

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการเรียนรู้การสอนชีววิทยาเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา การคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. แนวการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง
4. วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
6. การคิดวิเคราะห์
7. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
8. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (K: Knowledge-based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม ดังนั้นในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 จึงได้กำหนดวิชาวิทยาศาสตร์ให้เป็นหนึ่งในสาระการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องได้เรียนรู้ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

### คุณภาพของผู้เรียนด้านวิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุก

ขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้าน วิทยาศาสตร์เมื่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไว้ดังนี้

1. เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มีวาทะ วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ต่าง ๆ
3. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียง ธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมี
5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มี ความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การ นำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่น กลคุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
10. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของ เทคโนโลยีอวกาศ
11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภท ต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของ เทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
12. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

14. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

15. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

18. แสดงถึงความซื่อสัตย์ ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

19. แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนา และการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม คำนึงถึงสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

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

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

**ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4- 6)**

ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ที่เป็นองค์ประกอบความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ 8 สาระ 13 มาตรฐาน

#### **สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต**

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

1. ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
2. ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพ

สุขภาพ

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มีเวชันและการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ
2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
4. อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

## สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ
2. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต
3. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และเสนอแนะแนวทางในการดูแลและรักษา

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

1. วิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก
2. อภิปรายแนวทางในการป้องกัน แก้ไข ปัญหา สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
3. วางแผนและดำเนินการเฝ้าระวัง อนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

### สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและ

## สิ่งแวดล้อม

### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

2. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือ ตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

4. เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

6. จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

7. วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

8. พิจารณาน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

9. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

10. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

11. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

12. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/ หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะยกสาระที่ 1, 2 และ 8 ที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6) ในรายวิชาชีววิทยา มาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน

## แนวการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

### การสอนวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ครูมีหน้าที่รับผิดชอบในการสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา มีทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้จัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด ให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทาง แล้วให้นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยการฝึกคิดตามขั้นตอนของวิธีการวิทยาศาสตร์ นักเรียนก็จะเป็นผู้ที่สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ทำให้นักเรียนสามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้ดี ในการสอนที่จะทำให้บรรลุผลสำเร็จนั้น ครูต้องสอนจากประสบการณ์ตรงที่มีข้อเท็จจริงที่สามารถทดลองได้ไปสู่การสอนสิ่งที่เป็นนามธรรม วิธีสอนหรือกิจกรรมในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันมีหลายวิธี แต่ไม่มีข้อมูลยืนยันว่าจะมีวิธีสอนหรือกิจกรรมใดที่ดีที่สุดเหมาะสมกับทุกๆ สถานการณ์ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์จึงต้องมีความรู้ในวิธีการสอนอย่างกว้างขวาง เพื่อสามารถใช้ดุลยพินิจในการเลือกวิธีการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาวิชา ตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, หน้า 122-123)

### วิธีสอนวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 122-189) อธิบายวิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนมีประสบการณ์

ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ว่าแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 สร้างสถานการณ์หรือปัญหา
- 1.2 ตั้งสมมติฐาน
- 1.3 ออกแบบการทดลอง
- 1.4 ทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง
- 1.5 ได้ข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

บทบาท หน้าที่ของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยนำทางให้นักเรียน ค้นหาคำตอบต่าง ๆ เทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มี 3 แนวทาง คือ แนวทางการใช้ เหตุผล แนวทางการใช้การค้นพบ และแนวทางการใช้การทดลอง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แนวทางการใช้เหตุผล ครูต้องชี้นำนักเรียนให้สรุปเป็นหลักการทั่วไปได้โดยการใช้เหตุผล ซึ่งครูต้องใช้คำถามที่เหมาะสมและต้องเลือกแรงจูงใจที่เหมาะสม

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้การค้นพบ มี 2 แนวทาง คือ

1. การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบที่ไม่แนะแนวทาง ครูเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนได้จัดกระทำกับวัสดุ อุปกรณ์ โดยไม่ต้องแนะแนวทางอะไรในการใช้วัสดุ อุปกรณ์นักเรียนอาจสืบเสาะหาความรู้ในปัญหาที่ต่างกัน ครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและเสนอแนะให้นักเรียนคิด

2. การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบที่แนะแนวทาง เป็นการสอนที่ครูแนะแนวทางสืบเสาะหาความรู้ให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบปัญหาที่คล้ายคลึงกัน มีประสบการณ์ที่เหมือนกันการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการทดลอง เป็นการสอนโดยใช้การทดลองในการพิสูจน์ข้อความหรือสมมติฐานว่าเป็นจริง และหาแนวทางที่จะใช้ในการทดลองเพื่อทดสอบข้อความนั้นโดยมีขั้นตอนคือ เลือกและตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน และวางแผนการทดสอบ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 156-157) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้ คือ

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้สถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้โน้มนำและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้ที่ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น ไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้น แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การจัดการเรียนรู้แบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

2. การสอนแบบค้นพบ (Discovery Method) คารินและซันด์ (Carin and Sund 1975, pp. 97-98 อ้างถึงใน ภพ, 2542, หน้า 157) ได้กล่าวถึงคำว่า การค้นพบและการสืบเสาะหาความรู้ว่า นักการศึกษาจำนวนมากใช้คำสองคำนี้ในความหมายเดียวกัน แต่คาริน และซันด์ ได้ให้ความหมายของการค้นพบว่า การค้นพบจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลได้ใช้กระบวนการคิดอย่างมาก กระบวนการที่ใช้ความรู้ความคิดในการค้นพบ เช่น การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การพยากรณ์การอธิบาย การลงความคิดเห็น เป็นต้น ในการสอนแบบค้นพบเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการตอบสนองของนักเรียนต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง บทบาทของครูเป็นผู้ช่วยเหลือ และเป็นพี่ปรึกษาของนักเรียน ทักษะและความชำนาญในการจัดกิจกรรมการสอนของครูเป็นสิ่งที่ช่วยให้การสอนแบบค้นพบประสบความสำเร็จ

3. การสอนแบบสาธิต (Demonstration) การสาธิตว่าเป็นการจัดแสดงประสบการณ์การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งหน้าชั้น โดยครู นักเรียนคนใดคนหนึ่งหรือกลุ่มนักเรียนก็ได้ เป็นการทดลองซึ่งให้ผลการทดลองที่ไม่ทราบมาก่อนหรือเป็นการทดสอบเพื่อยืนยัน สิ่งที่เราพบมาแล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงการทดลองเทคนิควิธีการและกระบวนการต่างๆ ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ

ในเนื้อหาวิชาและกระบวนการไปพร้อม ๆ กัน ในการสอนครูต้องพิจารณาว่าจะสอนแบบสาธิต แบบบอกความรู้ที่ครูพยายามแนะนำบอกความรู้ให้นักเรียน หรือสอนแบบสาธิตแบบการค้นพบ ที่ครูพยายามให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

**4. การสอนแบบทดลอง (Experimental Method)** การทดลองกับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการที่มีความหมายใกล้เคียงกัน การทดลองส่วนใหญ่ที่นักเรียนทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน และการปฏิบัติงานส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เป็นการจัดประสบการณ์ในการทำงานให้นักเรียนตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดลองและสังเกต และขั้นสรุปผลการทดลอง

**5. การสอนแบบบรรยาย (Lecture Method)** แอนเดอร์เซนและคูตนิค (Andersen and Koutnik, 1972, pp. 60-61 อ้างถึงใน ภพ, 2542, หน้า 171) ได้กล่าวถึงการสอนแบบบรรยายว่าเป็นวิธีสอนที่ครูถ่ายทอดความรู้จำนวนมากแก่นักเรียนโดยตรง เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าเสนอความรู้วิทยาศาสตร์ในลักษณะองค์ความรู้ที่เลือกสรรและจัดลำดับไว้อย่างดี การดำเนินการอาจแบ่งได้เป็น 4 ตอน คือ การกล่าวนำ ตัวเนื้อเรื่อง การสรุปย่อระหว่างนำเสนอ และการสรุปการบรรยาย

**6. การสอนแบบอภิปราย (Discussion Method)** การสอนแบบอภิปรายว่าเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาความรู้จากความคิดเห็นในแง่มุมต่าง ๆ ของนักเรียน อาจเป็นการอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน หรือการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนทุกคนมีอิสระที่จะแสดงความคิดเห็นของตน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องนั้นก่อน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้นำอภิปราย ต้องไม่สั่งหรือครอบงำความคิดเห็นของนักเรียน การอภิปรายต้องมีความชัดเจน เข้าใจง่าย เน้นหรือขยายความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วให้กว้างขวางออกไป ดังนั้นการอภิปรายจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนต้องคิดแก้ปัญหาหรือหาข้อยุติ การอภิปรายอาจสอดแทรกอยู่ในวิธีการสอนอื่น ๆ ได้ เช่น การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบสาธิต การสอนแบบทดลอง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และการสอนแบบค้นพบ

**7. การสอนแบบพุดถามตอบ (Recitation Method)** การสอนแบบพุดถามตอบเป็นการสอนที่ใช้คำถามคำตอบ โดยครูเป็นผู้ถามคำถามและนักเรียนเป็นผู้ตอบคำถามตามพื้นฐานความรู้ที่นักเรียนได้อ่านจากหนังสือเรียน หรือหนังสืออื่นที่ได้รับมอบหมายให้อ่าน หรือสิ่งที่ครูได้นำเสนอในระหว่างการบรรยาย การสาธิต หรือกิจกรรมอื่นในการสอนแบบพุดถามตอบ ครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของการสอนแบบนี้ ว่าเป็นการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ครู ซึ่งครูจะได้ใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการขยายความและอธิบายเพิ่มเติมแก่นักเรียน สิ่งที่สำคัญที่สุดในการสอนแบบพุดถามตอบเพื่อให้ได้ผลดีที่ควรคำนึงถึงคือ ชนิดของคำถาม โครงสร้างของคำถาม

