy of education object) โดยจำแนกออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. การคิด (cognitive domain) หมายถึง การเรียนรู้ด้านวิชาการที่ใช้กระบวนการทางสมองเพื่อก่อให้เกิดความรู้
2. ความรู้สึก (affective domain) หมายถึง การเรียนรู้ด้านความรู้สึก เพื่อให้ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจและบุคลิกภาพ
3. การปฏิบัติ (psychomotor domain) หมายถึง การเรียนรู้ด้านทักษะอันเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ และการแสดงออกของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ

จากจุดมุ่งหมายทั้ง 3 ด้าน ดังกล่าว นักการศึกษาที่เข้าร่วมประชุมครั้งนั้น จัดให้เป็นจุดมุ่งหมายด้านการคิดเป็นจุดมุ่งหมายที่กลุ่มนักศึกษากลุ่มนี้ให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก ซึ่งได้สรุปแนวคิดของบลูม เกี่ยวกับการจำแนกจุดมุ่งหมายของพฤติกรรมด้านการคิดไว้ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านการคิดสามารถแยกเป็น 6 ระดับพฤติกรรม คือ ความรู้ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินค่า
2. ระดับของพฤติกรรมดังกล่าวมีการจัดเรียงเป็นลำดับขั้นซึ่งหมายความว่า พฤติกรรมระดับสูงกว่าจะมีความซับซ้อนมากกว่าพฤติกรรมที่อยู่ระดับต่ำกว่า
3. ลักษณะของพฤติกรรมที่จัดเรียงลำดับขั้นมีลักษณะเป็นการสะสม (commulative) คือ พฤติกรรมที่อยู่ในระดับขั้นสูงกว่า ซึ่งรวมลำดับขั้นต่ำกว่าด้วย
4. กระบวนการต่าง ๆ ของการจัดลำดับขั้นของพฤติกรรมที่แตกต่างกันนี้มีความเป็นอิสระจากอายุชนิดของกระบวนการสอนตลอดจนเนื้อหา วิชาโดยทั่วไป

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 32-35) อธิบายว่าปัญญาแห่งความสำเร็จ คือ การผสมผสานความสามารถทางการคิด 3 ด้าน คือ ด้านคิดวิเคราะห์ ด้านสร้างสรรค์ และด้านปฏิบัติ ที่จะช่วยให้ประสบความสำเร็จในชีวิต ตามแนวทางของสังคมและวัฒนธรรม ตามมาตรฐาน และความคาดหวังที่ผู้อื่นในสังคมยึดถือความสามารถทางการคิดด้านวิเคราะห์ คือ การที่นักเรียนวิเคราะห์ ประเมิน เปรียบเทียบพิจารณาความเหมือนความแตกต่าง ความสามารถทางการคิดด้านสร้างสรรค์ คือ การที่นักเรียนคิดประดิษฐ์ ค้นพบ สร้างแนวคิดใหม่ และความสามารถทางการคิดด้านปฏิบัติ คือ การที่นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้ไปลงมือปฏิบัติ หรือประยุกต์ใช้ นักเรียนที่มีความสามารถจะรู้จักเด่นหรือจุดแข็งของตนและใช้จุดเด่นนั้น ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และในขณะเดียวกันก็ยอมรับ และรู้จักอ่อนของตนเอง และสามารถปรับปรุงแก้ไขจุดอ่อนนั้นซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถทางการคิดนั้น สามารถประเมินจากผลงาน การแสดง และการกระทำดังนั้น การฝึกฝนให้นักเรียนคิดในการจับประเด็น การวิเคราะห์ข้อมูล

ที่ได้รับ การใช้เหตุผล การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การจำแนกแจกแจง การตีความข้อมูลที่ได้รับ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ เพื่อให้สามารถประเมินและตัดสินใจ เรื่องที่คิดได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล เป็นความสามารถการคิดเชิงวิเคราะห์ ที่นักเรียนสามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วนๆ ว่ามาจากอะไร มีองค์ประกอบอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร เชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างไร เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยการแตกสิ่งนั้นออกเป็นส่วนย่อยๆ และแจกแจงรายละเอียดของส่วนประกอบย่อยๆ ทั้งหมด อาจจะจัดแยกเป็นหมวดหมู่ หรือตามลำดับความสำคัญ เพื่อให้เห็นทุกองค์ประกอบอย่างครบถ้วน และตรวจสอบโครงสร้างของสิ่งนั้น เพื่อทำความเข้าใจว่าส่วนต่างๆ ในแต่ละส่วนย่อยนั้นประกอบกันขึ้นมาได้อย่างไร

