

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์
3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบโครงงาน
4. กระบวนการแก้ปัญหา
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. ความพึงพอใจ
7. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
8. ผลสัมฤทธิ์
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

### 1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

### 2. หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพ และความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

### 3. จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญหา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

#### 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

#### 5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัด และลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

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

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

## 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง

6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

## 7. มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมอง และพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้

8 กลุ่ม สาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยม ที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนี้ มาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญ ในการขับเคลื่อนพัฒนาการการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพ การศึกษา โดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบ เพื่อประกันคุณภาพดังกล่าว เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพ การจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนด เพียงใด

## 8. ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระดับสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจง และมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอนและเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

1. ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1-มัธยมศึกษาปีที่ 3)

2. ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6) หลักสูตรได้มีการกำหนดรหัสกำกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด เพื่อความเข้าใจและให้สื่อสารตรงกัน ดังนี้

ว 1.1 ป. 1/2

ป.1/2 ตัวชี้วัดชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ข้อที่ 2

1.1 สาระที่ 1 มาตรฐานข้อที่ 1

ว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

## สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ในธรรมชาติมีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก และภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ ที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

## 9. แนวการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้การเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และการเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ การจัดการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอน เพราะกิจกรรมทั้งของผู้เรียนและผู้สอนที่เหมาะสมทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใช้แนวทางจัดกระบวนการเรียนรู้ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ที่ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักที่ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริม



ให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ โดยสถานศึกษาต้องดำเนินการในส่วนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งตามมาตรา 24 (1) จัดเนื้อหาสาระกิจกรรมให้สอดคล้องกับความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (2) ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดกิจกรรมเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา (3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ เรื่อง การจัดการ การบำรุงรักษา การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล และยั่งยืน (กรมวิชาการ, 2545)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดทั้งนี้ได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้มาโดยลำดับ กล่าวคือ ในระยะแรกของการพัฒนาหลักสูตรเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แต่กำหนดแนวทางในการทำกิจกรรม (Structured Inquiry) ค่อนข้างมาก นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดลงมือปฏิบัติ ออกแบบการบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเอง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมา สสวท. ได้เริ่มพัฒนาโดยใช้คำถามปลายเปิด (Open – ended Problems) ให้นักเรียนได้คิดวางแผน ออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าตรวจสอบความคิดเห็นด้วยตนเอง พัฒนาการกระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมา คือกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Science and Technology) ซึ่งเป็นกิจกรรมขั้นสุดยอดที่นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาด้วยการสร้างทางเลือกที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหา สรุปลงเป็นความรู้ใหม่ (สุภาพร พลพุกงา, 2552, หน้า 23-24)

จากแนวทางการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น ครูจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยใช้จากการเป็นผู้บอกหรือถ่ายทอดประสบการณ์ความรู้ มาเป็นการวางแผนจัดมวลงประสบการณ์ความรู้ให้กับผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริง หรือเป็นผู้คิดหาแนววิธีการให้การได้มาซึ่งความรู้ด้วยตนเอง และกิจกรรมที่ครูวางแผนนั้น ต้องเป็นกิจกรรมที่เน้นกระบวนการคิด สามารถให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ขั้นตอน ผู้เรียนมีความใฝ่เรียนรู้ โดยเฉพาะยังเป็นการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี เก่ง เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ และอยู่ในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

สรุปได้ว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวัน และในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิด สร้างสรรค์ และศาสตร์อื่น ๆ ทำให้พัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรม ของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ ครูจำเป็นมีการปรับเปลี่ยนแนวทาง การจัดการ เรียนรู้ โดยใช้จากการเป็นผู้บอกหรือถ่ายทอดประสบการณ์ความรู้ มาเป็นการวางแผน จัดมวลงประสบการณ์ความรู้ให้กับผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริง หรือเป็นผู้ คิดหาผู้เรียน มีความใฝ่เรียนรู้ โดยเฉพาะยังเป็นการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี เก่ง เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ และอยู่ในสังคมโลกได้อย่าง มีความสุข

### การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้หรือการค้นคว้า หาคำตอบในสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้หรือสงสัยด้วยวิธีการต่าง ๆ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียน ได้เลือกศึกษาตามความสนใจของตนเองหรือของกลุ่ม เป็นการตัดสินใจร่วมกัน จนได้ชิ้นงานที่สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ในชีวิตจริงได้ การเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิคหลากหลายรูปแบบนำมาผสมผสานกัน ได้แก่ กระบวนการกลุ่ม การฝึกคิด การแก้ปัญหา การเน้นกระบวนการ การสอนแบบปริศนาความคิด และการสอนแบบร่วมมือกันคิด ทั้งนี้มุ่งหวังให้ผู้เรียนเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งจากความสนใจ อยากรู้อยากเรียนของผู้เรียนเอง โดยใช้กระบวนการและวิธีทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเป็น ผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้มา ไม่ จำเป็นต้องตรงกับตำรา แต่ผู้สอนจะสนับสนุนให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จากแหล่ง การเรียนรู้และปรับปรุงความรู้ที่ได้ให้สมบูรณ์

#### 1. ความหมายของการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์

ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์

การศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อย่างเป็นกระบวนการ เพื่อตอบปัญหาที่สงสัย โดยปัญหานั้นเกิดจากความสนใจของผู้ทำโครงงาน ดังนั้น ผู้ที่จะศึกษา และทำโครงงาน จะต้องมีความละเอียดรอบคอบ มีการสังเกต จัดบันทึก

และวางแผนรูปแบบขั้นตอนในการทำโครงการอย่างเป็นระบบ

ยุทธนา สมิตะสิริ (2542, หน้า 1) กล่าวว่าโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่รวมเกี่ยวกับด้านวิทยาศาสตร์ เพราะโครงการวิทยาศาสตร์เป็นงานเกี่ยวกับการศึกษา ทดลองหรือทำสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์หรืออีกนัยหนึ่งโครงการวิทยาศาสตร์ คือ งานวิจัยของนักเรียน การที่นักเรียนจะทำโครงการวิทยาศาสตร์ขึ้นมาได้ นักเรียนจะต้องอาศัยความรู้ ความคิด การแก้ปัญหา ความอดทน ภาระบวกรทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มาทำเป็นชิ้นงานของตน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542, หน้า 343) ให้ความหมายโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยนักเรียนเป็นผู้เลือกเรื่องที่จะศึกษาคนควาด้วยตนเอง ตามความสนใจและระดับความรู้ความสามารถ ตลอดจนเป็นผู้วางแผนในการศึกษาคนควาเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการ ปฏิบัติการทดลองหรือประดิษฐ์คิดค้นรวมทั้งแปลงผลสรุปผล และเสนอผลการศึกษาคนควาด้วยตนเอง โดยมีครูหรือผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ให้คำปรึกษาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาคนควา เพื่อตอบปัญหาที่สงสัย

ธีระชัย ปุรณโชติ (2544, หน้า 75) ได้สรุปไว้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมนักเรียนในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้คำแนะนำปรึกษาของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ กิจกรรมนี้อาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ และจะทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่ เช่น อาจทำนอกห้องเรียนในห้องปฏิบัติการหรือนอกโรงเรียนแม้กระทั่งที่บ้านของนักเรียนก็ได้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 84) กล่าวว่าวิธีสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาคนควาและลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจความถนัดและความสามารถของตนเอง ซึ่งอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่เป็นระบบไปใช้ในการศึกษาหาคำตอบในเรื่องนั้น ๆ ภายใต้คำแนะนำ ปรึกษาและความช่วยเหลือจากผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญ เริ่มตั้งแต่การเลือกเรื่องหรือหัวข้อที่จะศึกษาการวางแผนการดำเนินงานตามขั้นตอนที่กำหนด ตลอดจนการนำเสนอผลงาน ซึ่งในการจัดทำ

โครงการนั้น สามารถทำได้ทุกระดับชั้น อาจเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มจะกระทำในเวลาเรียน หรือนอกเวลาเรียนก็ได้