และขั้นตอนที่จะถามในระหว่างการสอน

จากการศึกษาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่ามีวิธีสอนหลายวิธี ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทราบวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา มีทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ควรเลือกวิธีสอน หรือกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ด้วยตนเองมากที่สุด อาจเลือกใช้วิธีสอนใดวิธีหนึ่ง หรือนำหลายวิธีมาผสมผสานกัน เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสภาพการณ์โดยทั่วไปในชั้นเรียน

### ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการเรียนรู้เป็นแนวความคิดที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถใช้อธิบายลักษณะของการเกิดการเรียนรู้หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่สำคัญ ได้แก่

#### ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

เพียเจต์ (Lall & Lall, 1983, pp. 45-54 อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2548, หน้า 64-65) อธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งมีการพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมการพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่าจะสามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เพียเจต์เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติ และพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีการพัฒนาเร็วขึ้น

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ สามารถสรุปได้ว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัย และนักเรียนแต่ละคนมีอัตราพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน ควรเน้นให้นักเรียนใช้ศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด

#### ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner)

แนวคิดสำคัญเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner, 1963, pp. 1-54 อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2548, หน้า 66-67) สรุปได้ว่าทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์แบ่งได้เป็น 3 ขั้นใหญ่ ๆ คือ

1. ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ เป็นขั้นการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ การลงมือกระทำจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี การเรียนรู้เกิดจากการกระทำ
2. ขั้นการเรียนรู้จากความคิด เป็นขั้นที่เด็กสร้างมโนภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้

3. ขั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม เป็นขั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรุนเนอร์ สามารถสรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความคิดที่สามารถเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนมากขึ้นต่อไปได้

#### ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย่ (Gange')

กานเย่ (Gange' & Briggs, 1974, pp. 121-135 อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2548, หน้า 72-75) ได้กล่าวถึง สมรรถภาพในการเรียนรู้ด้านทักษะทางเชาว์ปัญญา (Intellectual Skill) ว่าเป็นความสามารถในการใช้สมองคิดหาเหตุผลโดยใช้ข้อมูล ประสบการณ์ ความรู้ ความคิดในด้านต่าง ๆ นับแต่การเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นทักษะง่าย ๆ ไปสู่ทักษะที่ยากกลับซับซ้อนมากขึ้น ทักษะเชาว์ปัญญาที่ควรได้รับการฝึก คือ ความสามารถในการจำแนก ความสามารถในการคิดรวบยอด เป็นรูปธรรม ความสามารถในการให้คำจำกัดความของความคิดรวบยอด ความสามารถในการเข้าใจกฎและใช้กฎ และความสามารถในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ได้กล่าวถึงสมรรถภาพในการเรียนรู้ของมนุษย์ด้านยุทธศาสตร์ในการคิด (Cognition Strategies) ว่าเป็นความสามารถในการทำงานภายในสมองของมนุษย์ ซึ่งควบคุมการเรียนรู้ การเลือกรับรู้ การแปลความ การดึงความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมออกมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแก้ปัญหาที่มีสถานการณ์แตกต่างกันได้ดี และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสร้างสรรค์

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของกานเย่ สามารถสรุปได้ว่าเด็กสามารถเรียนรู้กฎเกณฑ์ที่ซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ แต่ต้องเรียนรู้กฎง่าย ๆ ที่จำเป็นมาก่อนเพื่อเป็นพื้นฐาน การพัฒนาทางสติปัญญาจะสัมพันธ์กับอายุของเด็กเนื่องจากการเรียนรู้ต้องใช้เวลา และความสามารถในการเรียนรู้อาจต้องรอการฝึกฝนที่เหมาะสม

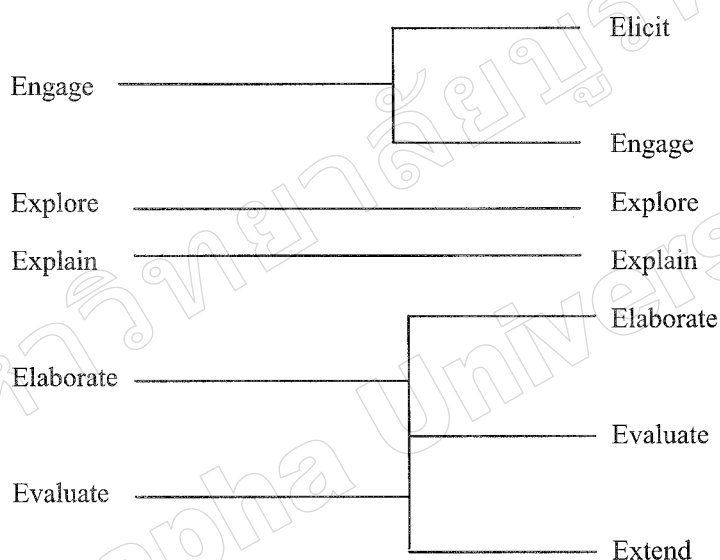
#### ทฤษฎีการเรียนรู้ของการ์ดเนอร์ (Gardner)

การ์ดเนอร์ (Gardner, 1983, อ้างถึงใน ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 92-93) เป็นผู้เสนอทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligence) เนื่องจากการ์ดเนอร์ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับสมอง และได้พบข้อสรุปว่า คนเราเกิดมาพร้อมกับเชาว์ปัญญาอย่างน้อย 7 ด้าน แต่ละด้านมีความสัมพันธ์กับส่วนต่างๆของสมอง ทำงานเชื่อมโยงกัน อาศัยกันละกัน และอาจทำงานแยกกันได้เมื่อจำเป็น ทฤษฎีพหุปัญญาขณะปรากฏครั้งแรกมีเชาว์ปัญญาเพียง 7 ด้าน ภายหลังการ์ดเนอร์ทำวิจัยต่อมาจนถึงปัจจุบัน จึงพบเชาว์ปัญญาเพิ่มอีก 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านภาษา (Linguistic Intelligence) เป็นความสามารถในการใช้ภาษาทั้งการพูด และการเขียน ปรากฏในตัวนักเขียน นักพูด
  2. ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical Mathematical Intelligence) เป็นความสามารถทางวิทยาศาสตร์ คือ การใช้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย ปรากฏในตัวนักวิทยาศาสตร์ นักการธนาคาร นักคณิตศาสตร์
  3. ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligence) เป็นความสามารถในการสร้างรูปแบบในสมอง มักคิดเป็นภาพ และเรียนรู้ได้ดีจากการนำเสนอเป็นภาพ ปรากฏในตัวศิลปิน สถาปนิก
  4. ด้านดนตรี (Musical Intelligence) เป็นความสามารถที่มีความไวต่อเสียง สิ่งแวดล้อม และดนตรี ปรากฏในตัวนักร้อง นักแต่งเพลง
  5. ด้านการเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ (Bodily-kinesthetic Intelligence) เป็นความสามารถที่ใช้ร่างกายทำสิ่งต่างๆหรือแสดงความคิดเห็น ความรู้สึก ปรากฏในตัวนักแสดง นักกีฬา นักเต้นรำ
  6. ด้านการเข้าใจผู้อื่น (Interpersonal Intelligence) เป็นความสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีประสิทธิภาพปรากฏในตัวครู นักบำบัด นักการเมือง
  7. ด้านการเข้าใจตนเอง (Intelligence) เป็นความสามารถเข้าใจอารมณ์ เป้าหมาย ความตั้งใจของตนเอง ปรากฏในตัวนักปรัชญา จิตแพทย์ ผู้นำศาสนา
  8. ด้านการเข้าใจธรรมชาติ (Naturalist Intelligence) เป็นความสามารถในการจดจำพืช และสัตว์ รู้จักธรรมชาติในโลกเป็นอย่างดี มักใช้ความสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ปรากฏในตัว นักพฤกษศาสตร์ นักธรรมชาติวิทยา
  9. ด้านการเข้าใจความมีอยู่ (Existential Intelligence) เป็นความสามารถที่จะเข้าใจความจริงแท้ของสิ่งที่มีอยู่ ปรากฏในตัวหมอสอนศาสนา นักปรัชญา และนักศึกษาจิตวิญญาณ
- จากแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ของนักจิตวิทยาทั้ง 4 ท่านที่กล่าวมาข้างต้นนั้น เป็นข้อมูลสำคัญที่จะนำไปเป็นหลักในการฝึกให้เด็กรู้จักคิด ซึ่งมีหลักการที่สำคัญคือ กระบวนการทำงานของสมอง ความสามารถของบุคคลในเรื่องของเขavnปัญญาหรือสติปัญญาของบุคคลแต่ละด้านที่ถูกควบคุมโดยสมองแต่ละส่วน การพัฒนาทางสติปัญญาของบุคคลในแต่ละวัย ดังนั้นการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรุนเนอร์ (Bruner) กานเย่ (Gange') และการ์ดเนอร์ (Gardner) เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ และรู้จักคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตและส่งผลต่อความก้าวหน้าของสังคม ประเทศชาติและสังคมโลก

## วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

ธรรมชาติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยที่ผู้เรียนค้นพบความรู้ และตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่ง Eisenkraft (2003) ได้เสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จาก 5 ขั้นตอน เป็น 7 ขั้นตอน โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียน และยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง (ประสาธ, 2550, หน้า 25-30) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 The Proposed 7-E Learning Cycle and Instruction Model (Eisenkraft, 2003)

การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้อง เรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ขั้นตอนของการเรียนรู้ตามแนวคิด Eisenkraft มีเนื้อหาสาระ ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ครูจะต้องทำหน้าที่การตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคม ท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่า เด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผน การจัดการเรียนรู้

ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู่มาก่อน ครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องทำให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) เมื่อ นักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป สร้างแบบจำลอง รูปภาพ ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายแนวกรอบความคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. **ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)** ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้อไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)** ครู จะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

รูปแบบการจัดการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่จะทำให้ นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตัวเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยความสุข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้น ควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล อันจะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุสู่จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ตารางที่ 1 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น (ประสาธ, 2550, หน้า 25-30)

| ขั้นการเรียนรู้                | บทบาทของครู                                                                                                                                                                                                                                  | บทบาทของนักเรียน                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตั้งคำถาม/ กำหนดประเด็นปัญหา</li> <li>- กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิม</li> <li>- ตรวจสอบความรู้/ ประสพการณ์เดิม</li> <li>- เติมเต็มประสบการณ์เดิม</li> <li>- วางแผนการจัดการเรียนรู้</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตอบคำถามตามความเข้าใจตนเอง</li> <li>- แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ</li> <li>- อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน</li> </ul> |

| ขั้นการเรียนรู้              | บทบาทของครู                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | บทบาทของนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. สร้างความสนใจ<br>(Engage) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- สร้างความสนใจ</li> <li>- กระตุ้นให้ร่วมกันคิด</li> <li>- ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด</li> <li>- สร้างความกระหายใคร่รู้</li> <li>- ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ</li> <li>- จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ</li> <li>- ตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน</li> </ul>                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ถามคำถามตามประเด็น</li> <li>- แสดงความสนใจในเหตุการณ์</li> <li>- กระจายอย่ากรู้คำตอบ</li> <li>- แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด</li> <li>- นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ</li> <li>- อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                              |
| 3. สำรวจค้นหา<br>(Explore)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ</li> <li>- ชักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา</li> <li>- สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน</li> <li>- ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่นักเรียน</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์</li> <li>- ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์</li> <li>- ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ</li> <li>- ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน</li> <li>- คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่</li> <li>- พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ</li> <li>- บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น</li> <li>- ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้</li> <li>- ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ</li> <li>- เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์และมีจริยบรรณของนักวิทยาศาสตร์</li> </ul> |

| ขั้นการเรียนรู้            | บทบาทของครู                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | บทบาทของนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. อธิบาย (Explain)        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง</li> <li>- ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ตนเองสังเกต</li> <li>- ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความ และบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้</li> <li>- ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้</li> <li>- รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์</li> <li>- คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ</li> <li>- ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย</li> <li>- รับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย</li> <li>- อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติตาม</li> <li>- ให้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย</li> </ul> |
| 5. ขยายความรู้ (Elaborate) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ตามบริบท</li> <li>- เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถาม</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม</li> <li>- ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง</li> <li>- บันทึกการสังเกตข้ออธิบาย</li> <li>- ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อนๆ</li> </ul>                                                                                                                                 |

| ขั้นการเรียนรู้               | บทบาทของครู                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | บทบาทของนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. ประเมินผล<br>(Evaluate)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอด และทักษะใหม่ไปปรับใช้- ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน</li> <li>- หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม</li> <li>- ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม</li> <li>- ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่างๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้</li> <li>- แสดงความรู้ความเข้าใจจากกิจกรรมสำรวจ ตรวจสอบ</li> <li>- เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป</li> </ul> |
| 7. นำความรู้ไปใช้<br>(Extend) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท</li> <li>- กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้</li> <li>- แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่</li> <li>- ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม</li> <li>- ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา</li> <li>- มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน</li> </ul>                                                    |

สรุปได้ว่าการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ครูมีหน้าที่คอยช่วยเหลือและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบเท่านั้น นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถ บนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล อันจะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

### ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2523) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรม และประสบการณ์เรียนที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือจากการสอบ จึงเป็นการ ตรวจสอบความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผล

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530, หน้า 29-32) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือคือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537, หน้า 295) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน ให้มีความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคย กระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน และพฤติกรรมของผู้เรียนต้องเป็น พฤติกรรมที่สามารถสังเกตเห็นได้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2540, หน้า 20) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น ความรู้ความสามารถของผู้เรียน เป็นผลมาจากการเรียนการสอน วัดโดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ ทั่วไป

กู๊ด (Good, 1973, pp. 7) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ความสำเร็จหรือ ความสามารถในการปฏิบัติงานทั้งด้านทักษะและองค์ความรู้

จากความหมายข้างต้น พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจที่เกิดจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือวัดผล สัมฤทธิ์

### วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติโดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิด และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วย ตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยแรกเริ่มก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ใน สถานศึกษา และเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษยและสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

#### การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จะใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของผู้สอบด้านพุทธิพิสัย แบบสอบประเภทนี้จะต้องมีความตรงตามเนื้อเรื่อง หมายความว่า เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นโดยครอบคลุมเนื้อหาวิชา สำหรับกระบวนการสร้างแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ ได้แก่ การตรวจสอบเนื้อเรื่องของแบบสอบนั้น ๆ ว่ามีตัวอย่างเฉพาะของพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดเป็นตัวแทนอยู่ครบหรือไม่

การสร้างแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี จะต้องมีการเตรียมตัวและการวางแผน เพื่อให้แบบสอบมีกลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างเด่นชัดจากการทดสอบแต่ละครั้ง ซึ่งจะต้องอาศัยกรรมวิธีอย่างมีระบบในการสร้างแบบสอบอย่างละชุด โดยปกติวิธีในการสร้างแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน (เยาวดี, 2553, หน้า 178-179) ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระ ที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะ หรือผังของการสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กระชับ และมีความชัดเจน

ขั้นที่ 4 สร้างข้อสอบที่ต้องการทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ใน

ตาราง

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 73) อธิบายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน

แบบทดสอบที่ดีควรมีลักษณะ 10 ประการ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 67-71) คือ

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงกับ จุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึง เปรียบเสมือนหัวใจของแบบทดสอบ ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ

1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้ คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการสอบใหม่อีกกี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการ ได้เปรียบ เสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการ เดา ผู้ที่ทำข้อสอบได้ ควรจะเป็นนักเรียนที่เรียนเก่งและขยันเท่านั้น

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผิน หรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดค้นแปลง แก้ไขปัญหาจนแล้วจึงตอบข้อสอบได้

5. ความขั้วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกสนาน ไม่ควรใช้คำถามซ้ำซาก ซึ่งน่าเบื่อหน่าย

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางคำถาม ตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง นักเรียนไม่ได้คะแนนเนื่องจากตอบไม่ถูก ดิกว่าไม่ได้คะแนนเนื่องจากไม่เข้าใจคำถาม

7. ความเป็นปรนัย (Objective) ความเป็นปรนัยเป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบ ไม่ใช่ ชนิดของแบบทดสอบ แบบทดสอบชนิดใดจะเป็นปรนัยหรือไม่ จะต้องมีความสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคนก็ตาม

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อพอประมาณ ใช้เวลาพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต สามารถตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสถานการณ์ในการสอบที่ดี

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ดี ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง เช่น ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Measurement) ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง แสดงว่าคนกลุ่มเก่งทำข้อสอบข้อนั้นถูก แต่คนกลุ่มอ่อนทำไม่ถูก

10. ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใด หรือ อัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เรียกว่ามีความยากพอเหมาะ ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์นั้น ถือว่าข้อสอบที่ดีคือสามารถวัดว่าผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่ ดังนั้นสิ่งสำคัญของข้อสอบอยู่ที่ว่าสามารถวัดในจุดประสงค์ที่ต้องการได้จริง หรือไม่ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดี แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 85-86) ได้กล่าวถึงชนิดของแบบทดสอบที่นิยมเขียนกันมีอยู่ 5 แบบ คือ

1. แบบความเรียง (Essay)
2. แบบถูกผิด (True-false)
3. แบบเติมคำ (Completion)
4. แบบจับคู่ (Matching)
5. แบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

ทุกชนิดเวลาเขียนต้องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวัด และแต่ละข้อแต่ละชนิดต้องรักษาให้มีความเป็นปรนัย (Objectivity) ในการวัดผลความเป็นปรนัย หมายถึง ข้อสอบที่คนสอบอ่านแล้วรู้ว่าถามอะไร สอบเสร็จแล้วไม่ว่าใครจะตรวจให้คะแนน ค่าของคะแนนจะเท่ากัน และการแปลความหมายของคะแนนในข้อนั้นจะตรงกัน สามประการนี้ถือเป็นหัวใจของความเป็นปรนัย (ขวาล แพรัตกุล, 2508 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 86) ที่ผู้เขียนข้อสอบจะต้องยึดถือไว้

จากการศึกษาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยยึดแนวทางดังกล่าวในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เพื่อวัดผลด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

## การคิดวิเคราะห์

### ความหมายของการคิดวิเคราะห์

จากการศึกษาพบว่า มีผู้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้มากมาย พอสรุปได้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2542) ได้ให้ความหมายของการคิดว่า การคิดเป็นกระบวนการทำงานของสมองโดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้า และสภาพแวดล้อม โดยนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบและเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546) ให้ความหมายว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่าทำมาจากอะไร มีองค์ประกอบอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร นอกจากนี้ยังเสนอความคิดเกี่ยวกับความหมายของการคิดวิเคราะห์อีกหลายนัย เช่น