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดเป็นการผสมผสานด้านคิดวิเคราะห์ ด้านสร้างสรรค์ และด้านปฏิบัติมาผสมรวมกัน จากส่วนย่อย มาจัดหมวดหมู่ หรือลำดับความสำคัญ เพื่อให้เข้าใจส่วนต่างๆ ได้มากขึ้น

#### 6. ลักษณะการคิดวิเคราะห์

คำว่า "การคิดวิเคราะห์" "การคิดเป็น" "การคิดอย่างมีเหตุผล" และ "การคิดตามหลักวิทยาศาสตร์" ถือว่ามีความหมายเดียวกัน ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายดังนี้ การคิดวิเคราะห์ตามแนวของบลูม (Bloom, 1976, p.67) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือ เนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 อย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่า ความสัมพันธ์ย่อย ๆ ของเรื่องราว หรือเหตุการณ์นั้นๆ เกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร
3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุสิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลัก เป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไร หรือ ปิดคดีใด

มาร์ซาโน (Marzano, 2001, p. 60) ได้แบ่งความสามารถการคิดวิเคราะห์เป็น 5 ด้านดังนี้

1. ด้านการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ และเหตุการณ์ ที่มีความเหมือนกันและแตกต่างกัน ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์

2. ด้านการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดลำดับ ประเภท และกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงเข้าด้วยกัน

3. ด้านการสรุป เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่า และข้อมูลใหม่สู่การสรุปอย่างมีเหตุผลเป็นประเด็นต่างๆ โดยด้านการสรุปอย่างมีเหตุผล

4. ด้านการประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ใหม่

5. ด้านการคาดการณ์ เป็นความสามารถในการคาดเดาสิ่งที่จะเกิดในอนาคต โดยใช้ความรู้ และประสบการณ์จากสถานการณ์เดิม

ทิตานา แชมมณี, และคนอื่นๆ (2544) กล่าวว่า ลักษณะของการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยลักษณะ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักการ คือ ความสามารถในการกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูล

2. การวิเคราะห์เนื้อหา คือ ความสามารถในการแยกข้อมูล เนื้อเรื่องได้ตามหลักเกณฑ์

3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูล ในแต่ละองค์ประกอบ

จากความหมายของลักษณะการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่า ลักษณะการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยลักษณะ 3 ลักษณะ ผู้วิจัยได้ใช้ลักษณะการคิดตามแนวของ บลูม แบ่งแยกย่อย ออกเป็น 3 อย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญ

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่า ความสัมพันธ์ย่อย ๆ ของเรื่องราว หรือเหตุการณ์นั้นๆ เกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุสิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลัก เป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไร หรือยึดคติใด

#### 7. องค์ประกอบของทักษะการคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยทักษะ ดังต่อไปนี้

ศิริกาญจน์ โกสุม, และ ดารณี คำวังนัง (2546, หน้า 51-56) กล่าวว่า ทักษะย่อย ในการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. การสังเกต เป็นทักษะขั้นต้นในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและ ทางสังคม โดยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการสังเกตทั้งทางตรงและทางอ้อม การฝึกสังเกตจะช่วยให้

ผู้เรียน ฝึกการเฝ้าดูรายละเอียดของสถานการณ์ต่างๆ พฤติกรรมของคน วัตถุ สิ่งของ รายงาน หรือบุคคล

2. การวัดและการใช้ตัวเลข เป็นการฝึกโดยการคิดคำนวณและการสังเกตเพื่อประมาณการ

3. การจำแนกประเภท เป็นการจัดประเภทของคน สัตว์ สิ่งของ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว ตามเกณฑ์ สี อายุ รูปร่าง ขนาด ลักษณะคล้ายคลึง หรือแตกต่าง