วิมลศรี สุวรรณรัตน์ (2542, หน้า 6) โครงการวิทยาศาสตร์วาเป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนคิดลงมือปฏิบัติ เรียนรู้ ตอบปัญหาที่สงสัยอยากรู้ โดยนำวิธีทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มาใช้จนงานสำเร็จ

ไพบุลย์ แจ่มพงษ์ (2544, หน้า 10) ได้ให้ความหมายโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เน้นกระบวนการโดยผู้เรียนคิดค้น วางแผน ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ อาศัยเครื่องมือ เครื่องจักร และวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติ เพื่อให้โครงการสำเร็จ ภายใต้คำแนะนำ การกระตุ้นความคิด กระตุ้นการทำงานจากครูผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้ดูแลโครงการจะอำนวยความสะดวกในการทำโครงการ ชี้แนะแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากการทำโครงการ ตลอดทั้งติดตาม และประเมินผลโครงการวิทยาศาสตร์ด้วย

ลัดดา ภูเกียรติ (2552, หน้า 22) ได้สรุปความหมายของโครงการว่า โครงการเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้ของผู้เรียน ที่อยากศึกษาคนควาเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหลาย ๆ สิ่งทีสงสัยหรืออยากรู้คำตอบให้ลึกซึ้งชัดเจน หรือต้องการเรียนรู้ศึกษาอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียด และลงมือปฏิบัติตามที่วางแผนไว้ จนได้ขอสรุปหรือคำตอบเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ

จากการศึกษากิจกรรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมสำหรับนักเรียนในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้คำแนะนำปรึกษาของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ กิจกรรมนี้อาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ และจะกระทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่

## 2. หลักการของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537, หน้า 24) ได้สรุปหลักการของการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะเป็นผู้ริเริ่มวางแผน และดำเนินการศึกษาด้วยตนเองโดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทาง และให้คำปรึกษา

2. เนนกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการกำหนดปัญหา เลือกหัวข้อที่ตนสนใจจะศึกษา วางแผนการศึกษาคนควา ดำเนินการรวบรวมข้อมูล ทำการทดลอง และสรุปผลการศึกษาคนควา

3. เนนการคิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นด้วยตนเอง

4. การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์มุ่งฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ วิธีการศึกษาคนควา และแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีใตเนนสงเขาประกวดเพื่อรับรางวัล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542, หน้า 10)

ระบุหลักการที่สำคัญของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. เนนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเปิดโอกาสให้ผู้เรียนริเริ่มวางแผน และดำเนินการศึกษาด้วยตนเองโดยมีอาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางหรือให้คำปรึกษา

2. เนนกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่การกำหนดปัญหาหรือเลือกหัวข้อที่สนใจ การวางแผนการศึกษาคนควา การรวบรวมข้อมูลการทดลอง และการสรุปผลการศึกษาคนควา

3. เนนการคิดเป็นทำเป็นการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์มุ่งฝึกให้ผู้เรียนเรียนรู้ วิธีการศึกษาคนควา และแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีใตเนนการสงเขาประกวดเพื่อรับรางวัล

ธีระชัย ปุรณโชติ (2544, หน้า 1) กล่าวถึงหลักการของกิจกรรมโครงการ วิทยาศาสตร์ ดังนี้ว่า

1. เนนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะเป็นผู้ริเริ่มวางแผน และดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทาง และให้คำปรึกษา

2. เนนกระบวนการแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการกำหนดปัญหาเลือกหัวข้อที่ตนสนใจจะศึกษา วางแผนการศึกษาคนควา ดำเนินการรวบรวมข้อมูล ทำการทดลองและสรุปผลการศึกษาคนควา

3. เนนการคิดเป็นทำเป็นและการแก้ปัญหาเป็นด้วยตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อ้างถึงปุรชัย ศิริมหาสาร, 2545, หน้า 10) ระบุหลักการที่สำคัญของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ไว่ ดังต่อไปนี้

1. เนนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเปิดโอกาสให้ผู้เรียนริเริ่มวางแผน และดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษา

2. เนนกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่การกำหนดปัญหาหรือเลือกหัวข้อที่สนใจ การวางแผนการศึกษาค้นคว้า การรวบรวมข้อมูลการทดลอง และสรุปผลการศึกษาค้นคว้า

3. เนนการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มุ่งฝึกให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้า และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

พันธ์ ทองชุมนุม (2547, หน้า 257-258) ได้อธิบายการจัดการเรียนสอน โดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มีหลักการสำคัญที่ผู้สอนต้องคำนึง ต่อไปนี้

1. เนนदानการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มในการวางแผน และดำเนินการศึกษาดด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาช่วยชี้แนะแนวทาง

2. เนนदानกระบวนการการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เริ่มตั้งแต่การกำหนดปัญหาการเลือกหัวข้อที่สนใจ การวางแผน การทดลอง การรวบรวมข้อมูล และการสรุปผลการศึกษา เนนการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ด้วยตนเอง

3. เนนदानการฝึกนักเรียนให้รู้วิธีการศึกษา และรู้วิธีการแก้ปัญหาคด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า หลักการที่สำคัญของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ เนนกระบวนการแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการกำหนดปัญหา เลือกหัวข้อที่ตนสนใจจะศึกษา วางแผนการศึกษาค้นคว้าดำเนินการรวบรวมข้อมูล ทำการทดลอง และสรุปผลการศึกษาค้นคว้า และเน้นการคิดเป็น ทำเป็น และการแก้ปัญหาเป็น ด้วยตนเอง

### 3. ความสำคัญและคุณค่าของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การทำโครงการ เนนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่ม และดำเนินการศึกษาดด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง และให้คำปรึกษา เนนกระบวนการแสวงหาความรู้หรือการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งอาจเนนการทดลองการสำรวจรวบรวมข้อมูล การสร้างทฤษฎีใหม่หรือคำอธิบาย การพัฒนาหรือประดิษฐ์

มาชะ ทิพย์ศิริ (2543, หน้า 23) สรุปได้ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สัมฤทธิ์ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
3. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้จากประสบการณ์ตรงในการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
5. ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และสร้างความเชื่อมั่นในตนเองให้กับนักเรียน
6. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
7. ช่วยพัฒนาให้นักเรียนคิดเป็นทำเป็นแก้ปัญหาได้
8. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน
9. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียน และสามารถเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ชุมชน จากความสำคัญ และคุณค่าของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุรณโชติ (2531, หน้า 2) กล่าวถึงความสำคัญ และคุณค่าของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่า จุดมุ่งหมายระหว่างการเรียนวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรนั้น นอกจากจะต้องให้การให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของวิชาวิทยาศาสตร์แล้ว ยังต้องการให้นักเรียนมีทักษะในการศึกษาคนควา มีความสนใจวิทยาศาสตร์ มีเจตคติ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย เช่น มีความใฝ่รู้ ซื่อสัตย์ มีเหตุผล มีใจเป็นกลาง มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ เป็นต้น แต่การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพียงในชั้นเรียนตามเวลาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรเท่านั้น ไม่อาจช่วยให้จุดมุ่งหมายดังกล่าวสัมฤทธิ์ผลโดยสมบูรณ์ได้ ทั้งนี้ เพราะครูจำเป็นต้องสอนเนื้อหาต่าง ๆ ในหลักสูตรให้ครบถ้วนภายในเวลาที่กำหนด นักเรียนจึงไม่ค่อยมีโอกาสมีประสบการณ์ตรงในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วนทุกขั้นตอนในกระบวนการเรียน

การให้นักเรียนกระทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ จะช่วยส่งเสริมให้จุดมุ่งหมายของหลักสูตรสัมฤทธิ์ผลโดยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะในการทำโครงการนักเรียนจะได้มีโอกาสดำเนินการศึกษา จะศึกษาเองการวางแผนการศึกษาเพื่อตอบปัญหานั้น ๆ ด้วยตนเองออกแบบการทดลองหรือวิธีการศึกษาดด้วยตนเอง ลงมือทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน ตลอดจนสรุปผลของการศึกษาดด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและแนะนำ

สรุปได้ว่า ความสำคัญและคุณค่าของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ คือ ต้องการให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของวิชาวิทยาศาสตร์ และต้องการให้นักเรียนมีทักษะในการศึกษาค้นคว้า มีความสนใจวิทยาศาสตร์ มีเจตคติ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย เช่น มีความใฝ่รู้ ซื่อสัตย์ มีเหตุผล มีใจเป็นกลาง มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

#### 4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญในโครงการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531, หน้า 7) กิจกรรมที่สำคัญในการทำโครงการวิทยาศาสตร์มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ 5 กิจกรรม ดังนี้

1. กิจกรรมการพูดคุยสนทนา เป็นกิจกรรมที่สำคัญมาก เพราะนำมาสู่การพัฒนาโครงการ โดยเฉพาะการพูดคุยและเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียนหรือในกลุ่มเล็ก ๆ จะช่วยให้เด็กพัฒนาความคิดได้ดียิ่งขึ้นและช่วยแก้ไขปัญหาดังต่าง ๆ ในโครงการ รวมถึงการเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงออกทางความคิด และรับรู้ความคิดของผู้อื่น
2. กิจกรรมการปฏิบัติภาคสนามหรือการทัศนศึกษาเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ได้รับประสบการณ์ตรงจากการกระทำ การมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล สิ่งของ รวมถึงการไปทัศนศึกษาสถานที่ต่าง ๆ ที่จะทำไห้เด็กได้ค้นคว้าข้อมูล เกี่ยวกับหัวข้อที่ศึกษาการปฏิบัติงานภาคสนามจึงเป็นโอกาสที่เด็กจะได้เห็น ได้ฟัง ได้สัมผัส ได้ดมกลิ่น ได้ชิมรส กับสิ่งที่สนใจจึงเป็นเสมือนการค้นคว้าทดลอง ซึ่งการทำงานภาคสนามหรือการทัศนศึกษาอาจอยู่ในบริเวณโรงเรียน
3. กิจกรรมการนำเสนอเป็นกิจกรรมที่เด็กได้แสวงหาความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ที่มีเกี่ยวกับหัวข้อโดยนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การวาด การปน การประดิษฐ์ การสร้างการแสดงการร้องเพลงและอื่น ๆ



#### 4. กิจกรรมการคนควา เป็นกิจกรรมที่เด็กได้แสวงหาความรู้

อย่างหลากหลายจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ เช่น ของจริง และทุติยภูมิ เช่น หนังสือ สื่อการเรียนรูต่าง ๆ กิจกรรมการคนควาจะทำให้เด็กได้พัฒนาความรู้ทางวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องของกับหัวข้อ และสนับสนุนการทำงานในโครงการให้บรรลุเป้าหมาย

#### 5. กิจกรรมการแสดง เป็นกิจกรรมที่เด็กได้นำเสนอผลงานที่ทำในโครงการ

ออกเผยแพร่ และทำให้บุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองครูเพื่อน ๆ และผู้สนใจ ได้เข้าใจการเรียนรูในโครงการเพิ่มขึ้น และเป็นการนำเสนอความสำเร็จ และความภาคภูมิใจของเด็กในโครงการ โดยสวนใหญ่ กิจกรรมนี้จะจัดขึ้นในระยะสิ้นสุดโครงการในรูปแบบของนิทรรศการการแสดงผลงาน การแสดงละครบทบาทสมมุติ การสาธิตผลงาน เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรูโดยโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่มุ่งส่งเสริมความรู้โดยคำนึงถึงความสนใจของเด็กเป็นสำคัญและใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เปิดกว้างสำหรับเด็กในการเลือกทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามความสนใจ โดยรวมมีกันวางแผน กำหนดแนวทางการเรียนรู และให้ระยะเวลาที่พอเพียงกับความต้องการของเด็ก มีครู เป็นผู้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกกระตุ้นให้คิดและเป็นผู้ร่วมงาน โดยเด็กสามารถคิด ตัดสินใจเลือก และดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในโครงการรวมกันอันเป็นผลมาจากความสนใจ และความทาทายของโครงการ

### 5. ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

ธีรชัย ปุณณโชติ (2544, หน้า 10) ได้แบ่งประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 4 ประเภทซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542, หน้า 7) และสุชาติ วงศสุวรรณ (2542, หน้า 9) ดังนี้