1. การคิดวิเคราะห์หมายถึง การคิดเพื่อหาเหตุและหาผลของสิ่งที่ยังไม่ปรากฏ กระจาง เป็นปัญหา และที่น่าสงสัย กระบวนการคิดวิเคราะห์ได้รวบรวมผสมผสานการคิดแบบต่างๆ เอาไว้ เช่น การคิดแบบตีความ เป็นการคิดอย่างมีระบบระเบียบ อย่างมีขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้การแสวงหาข้อมูลประกอบการตีความ และนำมาวิเคราะห์ต่อไป
2. การวิเคราะห์เปรียบเหมือนการเห็นผลลัพธ์ของบางสิ่งแล้วไม่ด่วนสรุปทันทีที่เกิดจากสาเหตุใด มีองค์ประกอบใด มีความเป็นมาอย่างไร แต่พยายามหาข้อเท็จจริงที่ถูกต้องเสียก่อนว่าผลลัพธ์ที่เราเห็นนั้นเกิดจากสาเหตุที่แท้จริงคืออะไร โดยมาจากสมมติฐานที่ว่า ทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นมานั้นย่อมมีที่มาที่ไป ย่อมมีเหตุมีผล และมีองค์ประกอบย่อยๆ ซ่อนอยู่ภายใน ซึ่งอาจจะสอดคล้องหรือตรงกันข้ามกับสิ่งที่ปรากฏภายนอก ดังนั้นการที่จะเข้าใจสภาพที่แท้จริงจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามว่า สิ่งนี้เป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ก่อนที่จะสรุปความบางอย่างที่เกี่ยวกับเรื่องนั้น
3. การคิดวิเคราะห์หมายถึง การจำแนกแจกแจงองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งเหล่านั้นที่เกิดขึ้น
4. การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดที่นำไปสู่การตัดสินใจ การประเมินในเรื่องใดก็ตาม จำเป็นต้องมีการคิดเชิงวิเคราะห์เข้ามาช่วย การคิดเชิงวิเคราะห์จึงครอบคลุมแทบทุกเรื่องที่เราเข้ามาปะทะชีวิตประจำวัน โดยก่อนทำการตัดสินใจในเรื่องใดเราจำเป็นต้องเข้าใจเรื่องนั้น ต้องรู้ที่มาที่ไป รู้ผลดีผลเสียก่อนตัดสินใจ รู้ข้อเท็จจริง รู้ว่าถ้าปัจจุบันเป็นเช่นนี้ แนวโน้มอนาคตจะเป็นเช่นไร

รู้ว่าสิ่งที่เราสร้างสรรค์ขึ้นมานั้นนำมาใช้กับโลกความเป็นจริงได้หรือไม่ สิ่งเหล่านี้ย่อมช่วยให้เราตัดสินใจได้ถูกต้องเหมาะสมขึ้น การคิดวิเคราะห์ในแต่ละเรื่องจึงแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะวิเคราะห์ ลำดับขั้นตอนการคิดวิเคราะห์จะแตกต่างกันในรายละเอียด แต่โดยหลักการวิเคราะห์แล้วมีสิ่งที่เหมือนกันนั่นคือ การจำแนกแยกแยะข้อมูลนั้นออกเป็นส่วน ๆ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 9) ให้ความหมายของการวิเคราะห์และการคิดวิเคราะห์ว่า การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นส่วน ๆ เพื่อศึกษาค้นคว้าว่าทำมาจากอะไร มีองค์ประกอบอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร และเชื่อมโยงสัมพันธ์กันได้อย่างไร

การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

ดีวี่ (Dewey, 1933 อ้างถึงใน ลักขณา สิริวัฒน์, 2549, หน้า 68) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญใคร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นความคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

รัชเชลล์ (Russel, 1956 อ้างถึงใน ลักขณา สิริวัฒน์, 2549, หน้า 69) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่งโดยผู้คิดจะต้องใช้การพิจารณาตัดสินใจในเรื่องราวต่าง ๆ ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อน ๆ แล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสิน

กู๊ด (Good, 1973 อ้างถึงใน ลักขณา สิริวัฒน์, 2549, หน้า 69) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

บลูม (Bloom, 1976 อ้างถึงใน ลักขณา สิริวัฒน์, 2549, หน้า 69) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะ เพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

ลักขณา สิริวัฒน์ (2549, หน้า 69) ให้ความหมายว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์หรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกัน

อย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, หน้า 48) ให้ความหมายว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความคิดในการจำแนกแยกแยะข้อมูล องค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ

จากนิยามข้างต้นสรุปความหมายของการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) ว่าหมายถึงความสามารถในการจำแนกแยกแยะสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น มีจุดมุ่งหมายอะไร และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นเกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

#### องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 12-30) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 4 ประการ คือ

1. ความสามารถในการตีความ เราไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้ หากไม่เริ่มต้นด้วยการทำความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏ เริ่มแรกเราจึงต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับว่าจะอะไรเป็นอะไรด้วยการตีความ การตีความ (Interpretation) หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจ และให้เหตุผลในสิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรงคือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรง แต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏ อันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ เกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินใจ หรือเป็นไม้เมตรที่แต่ละคนสร้างขึ้นในการตีความนั้น ย่อมแตกต่างกันไปตามความรู้ ประสบการณ์ และค่านิยมของแต่ละบุคคล ตัวอย่างเช่น

- 1.1 การตีความจากความรู้ บุคคลที่มีความรู้ด้านจิตวิทยาย่อมเกิดความเข้าใจ ได้ว่าทำไมถึงมีการเกณฑ์ทหารบุคคลเพศชายที่อยู่ในช่วงวัยรุ่น ด้วยเหตุที่วัยรุ่นเป็นช่วงในระหว่างการพัฒนาเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ในทุก ๆ ด้านทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการอบรม และฝึกฝนให้ชายวัยรุ่นมีความรู้ วินัย ความรักชาติ และการป้องกันรักษาชาติบ้านเมืองยามมีข้าศึกมารุกรานก็จะได้ทุ่มเทกำลังรบได้โดยไม่ลังเลใจนั่นเอง

- 1.2 การตีความจากประสบการณ์ การตีความจากประสบการณ์เป็นการคิดโดยการอาศัยการระลึกถึงเหตุการณ์ที่เป็นผลที่ได้รับจากการประสบพบเห็นจากตนเองโดยตรง ถ้าเป็นผลดี

จะคงไว้แต่ถ้าเป็นผลเสียจะไม่คิดเช่นนั้นอีกต่อไป เช่น การยิ้มแย้มแจ่มใสแสดงถึงอารมณ์ดี ดังนั้นถ้าจะเข้าพบหัวหน้างานในเรื่องที่เป็นปัญหาก็จะเข้าพบได้ แต่ถ้าเขาแสดงถึงภาวะอารมณ์เสีย ก็จะไม่เข้าพบในเวลานั้น เป็นต้น

1.3 การตีความจากค่านิยม ค่านิยมเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของบุคคลในลักษณะที่เป็นความคิดว่าดีเหมาะสมและจะปฏิบัติตาม เช่น เด็กวัยรุ่นมักจะชอบแต่งกายตามแบบอย่างกัน ใช้ภาษาแปลก ๆ ใหม่ ๆ และเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามกระแสของวัฒนธรรมต่างชาติ เป็นต้น

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ เราจะวิเคราะห์ได้นั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง มีทั้งหมดหมู่ จัดลำดับความสำคัญอย่างไร และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อให้เกิดอะไร การวิเคราะห์ของเราในเรื่องนั้น จะไม่สมเหตุผลผลเลยหากเราไม่มีความรู้ความเข้าใจเรื่องนั้น เราจำเป็นต้องใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามาเป็นองค์ประกอบในการคิด ถ้าเราขาดความรู้ เราอาจไม่สามารถวิเคราะห์หาเหตุผลได้ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ตัวอย่างเช่น มีคำถามว่าในขณะที่มีการประชุมประทุ้งของประชาชนบางกลุ่มในท้องสนามหลวง มีผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศหรือไม่ ถ้าเราไม่มีความรู้ หรือข้อมูล และความสามารถในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพียงพอ เราก็ไม่สามารถตอบได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้น

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัยและช่างถาม นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามส่วนนี้ร่วมด้วยคือ ต้องเป็นคนที่ช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนที่ช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติไม่ละเลยไปแต่หยุดพิจารณา ขบคิดไตร่ตรอง และต้องเป็นคนที่ช่างถาม ชอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบ ๆ ข้างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้น การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ สำหรับขอบเขตคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์ จะยึดหลักการตั้งคำถามโดยใช้หลัก 5W 1H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How) คำถามเหล่านี้อาจไม่จำเป็นต้องใช้ทุกข้อ เพราะการตั้งคำถามมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความชัดเจน ครอบคลุมและตรงประเด็นที่เราต้องการสืบค้น

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล สามารถค้นหาคำตอบได้ว่า

4.1 อะไรเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้

4.2 เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไร

4.3 เรื่องนี้มีใครเกี่ยวข้องบ้าง เกี่ยวข้องกันอย่างไร

4.4 เมื่อเกิดเรื่องนี้ จะส่งผลกระทบอย่างไรบ้าง

4.5 สาเหตุที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์นี้

4.6 องค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น

4.7 วิธีการ ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้

4.8 สิ่งนี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง

4.9 แนวทางแก้ปัญหาจะมีอะไรบ้าง

4.10 ถ้าทำเช่นนี้ จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 17) อธิบายว่า การคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบสำคัญ

3 ประการ ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้ เป็นสิ่งสำร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์ เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

2. หลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหา ลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน เป็นต้น

3. การค้นหาความจริงหรือความสำคัญ เป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป สรุปได้ว่าองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย ความสามารถในการตีความ ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ ความช่างสังเกต ช่างสงสัยและช่างถาม และความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

**ลักษณะของการคิดวิเคราะห์**

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของการคิดวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 23-24) อธิบายว่า การคิดวิเคราะห์ อาจจำแนกออกเป็น

3 ลักษณะดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของ สิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช สัตว์ ข้าว ข้อความหรือ เหตุการณ์ เป็นต้น ตัวอย่างคำถามการวิเคราะห์ส่วนประกอบ เช่น ส่วนประกอบของพืชมี อะไรบ้าง อะไรเป็นสาเหตุสำคัญของการระบาดของไข้หวัดนกในประเทศไทย สาเหตุสำคัญของการปฏิรูปการเรียนรู้คืออะไร เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยการระบุนความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างคำถามการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เช่น การเกิดภัยธรรมชาติ มีความสัมพันธ์กับระบบนิเวศอย่างไร การพัฒนาประเทศกับการศึกษา มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นต้น

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่องการระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่าน และรูปแบบภาษาที่ใช้ เป็นต้น ตัวอย่างคำถามการวิเคราะห์หลักการ เช่น หลักการสำคัญของศาสนาพุทธ ได้แก่อะไร หลักการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้แก่อะไร ความมุ่งหมายของการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ประกอบด้วยอะไรบ้าง เป็นต้น

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวังนิ (2544, หน้า 51) ได้จำแนกการคิดวิเคราะห์เป็นพฤติกรรมย่อยได้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของและเรื่องราวความสำคัญต่าง ๆ เป็นความสามารถในการบอกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น ความแตกต่างจากข้อสรุปจากข้อเท็จจริงที่นำมาสนับสนุน เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ สาเหตุและสาระสำคัญของเรื่อง

2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ ว่าเป็นการระบุนความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผลและความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่า สัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เป็นความสามารถในการให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่อง ระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นที่สำคัญของเรื่อง เทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่าน และรูปแบบของภาษาที่ใช้ เช่น การบอกหรือการอธิบายสิ่งที่เป็ใจความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ และหลักการของสิ่งที่เรียนได้

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549, หน้า 72-73) ได้กล่าวถึงลักษณะการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์มีลักษณะเป็นการกำหนดขอบเขตของสิ่งที่จะวิเคราะห์ โดยกำหนดจุดมุ่งหมายลงไปว่าจะคิดวิเคราะห์เพื่ออะไร ด้วยการใช้ทฤษฎีใด ๆ ที่เห็นว่าเหมาะสมมาเป็นกรอบในการคิดวิเคราะห์ แล้วต้องสรุปผลรายงานให้ชัดเจน สำหรับการคิดวิเคราะห์เป็นจะต้องมีพื้นฐานหลายประการในการที่จะนำสู่การคิดวิเคราะห์ ซึ่งได้แก่

1. ลักษณะการคิดที่เป็นหัวใจของการคิด คือ เป้าหมายของการคิด

2. ลักษณะการคิดระดับพื้นฐาน มี 4 ลักษณะ ประกอบด้วย

2.1 การคิดคล่อง

2.2 การคิดหลากหลาย

2.3 การคิดละเอียดลออ

2.4 การคิดให้ชัดเจน

3. ลักษณะการคิดระดับกลาง มี 4 ลักษณะ ประกอบด้วย

3.1 การคิดกว้าง

3.2 การคิดลึกซึ้ง

3.3 การคิดไกล

3.4 การคิดอย่างมีเหตุผล

4. ลักษณะการคิดระดับสูง ได้แก่ การคิดที่ต้องมีกระบวนการ มีขั้นตอนที่มากและซับซ้อนที่เรียกว่า กระบวนการคิด และกระบวนการคิดที่มีความสำคัญและจำเป็นมาก คือ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งหากบุคคลใดสามารถคิดได้อย่างมีวิจารณญาณก็จะสานความคิดที่ผ่านมา กลับกรองมาดีแล้ว และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

ดังนั้น จึงสามารถสรุปลักษณะของการคิดวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการจำแนกแยกแยะหาความสำคัญว่าอะไรสำคัญที่สุด
2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร
3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้น ๆ เกี่ยวข้องกันโดยอาศัยหลักการใดเป็นสำคัญ

สรุปได้ว่าลักษณะของการคิดวิเคราะห์จำแนกได้เป็น การวิเคราะห์ความสำคัญของส่วนประกอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ จากการศึกษาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยยึดแนวทางดังกล่าวในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

#### เทคนิคการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 21-22) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดโดยใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลัก เป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่างละเอียด จากเหตุไปสู่ผล ตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผลความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

เทคนิคการคิดวิเคราะห์อย่างง่ายที่นิยมใช้ คือ 5W 1H

1. What (อะไร) ปัญหาหรือสาเหตุที่เกิดขึ้น
  - เกิดอะไรขึ้นบ้าง
  - มีอะไรเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้
  - หลักฐานที่สำคัญที่สุด คืออะไร
  - สาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นี้ คืออะไร
2. Where (ที่ไหน) สถานที่หรือตำแหน่งที่เกิดเหตุ
  - เรื่องนี้เกิดขึ้นที่ไหน
  - เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นที่ใดมากที่สุด
3. When (เมื่อไร) เวลาที่เหตุการณ์นั้นได้เกิดขึ้น หรือจะเกิดขึ้น
  - เหตุการณ์นั้น น่าจะเกิดขึ้นเมื่อไร
  - เวลาใดบ้างที่สถานการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นได้
4. Why (ทำไม) สาเหตุหรือมูลเหตุที่ทำให้เกิดขึ้น
  - เหตุใดต้องเป็นคนนี้ เป็นเวลานี้ เป็นสถานที่นี้
  - เพราะเหตุใดเหตุการณ์นี้จึงเกิดขึ้น
  - ทำไมจึงเกิดเรื่องนี้
5. Who (ใคร) บุคคลสำคัญเป็นตัวประกอบหรือเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะได้รับผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบ
  - ใครอยู่ในเหตุการณ์บ้าง
  - ใครน่าจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้บ้าง
  - ใครน่าจะเป็นคนที่ทำให้สถานการณ์นี้เกิดมากที่สุด
  - เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใครได้ประโยชน์ ใครเสียประโยชน์
6. How (อย่างไร) รายละเอียดของสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วหรือกำลังจะเกิดขึ้นว่ามีความเป็นไปได้ในลักษณะใด
  - เขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร
  - ลำดับเหตุการณ์นี้ดูว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรบ้าง
  - เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร
  - มีหลักในการพิจารณาคนได้อย่างไรบ้าง

การคิดวิเคราะห์ด้วยเทคนิค 5W 1H จะสามารถได้เรียงความชัดเจนในแต่ละเรื่องที่เรา กำลังคิดเป็นอย่างดี ทำให้เกิดความครบถ้วนสมบูรณ์ ดังนั้น ในบางครั้งการเริ่มคิดวิเคราะห์

ถ้าคิดอะไรไม่ออกก็ขอแนะให้เริ่มถามตนเอง โดยใช้คำถามจาก 5W 1H ถามตนเอง

### คุณสมบัติของบุคคลที่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 14) อธิบายว่า คุณสมบัติของบุคคลที่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์ มีดังนี้ คือ

#### 1. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ที่ดี ผู้คิดจะต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะจะช่วย กำหนดขอบเขตการวิเคราะห์ จำแนกแจกแจงองค์ประกอบ จัดหมวดหมู่ ลำดับความสำคัญ หรือ หาสาเหตุของเรื่องราวเหตุการณ์ได้ชัดเจน

#### 2. ช่างสังเกต ช่างสงสัย ช่างได้ถาม

ช่างสังเกต สามารถเห็นหรือค้นหาความผิดปกติของสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลย หยุดคิดพิจารณา ช่างได้ถาม ชอบตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ เพื่อนำไปสู่การขบคิด ค้นหาความจริงในเรื่องนั้น คำถามที่มักใช้กับการวิเคราะห์คือ 5W 1H

#### 3. ความสามารถในการตีความ

การตีความเกิดจากการรับข้อมูลเข้ามาทางประสาทสัมผัส สมองจะทำการ ตีความข้อมูล โดยวิเคราะห์เทียบกับความทรงจำหรือความรู้เดิมที่เกี่ยวกับเรื่องนั้น เกณฑ์ที่ใช้เป็นมาตรฐาน ในการตัดสินจะแตกต่างกันไป ตามความรู้ ประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคล เช่น เราเห็น คนหน้าบึ้ง อาจตีความว่าเขากำลังอารมณ์เสีย เห็นคนแต่งตัวมอซออาจตีความว่าเขาเป็นคน ยากจน

#### 4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

การคิดวิเคราะห์จะเกิดขึ้นเมื่อพบสิ่งที่มีความคลุมเครือเกิดข้อสงสัย ตามมาด้วยคำถาม ต้องค้นหาคำตอบหรือความน่าจะเป็น ว่ามีความเป็นมาอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จะส่งผล กระทบอย่างไร ซึ่งสมองจะพยายามคิดเพื่อหาข้อสรุป ความรู้ความเข้าใจอย่างสมเหตุสมผล