4. การสื่อสาร เป็นการสังเกตจากการ ฟัง พูด อ่าน เขียน รวมทั้งการแสดงออกทางหน้าตา ท่าทาง ให้มีความสามารถรับรู้ และส่งข่าวสาร ความรู้สึก แนวคิด หรือปัญหาต่างๆ กับผู้อื่น

5. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง-เวลา เป็นความสัมพันธ์ของเวลาในการลำดับเหตุการณ์จากอดีตถึงปัจจุบัน ความสัมพันธ์ของวัตถุสิ่งของ สถานที่ บุคคล ซึ่งสัมพันธ์กันในแง่ของเวลา ระยะทาง การลำดับเหตุการณ์ต่างๆตามลำดับก่อนหลังที่สัมพันธ์กัน ความใกล้เคียงของระยะทาง

6. การทำนาย เป็นการคาดการณ์ถึงเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ด้วยความมั่นใจมากกว่าการเดา เพราะมีหลักฐานต่างๆ อย่างรอบคอบ หรือการสังเกตการณ์สิ่งใดสิ่งหนึ่ง อย่างต่อเนื่อง จนมั่นใจว่าเมื่อเกิดเหตุการณ์เช่นนี้แล้ว จะเกิดอีกเหตุการณ์หนึ่งตามมา

7. การอ้างอิง เป็นการลงความคิดเห็น โดยพิจารณาจากหลักทั่วไปไปสู่เรื่องเฉพาะเป็นการแสดงนัย หรือการลงสรุป หรือการตัดสินหาสาเหตุของบางสิ่งบางอย่าง

8. การนิยามปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมาย หรือการอธิบายสถานการณ์บางสิ่งบางอย่าง เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันได้ง่ายขึ้น

9. การแปลความหมายของข้อมูลเป็นการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ มาแปลความหรือตีความหมายโดยวิธีการต่างๆ

10. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดเดา หรือคาดการณ์โดยอาศัยข้อมูลอ้างอิงเกี่ยวกับสาเหตุหรือผลที่จะเกิดขึ้น แล้วทดสอบว่า สมมติฐานใดถูกต้องที่สุดโดยการสังเกตการณ์ หรือการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อส่งผลให้เกิดการปรับปรุง หรือตั้งสมมติฐานใหม่

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542, หน้า 17) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยทักษะต่อไปนี้

1. ทักษะการระบุงองค์ประกอบสำคัญ หรือลักษณะเฉพาะ
2. ทักษะการระบุความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ และแบบแผนขององค์ประกอบนั้น
3. ทักษะการจับใจความสำคัญ
4. ทักษะการค้นหา และระบุความผิดพลาด

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545ข, หน้า 44) กล่าวว่า  
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยทักษะ ต่อไปนี้

1. การรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบหรือเรียบเรียงให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
2. การกำหนดหมวดหมู่หรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์โดยอาศัยองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ได้แก่
  - 2.1 ความรู้หรือประสบการณ์เดิม
  - 2.2 การค้นพบลักษณะหรือคุณสมบัติร่วมของกลุ่มข้อมูลบางกลุ่ม
  - 2.3 การกำหนดหมวดหมู่ในมิติหรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์
  - 2.4 การแจกแจงข้อมูลที่มีอยู่ในแต่ละหมวดหมู่ โดยคำนึงถึงความเป็นตัวอย่างเหตุการณ์ การเป็นสมาชิก หรือความสัมพันธ์เกี่ยวข้องโดยตรง
  - 2.5 การนำข้อมูลที่แจกแจงเสร็จแล้วในแต่ละหมวดหมู่มาจัดลำดับ หรือจัดระบบให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
  - 2.6 การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างหรือแต่ละหมวดหมู่ ในแง่ของความมาก-น้อย ความสอดคล้อง - ความขัดแย้ง ผลทางบวก - ทางลบ ความเป็นเหตุ - เป็นผล ลำดับความต่อเนื่อง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2549, หน้า 52) กล่าวว่า  
องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1. การตีความ ความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปรความของสิ่งนั้น ขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์เดิม และค่านิยม
2. การมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์
3. การช่างสังเกต สงสัย ช่างถาม ขอบเขตของคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์จะยึดหลัก 5W 1H ประกอบด้วย what (อะไร) where (ที่ไหน) when (เมื่อไหร่) why (ทำไม) who (ใคร) และ how (อย่างไร)
4. การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ค้นหาคำตอบได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุให้เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้องเมื่อเกิดเรื่องนี้ผลกระทบอย่างไร มีองค์ประกอบอะไรบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้นๆ มีวิธีการ ขั้นตอนของการทำให้เกิดสิ่งนี้ได้อย่างไร มีแนวทางแก้ไขได้อย่างไรบ้างถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 26-30) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. การสังเกต เป็นการรับรู้สิ่ง หรือปรากฏการณ์ต่างๆ และสามารถบอกได้ถึงคุณสมบัติ องค์ประกอบ ความละเอียด ความแตกต่าง และจุดที่น่าสนใจของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