#### 1. โครงการประเภทการสำรวจรวบรวมข้อมูล

โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจ และรวบรวม ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และนำข้อมูลที่ไ้จากการสำรวจนั้นมาจำแนก เป็นหมวดหมู่ และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ อย่างมีระบบ เพื่อให้เห็นถึงลักษณะ หรือความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น การปฏิบัติตามโครงการนี้ ผู้เรียนจะต้องไปศึกษารวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น สอบถาม สัมภาษณ์สำรวจ โดยใช้เครื่องมือ เช่น แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์แบบบันทึก ฯลฯ ในการรวบรวมข้อมูล ที่ต้องการศึกษา

## 2. โครงการที่เป็นการคนควาทดลอง

โครงการประเภทนี้ เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ โดยออกแบบโครงการในรูปของการทดลอง เพื่อศึกษาว่าตัวแปรหนึ่งจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้าง โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้การทำโครงการประเภทนี้จะมีขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งวัตถุประสงค์ การออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การดำเนินการทดลอง การแปรผล และการสรุปผลการทดลอง

## 3. โครงการที่เป็นการศึกษาความรู้ทฤษฎีหลักการหรือแนวคิดใหม่

โครงการประเภทนี้ เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอความรู้ทฤษฎีหลักการแนวคิดใหม่ ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อนหรือขัดแย้งหรือขยายจากของเดิมที่มีอยู่ ซึ่งความรู้ทฤษฎีหลักการหรือแนวคิดที่เสนอมานการพิสูจน์อย่างมีหลักการหรือวิธีการที่น่าเชื่อถือ ตามกติกาสอดคล้องที่กำหนดขึ้นมาเองหรืออาจใช้กติกาสอดคล้องเดิมมาอธิบายขอความรู้ทฤษฎีหลักการแนวคิดใหม่ก็ได้ โครงการที่เป็นการศึกษาความรู้ทฤษฎีหลักการหรือแนวคิดผู้ทำโครงการต้องเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีหรือต้องมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลมาประกอบอย่างลึกซึ้ง จึงจะทำให้สามารถกำหนดความรู้ทฤษฎีหลักการแนวคิดใหม่ ๆ ขึ้นได้

## 4. โครงการที่เป็นการประดิษฐ์คิดค้น

โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ คือ การนำเอาความรู้ทฤษฎีหลักการหรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียนการทำงานหรือการใช้สอยอื่น ๆ การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงการนี้ อาจเป็นการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่โดยที่ยังไม่มีใครทำหรืออาจเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้ว ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ รวมทั้งการสร้างแบบสำรวจต่าง ๆ เพื่อประกอบการอธิบายแนวคิดในเรื่องต่าง ๆ โครงการที่เป็นการประดิษฐ์คิดค้นนี้จะครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ ทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษา สังคม อาชีพ สิ่งแวดล้อม ฯลฯ

กล่าวโดยสรุปได้ว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทสำรวจ โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทคนควาทดลอง โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทศึกษาความรู้หลักการ ทฤษฎีหรือแนวคิดใหม่ ๆ และโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทประดิษฐ์คิดค้น

ธีระชัย ปุรณโชติ (2531, หน้า 3-6) แยกประเภทโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งได้เป็น 4 ประเภทคือ

1. โครงการงานประเภทการสำรวจเป็นการศึกษารวบรวมปัญหาจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่หรืออยู่ในธรรมชาติโดยใช้วิธีสำรวจ และรวบรวมข้อมูล แลวนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำให้เป็นระบบระเบียบ และสื่อความหมาย แลวนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตารางกราฟแผนภูมิ และคำอธิบายประกอบการทำ โครงการงานประเภทนี้ ไม่มีการจัดหรือกำหนดตัวแปรหรือควบคุมตัวแปร อาจกระทำ ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ต่อไปนี้

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในสนามหรือในธรรมชาติใดพื้นที่ โดยไม่ต้อง นำวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างเช่น “การศึกษาพฤติกรรมของสัตว์ บางชนิดในธรรมชาติ” “การศึกษามลพิษในสิ่งแวดล้อม” เป็นต้น