สรุปได้ว่าบุคคลที่มีคุณสมบัติเอื้อต่อการคิดวิเคราะห์ จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ ช่างสังเกต ช่างสงสัย ช่างได้ถามเพื่อนำไปสู่การค้นหาความจริงในเรื่องนั้น ๆ มีความสามารถในการตีความ และความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

### การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ตามแนวของบลูม (Bloom, 1956 อ้างอิงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 149-154) กล่าวถึง การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่า เป็นการ

วัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่า ประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมีส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านการวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การวิเคราะห์จึงอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ มาประกอบการพิจารณา การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งย่อยออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Elements) เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่ยู่นั้นมีอะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถาม สิ่งใดที่ขาดเสียมิได้ สอนแบบใดเด็กจึงอยากเรียนมากกว่าวิธีอื่น เช่น ข้อความนี้กล่าวถึงถึงสิ่งสำคัญใด ที่กล่าวเช่นนั้นเพื่อให้เกิดอะไร

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) เป็นความสามารถในการค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อกันเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร การวิเคราะห์ความสัมพันธ์อาจจะถามความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับเหตุ เนื้อเรื่องกับผล เหตุกับผล ตัวอย่างคำถาม เช่น เพราะเหตุใดจึงต้องทำตามแนวโค้งของโลก เหตุใดคนตกใจมากจึงเป็นลม

3. การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้นว่ายึดหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่านมีโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ คำถามวิเคราะห์หลักการ มักจะมีคำถามทำว่า ยึดหลักการใด มีหลักการใดอยู่เสมอ ตัวอย่างคำถามประเภทนี้ เช่น รถยนต์วิ่งได้ด้วยหลักการใด มีหลักการเตรียมตัวอย่างไร จึงจะสอบปริญญาโทได้

สมนึก ภททิษณี (2549 , หน้า 144-146) กล่าวว่า การวัดการคิดวิเคราะห์ เป็นการให้วิจารณ์ญาณเพื่อไตร่ตรอง การแยกแยะพิจารณารายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด สองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้หรือทำงานได้เพราะใช้หลักการใด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่า ชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใดตอนใดสำคัญที่สุด หรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ สิ่งที่ชอบเร้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราว หรือสิ่งต่าง ๆ ว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน

3. การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาชิ้นส่วน หรือส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกันได้ หรือคงสภาพเช่นนั้นได้เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง จึงถาม

โครงสร้างหรือหลัก หรือวิธีการที่ยึดถือ

สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ

### ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2548, หน้า 32-47) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา โดยธรรมชาติคนเราจะมีจุดอ่อนด้านความสามารถทางการคิดหลายประการ การคิดเชิงวิเคราะห์จะช่วยเสริมจุดอ่อนทางความคิดเหล่านี้ได้ อาทิ

- 1.1 ช่วยให้นิ่งถึงความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่าง
- 1.2 ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวเป็นข้อสรุปทั่วไป
- 1.3 ช่วยขุดค้นสาระของความประทับใจครั้งแรก
- 1.4 ช่วยตรวจสอบการคาดคะเนบนฐานความรู้เดิม
- 1.5 ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคล

2. การคิดวิเคราะห์เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่น ๆ
3. การคิดวิเคราะห์ช่วยในการแก้ปัญหา
4. การคิดวิเคราะห์ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ
5. การคิดวิเคราะห์ช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล
6. การคิดวิเคราะห์ช่วยให้เข้าใจแง่มุมกระจ่าง

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 39) ได้อธิบายประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า

1. ช่วยให้เราารู้ข้อเท็จจริง

2. ช่วยให้เราสำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ปรากฏและไม่ด่วนสรุปตามอารมณ์ความรู้สึกหรืออคติ

3. ช่วยให้เราไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่าย ๆ
4. ช่วยพิจารณาสาระสำคัญอื่น ๆ
5. ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต
6. ช่วยให้เราหาเหตุผลที่สมเหตุสมผล
7. ช่วยประมาณความน่าจะเป็น

ลักษณะ สิริวัฒน์ (2549, หน้า 74-79) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา
2. ช่วยให้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่างในการสรุปเรื่อง
3. ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวเป็นข้อสรุปทั่วไป
4. ช่วยขุดค้นสาระของความประทับใจครั้งแรก
5. ช่วยตรวจสอบการคาดคะเนฐานความรู้เดิมในหลาย ๆ เรื่องที่เราสรุปตามความรู้

ความเข้าใจของเรา

6. ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคล
7. เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่น ๆ
8. ช่วยในการแก้ปัญหา
9. ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ
10. ช่วยให้มีความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล
11. ช่วยให้เราเข้าใจแจ่มกระจ่าง

สรุปได้ว่า ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ช่วยให้สามารถแก้ปัญหา ประเมิน ตัดสินใจ และสรุปข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความสมเหตุสมผล

## เจตคติทางวิทยาศาสตร์

### ความหมายของเจตคติ

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของเจตคติ ไว้ดังนี้

แสงเดือน ทวีสิน (2545, หน้า 67) อธิบายความหมายของเจตคติว่า ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความรู้สึกดังกล่าวอาจจะเกี่ยวกับบุคคล สิ่งของ สถานการณ์ เหตุการณ์ เป็นต้น เมื่อเกิดความรู้สึก บุคคลนั้นจะมีการเตรียมพร้อมเพื่อมีปฏิกิริยาได้ไปในทิศทางใดทางหนึ่งตามความรู้สึกของตนเอง

กู๊ด (Good, 1973, pp. 49) ให้คำจำกัดความว่าเจตคติ คือ ความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะหนึ่ง อาจเป็นการต่อต้านสถานการณ์บางอย่าง บุคคล หรือสิ่งของใด ๆ

เธอร์สโตน (Thurstone, 1964, pp. 453 อ้างถึงใน เสาวรส พลโคตร, 2550, หน้า 40) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ตัวแปรทางจิตวิทยาอย่างหนึ่งที่ไม่อาจสังเกตได้โดยง่าย แต่เป็นความโน้มเอียงภายใน แสดงออกให้เห็นได้จากพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง เจตคดียังเป็นเรื่องของความชอบ ความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึกและความเชื่อในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971, pp. 6-7 อ้างถึงใน เสาวรส พลโคตร, 2550, หน้า 40) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของอารมณ์ที่ประเมินจากความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์ ซึ่งทำให้บุคคลพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมตอบสนองสิ่งเร้า หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในทิศทางที่ประเมินไว้

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใด ๆ ซึ่งทำให้บุคคลพร้อมที่จะแสดงออกให้เห็นได้จากพฤติกรรมใด ๆ

นักวิทยาศาสตร์ศึกษา (Science educator) ได้ให้นิยามและองค์ประกอบของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) ไว้ต่าง ๆ กันไป (ประวิตร ชุติลปี, 2542, หน้า 27-29) และบางท่านยังเรียกชื่ออีกอย่างว่า “Scientific Mindedness” หรือจิตแบบวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นความเจริญงอกงามที่เกิดขึ้นในจิตใจ ขอนำองค์ประกอบที่พึงประสงค์ ของการแสดงออกว่าเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ที่ยอมรับกันแพร่หลายและมักใช้อ้างอิงเสมอของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาคณะหนึ่งแห่ง University of Wisconsin - Milwaukee ชื่อ แฮนีย์ (Richard E. Haney) ซึ่งได้กำหนดองค์ประกอบที่สำคัญดังกล่าวไว้ 8 ประการ (Haney, 1964, pp. 33-35; Thurber and Collette, 1970, pp. 154 อ้างถึงใน ประวิตร ชุติลปี, 2542, หน้า 27-29) ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity)
2. ความมีเหตุมีผล (Rationality)
3. การไม่ด่วนสรุป (Suspended Judgment)
4. ความใจกว้าง (Open - mindedness)
5. การมีวิจารณ์ญาณ (Critical - mindedness)
6. การไม่ถือตนเป็นใหญ่ (Objectivity)
7. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
8. ความอ่อนน้อมถ่อมตน (Humility)

องค์ประกอบหรือคุณลักษณะ 3 ประการแรก คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล และการไม่ด่วนสรุป เป็นคุณลักษณะที่จะนำไปสู่การแสดงออกหรือมีพฤติกรรมแบบวิทยาศาสตร์ (Guides to Scientific Behavior) การมีองค์ประกอบในข้อ 4-7 จะช่วยในการรู้จักยอมรับแนวความคิดใหม่ (Acceptance of New Ideas) และองค์ประกอบสุดท้ายคือ ความอ่อนน้อมถ่อมตน นั้นถือเป็นคุณสมบัติที่ดีที่ทุกคนควรมีประจำเป็นนิสัยถาวรของตนไว้ (Personality Traits) จึงกล่าวได้ว่าองค์ประกอบทั้ง 8 ประการนี้ ก็คือ คุณลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ดังนั้นจึงอาจให้นิยามของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า หมายถึง พฤติกรรมทางด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นจากการฝึกฝนอบรม ประกอบขึ้นด้วยคุณลักษณะทั้ง 8 ประการข้างต้น

### ลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531) คือ

#### 1. เจตคติที่เกิดจากการใช้ความรู้

1.1 กฎเกณฑ์ ทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

1.2 การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยถือผลที่เกิดจากการสังเกต ทดลอง ตามที่เกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูลองค์ประกอบที่เหมาะสม

#### 2. เจตคติที่เกิดจากความรู้สึกลึก

2.1 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มุ่งที่จะก่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ คุณค่าสำคัญจึงอยู่ที่การสร้างทฤษฎี