2. การตีความ หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการวิเคราะห์ เพื่อแปลความสิ่งที่ไม่ได้บอกโดยตรง เพื่อหาความหมายที่แท้จริง และสร้างความรู้ใหม่

3. การทำความเข้าใจโดยอาศัยความรู้เดิม เป็นสิ่งที่กำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์แจกแจง และจำแนกองค์ประกอบย่อย หมวดย่อย และจัดลำดับความสำคัญ เพื่อหาผลของสิ่งที่จะวิเคราะห์

4. การเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เป็นการพิจารณาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างรายละเอียด เพื่อหามิติหรือแง่มุม หรือบอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งทั้งสองในแต่ละมิติ

จากการศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จากนักการศึกษาและนักจิตวิทยา เพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยนี้ได้เป็นอย่างดีเป็นรูปธรรม ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ มาร์ซาโน บูรณาการกับแนวคิดของบลูม โดยทฤษฎีการคิดของบลูมเป็นหลักจัดแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบความสามารถการคิดวิเคราะห์

ทฤษฎีการคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy)	ทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy)
1. การวิเคราะห์ความสำคัญ	1. ด้านการจำแนก 2. ด้านการจัดหมวดหมู่
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	3. ด้านการสรุป
3. การวิเคราะห์หลักการ	4. ด้านการประยุกต์ 5. ด้านการคาดการณ์

ที่มา : บลูมและคนอื่นๆ (Bloom, 1976, pp.201-207) ; มาร์ซาโน (Marzano, 2001, p.60).

## 8. การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตามแนวคิดทฤษฎีการคิดของ บลูม และทฤษฎีการคิดของ มาร์ซาโน ในขั้นการคิดวิเคราะห์ สามารถหลอมรวมได้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญของบลูมกับการคิดวิเคราะห์ ด้านการจำแนกและการจัดหมวดหมู่ ของมาร์ซาโน เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ ออกเป็นแต่ละส่วน อย่างมีหลักเกณฑ์และเป็นความสามารถในการจัดลำดับ ประเภท และกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบลูมกับการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปของมาร์ซาโนเป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเก่าและข้อมูลใหม่ไปสู่การสรุป อย่างมีเหตุผล

3. การวิเคราะห์หลักการของบลูมกับการคิดวิเคราะห์ด้านการประยุกต์และการคาดการณ์ ของมาร์ซาโน เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ใหม่ และในการคาดการณ์ คาดเดาสิ่งที่จะเกิดในอนาคตได้การพัฒนาความสามารถการคิดของนักเรียนจำเป็นต้องพัฒนาตั้งแต่ทักษะพื้นฐานก่อนจนการคิดขั้นสูงและการคิดวิเคราะห์เป็นพื้นฐานของการคิดขั้นสูง

ผู้วิจัย จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่สถานศึกษา ต้องใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน เพื่อสร้างพื้นฐานการคิดตามแนวคิดของบลูม 3 ด้าน คือการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การวิเคราะห์หลักการ นำมาประยุกต์ในการแก้ปัญหา และในชีวิตประจำวันได้