1.2 การเก็บรวบรวมวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1.3 จำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการแล้วสังเกต และศึกษารวบรวม ข้อมูลต่าง ๆ เช่น โครงการงานเรื่องการเลี้ยงผึ้งด้วยการนำผึ้งมาเลี้ยง แลวทำการศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับการดำรงชีวิตของผึ้ง

2. โครงการงานประเภทการทดลองเป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใด ปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลอง ลักษณะสำคัญของโครงการประเภทนี้ คือ มีการออกแบบทดลอง เพื่อศึกษาผลของตัวแปรที่มีต่อตัวแปร อีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการ ศึกษาไว้ ตัวอย่างของโครงการประเภทนี้ ได้แก่ การศึกษาอิทธิพลของแสงสีต่าง ๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชในสนามแม่เหล็ก การศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนเพศชายในสัตว์ตัวเมีย การทดลองใช้ผักตบชวาในการกำจัด น้ำเสีย

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ เป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์หรือการสร้างอุปกรณ์หรือเครื่องมือเครื่องใช้ เพื่อประโยชน์ใช้สอย โดยการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ดังกล่าว อาจจะเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่หรือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพขึ้นก็ได้หรืออาจเป็นการเสนอแบบจำลองทางความคิด เพื่อแก้ปัญหาได้ปญหาหนึ่งก็ได้ เช่น โครงการ เรื่อง “เครื่องเตือนอัคคีภัยระบบความดัน” การประดิษฐ์เครื่องรอนบานยุคนิวเคลียร์ รูปแบบการจัดการจราจรบริเวณทางแยก ฯลฯ

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย เป็นโครงการที่เสนอทฤษฎีหรือคำอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ ๆ โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีอื่น ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ สนับสนุนทฤษฎีหรือคำอธิบายดังกล่าวอาจใหม่หรือขัดแย้งหรือขยายแนวความคิดหรือคำอธิบายเดิมที่มีผู้ให้ไว้ออกมาแล้วก็ได้ อาจเป็นการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจเสนอในรูปแบบของคำอธิบายสูตรหรือสมการ แต่จะต้องมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นมาสนับสนุนอ้างอิง ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ ได้แก่ โครงการ เรื่อง “กำเนิดของทวีปและมหาสมุทร” เป็นการสร้างแบบจำลองทฤษฎีอธิบายการเกิดของทวีป และมหาสมุทรที่เกิดขึ้นได้อย่างไร โดยอาศัยหลักฐานทางประวัติศาสตร์ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาอ้างอิง ซึ่งเป็นแนวความคิดที่แตกต่างไปจากแนวความคิดเดิมที่เคยมีผู้เสนอไว้ออกมาแล้ว

## 6. กระบวนการขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542, หน้า 22) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การคิดและเลือกหัวเรื่องที่จะศึกษา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด ควรให้นักเรียนเป็นผู้คิด และเลือกด้วยตนเอง ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนเอง ตลอดจนประสบการณ์ทั้งในและนอกห้องเรียน การอภิปรายซักถามร่วมกับครูและเพื่อน ๆ การอ่านหนังสือหรือเอกสารต่าง ๆ การไปทัศนศึกษานอกสถานที่ การฟังบรรยายในโอกาสต่าง ๆ หรืออาจได้แนวคิดจากงานอดิเรกของนักเรียนเอง หัวเรื่องนั้นควรมีลักษณะเฉพาะเจาะจง และมีความแปลกใหม่ มีความเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ ความสามารถของนักเรียน สามารถหาเครื่องมืออุปกรณ์มาใช้ในการศึกษาได้ มีงบประมาณเพียงพอ มีระยะเวลาในการทำใหสำเร็จได้