2.2 ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะมีมากขึ้นถ้าได้รับการสนับสนุนจากบุคคล

2.3 การเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือการทำงานที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่น่าสนใจและมีคุณค่า

### องค์ประกอบของเจตคติ

เจตคติจะเกิดขึ้นได้ จะต้องมียุทธศาสตร์ประกอบ 3 ประการ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531) คือ

1. ความคิด (Cognitive Component) เมื่อบุคคลมีการปะทะ (Interaction) ต่อสิ่งต่าง ๆ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ มนุษย์จะเกิดความคิดเห็นต่อสิ่งต่าง ๆ และเกิดการรับรู้ (Perception) หลังจากการรับรู้ ทำให้มนุษย์เกิดแนวความคิดว่าสิ่งนั้นหรือสถานการณ์หรือสภาพการณ์นั้นถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง เหมาะสมหรือไม่เหมาะสม ดีหรือไม่ดี เป็นต้น

2. ความรู้สึก (Affective Component) เกิดจากอารมณ์ของบุคคลที่มีผลสืบเนื่องจากแนวความคิดต่อสิ่งต่าง ๆ ถ้าบุคคลมีความคิดที่ดีต่อสิ่งใด ก็จะมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น ชอบหรือไม่ชอบ รัก ความโกรธ ความเกลียด ความพอใจ ความไม่พอใจ เป็นต้น

3. พฤติกรรม (Behavioral Component) เมื่อบุคคลมีความคิด ความรู้สึกเกิดขึ้นผลที่ตามมา คือ การแสดงพฤติกรรมเพื่อตอบสนองต่อสิ่งนั้น เช่น แสดงออกในการยอมรับ ไม่ยอมรับ ปฏิเสธ หรือสนับสนุน หรือคัดค้าน เหล่านี้เป็นต้น

### คุณลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่เหมือนกับเจตคติของบุคคล ที่แสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ โดยทั่วไปเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการ (Process) ที่นักวิทยาศาสตร์ได้กระทำเพื่อค้นหาความรู้และให้ได้มาซึ่งความรู้ที่ถูกต้อง เป็นจริง และเป็นที่ยอมรับ ดังนั้น

บุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นบุคคลที่มีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เป็นคนที่มีเหตุผล

- 1.1 จะต้องเป็นคนที่ยอมรับ และเชื่อในความสำคัญของเหตุผล
- 1.2 ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ
- 1.3 ค้นหาสาเหตุของปัญหาหรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น

เกิดขึ้น

1.4 ต้องเป็นบุคคลที่สนใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และจะต้องเป็นบุคคลที่พยายามค้นหาคำตอบว่า ปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไมจึงเกิดเหตุการณ์เช่นนั้น

2. เป็นคนที่มีความอยากรู้อยากเห็น

- 2.1 มีความพยายามที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ อยู่เสมอ
- 2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมเสมอ
- 2.3 จะต้องเป็นบุคคลที่ชอบซักถาม ค้นหาความรู้โดยวิธีการต่าง ๆ อยู่เสมอ

3. เป็นบุคคลที่มีใจกว้าง

- 3.1 เป็นบุคคลที่กล้ายอมรับการวิพากษ์วิจารณ์จากบุคคลอื่น
- 3.2 เป็นบุคคลที่จะรับรู้และยอมรับความคิดเห็นใหม่ ๆ อยู่เสมอ
- 3.3 เป็นบุคคลที่เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดให้แก่บุคคลอื่น
- 3.4 ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

4. เป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง

- 4.1 เป็นบุคคลที่มีความซื่อตรง อดทน ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ
- 4.2 เป็นบุคคลที่มีความมั่นคง หนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์
- 4.3 สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ อย่างตรงไปตรงมา ไม่ลำเอียง และมีอคติ

5. มีความเพียรพยายาม

- 5.1 ทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์
- 5.2 ไม่ทอดทิ้งเมื่อผลการทดลองล้มเหลว หรือมีอุปสรรค
- 5.3 มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการค้นหาความรู้

6. มีความละเอียดรอบคอบ

- 6.1 รู้จักใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ
- 6.2 ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนกว่าจะมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
- 6.3 หลีกเลี่ยงการตัดสินใจ และการสรุปผลที่ยังไม่มีการวิเคราะห์แล้วเป็นอย่างดี

### การวัดเจตคติ

เจตคติเป็นพฤติกรรมที่วัดได้ยาก นักวัดผลการศึกษาได้พยายามหาวิธีการสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพ ซึ่งมีวิธีการสร้างแบบวัดหลายวิธี เช่น การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดแนวทางของ ลิเกิร์ต (Likert, n.d. อ้างถึงใน แสงเดือน ทวีสิน, 2545, หน้า 72) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้สึก และความเชื่อของบุคคลทั้งทางบวกและทางลบ แล้วให้ผู้ตอบเลือกจากตัวเลือก 5 ตัว โดยกำหนดเป็นคะแนนดังนี้

ทางด้านบวก กำหนดเป็นคะแนนดังนี้

|                      |   |       |
|----------------------|---|-------|
| เห็นด้วยอย่างยิ่ง    | 5 | คะแนน |
| เห็นด้วย             | 4 | คะแนน |
| ไม่แน่ใจ             | 3 | คะแนน |
| ไม่เห็นด้วย          | 2 | คะแนน |
| ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง | 1 | คะแนน |

ทางด้านลบ กำหนดเป็นคะแนนดังนี้

|                      |   |       |
|----------------------|---|-------|
| เห็นด้วยอย่างยิ่ง    | 1 | คะแนน |
| เห็นด้วย             | 2 | คะแนน |
| ไม่แน่ใจ             | 3 | คะแนน |
| ไม่เห็นด้วย          | 4 | คะแนน |
| ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง | 5 | คะแนน |

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบของลิเกิร์ต

1. พิจารณาให้ชัดเจนว่าวัดเจตคติเรื่องอะไร โดยกำหนดขอบเขต ความหมายของเจตคตินั้นอย่างแน่นอนชัดเจน
  2. เมื่อกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งที่วัดอย่างแน่นอนแล้วก็สร้างข้อความในแต่ละเรื่องขึ้นมา ข้อความควรจะ
    - 2.1 ไม่ใช่ข้อเท็จจริง หรือเป็นความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แต่ต้องเป็นความรู้สึกหรือความเชื่อ หรือความตั้งใจที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
    - 2.2 ข้อความที่จะวัด ควรจะประกอบด้วยข้อความทั้งทางด้านบวกและลบคละกันไป ไม่ควรจะมีด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว
    - 2.3 ข้อความนั้นๆ จะต้องอ่านเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน กำกวม
3. ทำการทดสอบก่อนใช้ โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างที่คล้ายกับประชากรที่เราจะศึกษาจริง เพื่อทำการวิเคราะห์ว่าข้อความที่เราสร้างนั้นสามารถวัดได้ตรงตามที่ต้องการ

4. การแปลความหมายคะแนนที่ได้จะดูจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม วิธีนี้จะใช้ได้ดีในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดระหว่างกลุ่ม หรือในกลุ่มเดียวกันก็ได้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดเจตคติสามารถวัดได้สองทิศทาง คือเจตคติทางบวก และเจตคติทางลบ โดยในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แบบวัดตามแนวคิดของลิเกิร์ตเพื่อใช้วัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### งานวิจัยในประเทศ

#### งานวิจัยเกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

พฤกษ์ โปรงสำโรง (2549) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม กำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสถิติทดสอบค่าที (*t-test*) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70 3) นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ หลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาลงการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วีระพล ภาระเวช (2550) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การแบ่งเซลล์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ (7E) กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนโรงเรียนปรีธิตวิทยาลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 45 คน การศึกษาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 2 กิจกรรม คือ การเรียนรู้เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และแบบไมโอซิส เมื่อเสร็จสิ้นทั้ง 2 กิจกรรมทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าสถิติพื้นฐาน ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนร้อยละ 82.22 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแบ่งเซลล์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การ

แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้เรียนมีพฤติกรรมในการทำงานเป็นกลุ่ม และมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ในระดับพึงพอใจมาก

ปิยวรรณ ประเสริฐไทย (2551) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการสอนบูรณาการแบบคู่ขนานด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องลำห้วยบอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกล้วยห้วยชัน วิทยาคาร จังหวัดขอนแก่น จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่องลำห้วยบอง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนบูรณาการแบบคู่ขนานด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องลำห้วยบอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 47.45 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 75 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.10 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 22 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 24 คน คิดเป็นร้อยละ 91.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 ด้านเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียน พบว่าหลังได้รับการสอนโดยวิธีการสอนบูรณาการแบบคู่ขนานด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องลำห้วยบอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

นภารัตน์ หวังสุขกลาง (2552) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 49 คน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง) การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบ Pre-Experimental Design โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มที่มีการทดสอบเฉพาะหลังการทดลอง เพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและแฟ้มสะสมผลงานของนักเรียน แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนจำนวนร้อยละ 57.14 มีคะแนนด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 60 ขึ้นไป ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์

ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 60.78 2) นักเรียนจำนวนร้อยละ 71.42 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และมีนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย ร้อยละ 73.78 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ลักษณะ สิริมาลา (2553) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E รูปแบบการวิจัยเป็นแบบ One-Shot Case Study กลุ่มทดลองเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 36 คน โรงเรียนเทพสถิตวิทยา จังหวัดชัยภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E พบว่าในจำนวนนักเรียน 36 คน มีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 72.22 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E พบว่าในจำนวนนักเรียน 36 คน มีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 80.56 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

#### งานวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

จริยา ภูสีฤทธิ์ (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ John Dewey ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเสาเล้าผักชีศรีสวัสดิ์ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 20 คน การวิจัยนี้ใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้วิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลของครู คือ แบบบันทึกประจำวัน แบบสังเกตพฤติกรรมการสอน แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบทดสอบท้ายวงจร แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีค่าความเชื่อมั่นที่ 0.75 และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นที่ 0.77 ผลการวิจัยบ่งชี้ว่า นักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดมีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดมีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20

สุธารพิกษ์ โนนพิชัย (2550) ได้ศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนร่อนคำ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 42 คน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบยังไม่เข้าขั้นการทดลอง ใช้รูปแบบการศึกษาเฉพาะกรณีโดยให้การทดลอง 1 กลุ่ม วัด 1 ครั้ง หลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ผลการวิจัยพบว่า ด้านการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) โดยภาพรวม เห็นด้วยอยู่ในระดับ “มาก” ( $\bar{X} = 4.02$ )

สุขุมมัลย์ แสงกล้า (2551) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และแรงงูใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบกระตือรือร้นกับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 71 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ชนิด ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น แผนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และแบบทดสอบ คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดแรงงูใจใฝ่สัมฤทธิ์ตามทฤษฎีของแมคเคลแลนด์ ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นมีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 76.26/ 75.67 และแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 75.54/ 72.50

2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7009 และแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6579

3. นักเรียนที่เรียนแบบกระตือรือร้นและนักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และแรงงูใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนเพิ่มขึ้นก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนแบบกระตือรือร้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์เฉพาะด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ และแรงงูใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมและรายด้านจำนวน 4 ด้าน หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

## ระดับ .05

โดยสรุป นักเรียนที่เรียนรู้แบบกระตือรือร้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มากกว่านักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น จึงควรส่งเสริม สนับสนุนให้ครูวิทยาศาสตร์นำวิธีการสอนรูปแบบการสอนนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ชนิษฐา อินทะศรี (2553) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านโคกสง่า จังหวัดอุดรธานี จำนวน 20 คน รูปแบบการวิจัยเป็น แบบ One-Shot Case Study เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นของ นักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีจำนวนนักเรียน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวนนักเรียน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ของ นักเรียนทั้งหมด มีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และความ คิดเห็นของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยรวมเฉลี่ย อยู่ในระดับ เห็นด้วย “มาก” ทุกด้าน ดังนี้ ด้านที่ 1 ด้านพฤติกรรมครู โดยรวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.23$ ) ด้านที่ 2 ด้านบรรยากาศในการเรียนและสิ่งแวดล้อมในห้องเรียน โดยรวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.99$ ) และ ด้านที่ 3 ด้านพฤติกรรมนักเรียนโดยรวมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.06$ )

ชนิดาพร พลนามอินทร์ (2551) ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องบรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (CLM) ของ Yager ทดลองกับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 52 คน โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม จังหวัดขอนแก่น เครื่องมือที่ใช้ใน การวิจัยประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ทดลอง ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องบรรยากาศของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของ Yager 2) เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการทดลอง ประกอบด้วย แบบบันทึกการสอน แบบสังเกตการสอน แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ 3) เครื่องมือที่ ใช้ในการประเมินผลการทดลอง ประกอบด้วย แบบวัดการคิดวิเคราะห์เรื่องบรรยากาศของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องบรรยากาศของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 วิเคราะห์การคิดวิเคราะห์ด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนด้วยข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องบรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของ Yager นักเรียนได้พัฒนาการคิดอย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเองตลอดเวลา และสามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ได้ทั้ง 3 ด้าน คือการวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ ทำให้นักเรียนมีคะแนนการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2. ด้านการคิดวิเคราะห์ นักเรียนทั้งหมด 52 คน มีคะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 43 คนคิดเป็น ร้อยละ 82.69 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนทั้งหมด 52 คน มีคะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 45 คนคิดเป็น ร้อยละ 86.54 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เทียนทอง ดิรัถยา (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนตามแนวคิดทฤษฎีสรณนิยมของ Underhill โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุปถัมภ์” อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 39 คนโดยเลือกแบบเจาะจง การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ แบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้แบบบันทึกประจำวันของครู แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคิดทฤษฎีสรณนิยมของ Underhill มีคะแนนด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 31 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 39 คน คิดเป็นร้อยละ 79.49 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 30 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 39 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92

อุบล อรรคแสง (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ร่างกายของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องร่างกายของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการทดลอง

ได้แก่ แบบบันทึกประจำวันของครู แบบสังเกตการณ์สอนของครูผู้ช่วยวิจัย แบบสัมภาษณ์นักเรียน 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการทดลอง ได้แก่ แบบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องร่างกายของเรา การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยหาค่าร้อยละ และข้อมูลเชิงคุณภาพโดยวิเคราะห์เชิงเนื้อหาสรุปความเรียง ผลการวิจัยพบว่า

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนมีความสนใจ ใฝ่รู้ กระตือรือร้น ตั้งใจเรียนมากขึ้น กล้าแสดงออก นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์และเรียนรู้ด้วยตนเอง มีผลทำให้เกิดการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องร่างกายของเรา มีนักเรียนจำนวน 32 คน จากทั้งหมด 44 คน คิดเป็นร้อยละ 72.73 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องร่างกายของเรา มีนักเรียนจำนวน 33 คน จากทั้งหมด 44 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

#### งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เสาวรส พลโคตร (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่กำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม จำนวน 96 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการเรียนรู้ 2 รูปแบบ คือรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานใช้ t-test (Independent Samples) ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้าน 3 ด้านอยู่ในระดับปานกลาง มีทักษะด้านการสังเกต การวัด การใช้ตัวเลขและคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล อยู่ในระดับสูง และทักษะด้านการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปกตรัมและสเปกตรัมเวลา อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้าน อยู่ในระดับปานกลาง มีทักษะด้านการวัด อยู่ในระดับสูง มีทักษะด้านการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปกตรัมและสเปกตรัมเวลา และทักษะด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูล อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้าน 3 ด้าน คือ การสังเกต การคำนวณและการลงความคิดเห็นจากข้อมูลสูงกว่านักเรียนกลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน 7 ด้านอยู่ในระดับสูง และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้นมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน 4 ด้าน คือ ด้านความมีเหตุผล ด้านความรอบคอบในการตัดสินใจ ด้านความมีใจกว้าง และด้านการยอมรับข้อจำกัดอยู่ในระดับสูง และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้าน 4 ด้าน คือ ด้านความอยากรู้อยากเห็น ความคิดเห็นเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ความเป็นปรนัยและความซื่อสัตย์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยสรุป การเรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยการกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิกสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเห็นสมควรแนะนำให้ครูอาจารย์นำรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ไปใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

อาพวี ภิญโญคม (2551) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านนางแดงชมพูวิทยา รัชมังคลาภิเษก จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 80 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานใช้ Hotelling's  $T^2$  ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น

เรื่องพันธุกรรม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.17/ 77.17 และ 81.45/ 81.67 ตามลำดับ และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .6442 และ .7139 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 64.42 และ 71.39 ตามลำดับ

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ช่วยพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับพัฒนาการทางเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแตกต่างกัน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในสาระวิชาอื่นให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

#### งานวิจัยต่างประเทศ

Halsted (1999, อ้างถึงใน เฉลิมพล ตามเมืองปัก, 2551) ได้ศึกษากระบวนการช่วยส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดวิเคราะห์ ในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า 1) การเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนและกรอบงานด้านทฤษฎีที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในชั้นเรียนซึ่งช่วยปลูกฝังทักษะการคิดให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน 2) ผลการวิจัยกล่าวสนับสนุนรูปแบบการสอน การใช้วิธีการสนทนา การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้จากห้องปฏิบัติการและการทำกิจกรรมโครงงาน เป็นวิธีการที่มีคุณประโยชน์สูงสุดที่จะช่วยส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดวิเคราะห์ สำหรับชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

Billings (2002, อ้างถึงใน เฉลิมพล ตามเมืองปัก, 2551) ได้ประเมินผลการเรียนด้วยแบบสืบเสาะความรู้กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ในสาขาวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษา โดยศึกษาผลเป็นเวลา 5 ปี กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น 28 คน การเก็บข้อมูลใช้การสังเกต แบบทดสอบและแบบสอบถามผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้มีระดับความสนใจในเนื้อหาวิชาเพิ่ม ร้อยละ 56 ขึ้นไป นักเรียนร้อยละ 75 มีความสนุกสนานกับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ร้อยละ 66 ชอบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้และนักเรียนมีคะแนนระดับความสามารถเท่ากับร้อยละ 85 สรุปว่าการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ และทำให้นักเรียนมีความพอใจในการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

Somer (2005, อ้างถึงใน พุกษ์ โป่งสำโรง, 2549) ได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่องพืชชายฝั่งของรัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา ตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 155 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Ersa and Huseyin (2006, อ้างถึงใน วีระพล ภาระเดช, 2550) ได้ศึกษาความสามารถการ สร้างองค์ความรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับการสอนปกติ พบว่า การสอนโดยใช้วัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น สามารถทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้มากกว่าการสอนแบบปกติ

Selahattin and Cemil (2006, อ้างถึงใน วีระพล ภาระเดช, 2550) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและเจตคติโดยการจัดการเรียนการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยวัฏจักรการ เรียนรู้แบบ 7 ขั้น พบว่า ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05