ดังนั้น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หมายถึง การคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผลเกี่ยวกับการจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของเรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อการตัดสินใจหรือสรุปอย่างสมเหตุสมผล การวัดความสามารถในการวิเคราะห์สามารถวัดได้โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งครอบคลุมความสามารถของผู้เรียน 3 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหรือจำแนกแจกแจง องค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีสาระสำคัญอะไร มีปัจจัยอะไรบ้าง มีเหตุผลอย่างไร หรือหาสาเหตุของเรื่องราวเหตุการณ์ได้ชัดเจน 2) ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องของส่วนสำคัญต่างๆ ของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จะส่งผลกระทบต่ออย่างไร 3) ด้านการวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศ

มนมณัส สุตสิน (2543, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หรือการพิจารณาของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพฯ จำนวน 60 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบ

เสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจด้านนำไปใช้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์ (2543, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้เทคนิคผังกราฟิกในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอนแบบปกติโดยผังกราฟิกแบบต่างๆ ได้คะแนนนำเสนอด้วยผังกราฟิก ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 นักเรียนที่เรียนโดยผังกราฟิกต่างๆ ได้คะแนนนำเสนอด้วยผังกราฟิก ได้คะแนนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิก สูงกว่านักเรียนที่ใช้การสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพรรณิ สุวรรณจรัส (2543, หน้า 58) วิจัยเรื่อง ผลของการฝึกโดยใช้แผนที่ความคิดที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 116 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 58 คนกลุ่มทดลองได้รับการฝึกโดยใช้แผนที่ความคิด จำนวน 10 กิจกรรม ส่วนกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ เก็บรวบรวมข้อมูล 3 ระยะ คือ ระยะก่อนการทดลองหลังการทดลองและติดตามผลโดยใช้แบบสอบถามการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองกับระยะติดตามผลของนักเรียนกลุ่มทดลอง

อาภาพร สิงหาราช (2545, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีสาจารย์พัฒนา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 72 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกัน

ซูลีพร ฤทธิเดช (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชนิดของคำในภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้และไม่ใช้แผนที่ความคิด ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชนิดของคำในภาษาไทย ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนที่ความคิดสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่จัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้แผนที่ความคิด อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน เรื่อง ชนิดของคำในภาษาไทย ของกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนที่ความคิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้แผนที่ความคิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ระดับของค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชนิดของคำในภาษาไทย ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนที่ความคิดของกลุ่มทดลองอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.17 และกลุ่มควบคุมอยู่ในระดับน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.24

ดลฤดี รัตนประสาท (2547, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์และความคงทนต่อการเรียนในการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องดินและหิน ในท้องถิ่น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่สอนโดยผังกราฟิกมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน ที่ได้รับการสอนแบบปกติ

อรอุมา กาญจนี (2549, บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยทำการศึกษา กับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2549 ทั้งหมด 2 ห้องเรียน จำนวน 60 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA กับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เรณู ไม้แก่น (2550, บทคัดย่อ) ได้รับการสอนโดย การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบการสอนผังกราฟิกกับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบการสอนผังกราฟิกสูงกว่าการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) เจตคติการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบการสอนผังกราฟิก สูงกว่าการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อาร์ม โพรพิ์พัฒนา (2550, หน้า 88) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนเมติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนเมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนเมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

วิลเลียม (William, 1981, p.1605-A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลาง วิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุม 43 คน สอนแบบเดิมโดยทำการสอนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

อัลเวอร์แมน (Alvermann, 1982, pp.754-758) วิจัยเรื่อง ผลของการใช้แผนที่ความคิดเป็นแบบฝึกหัดชนิดเติมคำกับนักเรียนระดับ 10 จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มกลุ่มละ 15 คน กลุ่มแรกเรียนด้วยการอ่านโดยใช้แผนที่ความคิด กลุ่มที่สองเรียนโดยใช้กิจกรรมการอ่านแบบธรรมชาติในขณะที่อ่านบทอ่าน ผู้เรียนกลุ่มแรกจะต้องเติมข้อความลงในแผนที่ความคิดที่เว้นไว้ จากนั้นก็จะมีการอภิปรายสรุปใจความสำคัญของเรื่องจากแผนที่ความคิด ที่ทำเสร็จแล้วโดยใช้แบบสอบถามถ่ายทอดความจำจากเรื่องที่อ่าน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนที่ความคิดสามารถจำใจความของเรื่องที่อ่านได้ถึงร้อยละ 73 ในขณะที่กลุ่ม ที่เรียนด้วยการอ่านแบบธรรมชาติสามารถจำได้เพียงร้อยละ 57 ผลการวิจัยสรุปว่า แผนที่ความคิดช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำใจความสำคัญของเรื่องที่อ่านได้ดียิ่งขึ้น

จอห์นสัน (Johnson, Martha Russell, 1988, p.98) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ไดอะแกรมสรุปโยงเรื่องเป็นแบบฝึกหัดชนิดเติมคำที่มีต่อความเข้าใจในการอ่าน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับ 4 จำนวน 132 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 44 คน กลุ่มแรกเรียนโดยทำไดอะแกรมสรุปโยงเรื่องด้วยตนเองหลังการอ่าน กลุ่มที่สองเรียนโดยการเติมข้อความลงในไดอะแกรมที่ครูสร้างขึ้น กลุ่มที่สามเรียนโดยการตอบคำถามหลังการอ่านเรื่องเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบวัดความเข้าใจในการอ่านและแบบทดสอบวัดความคงทนในการจำ ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจในการอ่านกลุ่มที่เรียนโดยการทำไดอะแกรมสรุปโยงเรื่องด้วยตนเองแตกต่างจากกลุ่มที่เรียนด้วยการตอบคำถามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสองกลุ่มที่เรียนโดยไดอะแกรมสรุป

โยงเรื่องและระหว่างกลุ่มใช้ไดอะแกรมสรุปโยงเรื่องเป็นแบบฝึกหัดชนิดเติมคำกลับกลุ่มที่เรียน โดยการตอบคำถาม

วิลเลียม (Williams, 1998, p. 65) ) วิจัยผลของการใช้กลวิธีเขียนแผนที่ความคิด ในการฝึกอบรมเรื่อง สิ่งแวดล้อมแก่ผู้ใหญ่ โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างการให้ฝึกโดยเขียน แผนที่ความคิดกับการฝึกโดยวิธีธรรมดา ผลปรากฏว่า ผู้ฝึกอบรมที่ใช้กระบวนการฝึกเขียนแผนที่ความคิดมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการฝึกโดยวิธีปกติ และสรุปว่า การสอนเขียนเชิงสร้างสรรค์นั้น ครูสามารถพัฒนาให้มีประสิทธิภาพได้หลายวิธี เช่น สอนโดยใช้สื่อการสอนมากระตุ้นตั้งนั้น การฝึกโดยใช้แผนที่ความคิด ก็เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการเขียนเชิงสร้างสรรค์ได้ และใช้ได้กับกลวิธีการเรียนรู้ได้ทุกวิธี

คอลลินส์ (Collins, 1990, p.2783-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง รูปแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิวและเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย 4 ครั้งๆ ละ 5 นาที ซึ่งเนื้อหาในการอภิปรายเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซต ทั้งสองกลุ่มจัดให้มีการสืบเสาะตลอดเวลา นอกจากนี้ยังจัดประสบการณ์ต่างๆ เช่น จัดฉายภาพยนตร์ และตั้งปัญหาตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งผลการวิจัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

รีด (Reed, 1999, pp.4039-A) ได้ศึกษาแบบจำลองของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในการคิดวิเคราะห์จากเอกสารจากแหล่งต่างๆ รวมทั้ง การแปลความหมาย การใช้เหตุผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการศึกษาวิชาประวัติศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการคิดเชิงประวัติศาสตร์ของนักศึกษาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พัฒนาได้ดีขึ้น ภายใน 1 ภาคการศึกษา 2) ความรู้ในเรื่องประวัติศาสตร์ จะพัฒนาดีขึ้น เมื่อได้รับการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3) เพศและวัยไม่ได้มีบทบาทสำคัญใดๆ ในการพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มาลานิน แอน รีด (Melanie Ann Reap, 2000) ได้ทำการศึกษาว่า ครูวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนั้นมีความเข้าใจและสามารถนำอวจรการเรียนรู้ไปใช้ในห้องเรียนได้อย่างไร ผลการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ระหว่างครูที่ไม่เคยมีประสบการณ์สอน กับครูที่มีชานาญในการสอนเมื่อใช้เครื่องมือสำรวจ แต่ถ้าใช้การสัมภาษณ์และการสังเกตพบว่ามี ความแตกต่างกันหลายประการ ในเรื่องของความเข้าใจ และการนำอวจรการการเรียนรู้ไปใช้ ครูที่มีความชานาญในการสอนจะมีกระบวนการสอนที่มีการพัฒนาการและการปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนมากกว่าครูที่ไม่มีประสบการณ์ ซึ่งการสอนของครูที่ไม่มีประสบการณ์จะมีการสอนแบบเรียบง่ายและมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนน้อยและมีความแตกต่างในการสร้างคำถาม ครูที่ไม่มีประสบการณ์ในการสอนจะใช้คำถามชี้้นำไปยังคำตอบเลย ส่วนครูที่มี

ความชำนาญในการสอนจะใช้คำถามที่หลากหลายเพื่อเป็นแนวทางในการอภิปรายและหาข้อสรุป

ทาริคานี (Taricani, 2002, pp.68-69) ได้ทำการศึกษาเพื่อกำหนดผลการรวบรวมข้อมูลสะท้อนเข้ากับการทำให้เกิดแผนผังความคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้คำศัพท์ เทคนิคและความเข้าใจของผู้เรียน ผลโดยรวมของการทดลองในแต่ละครั้งทำการวัดโดยใช้คะแนนแต่ละคะแนนในการทดสอบเกณฑ์รวม แบบทดสอบคำศัพท์เทคนิค และแบบทดสอบความเข้าใจจากการศึกษาดังกล่าว พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคะแนนแบบทดสอบของผู้เรียนที่ทำให้เกิดหัวข้อแผนผังความคิดจากนักศึกษาโดยใช้แผนผังแนวคิด เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนที่จับคู่เข้ากับผู้วิจัยที่ทำให้เกิดหัวข้อแผนที่ความคิดจากนักศึกษาโดยใช้แผนผังแนวคิดที่เกิดขึ้นบางส่วนซึ่งมีข้อมูลสะท้อนกลับกลุ่มประชากรในการศึกษาคือนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 150 คน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่ทำงานโดยมีแผนแนวคิดที่มีข้อมูลสะท้อนกลับทำคะแนนได้สูงกว่าผู้ที่ไม่ใช่ข้อมูลสะท้อนกลับ

เซียนซีโอโล, และคนอื่น ๆ (Cianciolo, et al., 2006) ได้เสนอผลการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลการสอนโดยใช้กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน โดยการเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบใช้กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานกับการสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า วิธีการสอนแบบใช้กิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ เป็นฐานช่วยส่งเสริมการพัฒนาทางสติปัญญาของนักเรียนเป็นอย่างดี

เอ็ดเวิร์ด, และคนอื่น ๆ (Edward, et al., 2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเพิ่มความสามารถในด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการทดลองใช้กลยุทธ์วิธีการสอนแบบใหม่กับนักเรียนในโครงการ IPAS (Indiana project on Academic Success) ผลปรากฏว่าวิธีการสอนที่สามารถปรับปรุงความสามารถดังกล่าวให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าความรู้พื้นฐาน ในการเปรียบเทียบการสอนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กับการสอนโดยการสร้างแผนที่ความคิด ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้ผู้เรียนเผชิญกับเหตุการณ์ต่างๆ ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน ให้มีความสามารถในการคิดการผสมผสานด้านคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และด้านการปฏิบัติมาผสมรวมกัน เพื่อให้เข้าใจส่วนต่างๆ ได้มากขึ้น โดยการนำความรู้ใหม่มาเชื่อมกับความรู้เดิม จะก่อให้เกิดการคิดอย่างมีระบบ และสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เพื่อช่วยในการตัดสินใจหรือสรุปอย่างสมเหตุสมผล ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น