2. การวางแผนในการทำโครงการ และจัดทำโครงร่างหรือเค้าโครงของโครงการ เป็นขั้นตอนที่ต้องดำเนินการอย่างรอบคอบรัดกุมและไม่สับสน การวางแผนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การกำหนดปัญหาหรือที่มา และความสำคัญของโครงการ กำหนดวัตถุประสงค์ และสมมติฐานของการศึกษาคนควา การกำหนดขอบเขตของการศึกษา การอ่าน และการศึกษาคนควาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง และการวางแผนวิธีดำเนินงาน ในการวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะต้องเขียนโครงร่างหรือเค้าโครงงานของโครงการเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อความเห็นชอบ และคำแนะนำปรึกษาการเขียนและการจัดลำดับหัวข้อเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ
5. วัตถุประสงค์ของการศึกษาคนควา
6. สมมติฐานของการศึกษาคนควา
7. วิธีการ
8. ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ
9. เอกสารอ้างอิง

3. การลงมือทำโครงการ เป็นการปฏิบัติตามแผนดำเนินงานที่วางไว้ล่วงหน้า และปฏิบัติตามขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ การปฏิบัติการทดลอง การคนควาจากเอกสารต่าง ๆ โดยคำนึงถึงประเภทโครงการเป็นเกณฑ์ อาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากแผนงานที่วางไว้ในตอนแรกบางทีได้ ถ้าเป็นการทำให้ผลงานนั้นดีขึ้นหรือเป็นการแก้ปัญหาซึ่งคาดไม่ถึงมาก่อน โครงการประเภททดลองควรมีการตรวจสอบผลการทดลองด้วยการทดลองซ้ำ เพื่อให้ได้ผลที่แน่นอนเมื่อดำเนินการทำโครงการครบถ้วนตามขั้นตอน ได้วิเคราะห์ข้อมูลแล้วจะต้องแปลผล และสรุปผลการศึกษาคนควา ว่าได้ผลอย่างไรบ้าง พร้อมทั้งอภิปรายผลของการศึกษาคนควา ไม่ว่าผลนั้นจะตรงตามความคาดหมายหรือตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ก็ตาม

4. การเขียนรายงาน เป็นการเสนอผลของการศึกษาคนควา ซึ่งเป็นเอกสาร เพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบแนวความคิดหรือปัญหาที่ศึกษาวิธีดำเนินการศึกษาคนควาขอมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ ผลของการศึกษา ตลอดจนประโยชน์และขอเสนอแนะต่าง ๆ ที่ได้จากการทำโครงการงานวิธีการเขียนรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์อาจมีหัวข้อย่อยแตกต่างกันบาง แต่สิ่งที่ผู้เขียนควรคำนึงถึงคือความชัดเจนในภาษาที่เขาใจง่าย และครอบคลุมประเด็นที่สำคัญ ๆ ทั้งหมด

5. การแสดงผลงานเป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาคนควาสำเร็จลงแล้ว ผู้อื่นได้รับรู้ และเขาใจอาจทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการ ซึ่งเป็นการจัดแสดงให้ผู้อื่นทราบถึงกระบวนการ และขั้นตอนต่าง ๆ ของการศึกษาคนควาอาจมีอุปกรณ์และเครื่องมือหรือภาพ และแผนภูมิประกอบ การอธิบายอาจมีการสาธิตหรือจัดแสดงผลงานในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การรายงานปากเปล่าการแสดงผลงานการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์อาจทำได้ในหลายระดับ เช่น การจัดเสนอผลงานภายในชั้นเรียน การจัดนิทรรศการภายในโรงเรียน การจัดแสดงนิทรรศการในงานประจำปีของโรงเรียน การแสดงผลงานเข้าร่วมประกวดในงานแสดงหรือประกวดในระดับต่าง ๆ เช่น ระดับกลุ่มโรงเรียนกับระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษาและระดับชาติ เป็นต้น

ภพ เลหาไพบูลย (2542, หน้า 310) ได้สรุปขั้นตอนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ดังนี้ คือ

1. การคิดปัญหาหรือหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา นักเรียนควรเป็นผู้คิดหัวข้อ และเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาด้วยตนเองตามความสนใจและความอยากรูของนักเรียนเอง หรือครูอาจเป็นผู้กำหนดหัวข้อเรื่องไว้หลายหัวข้อแล้วให้นักเรียนเลือกก็ได้ หัวข้อโครงการที่จะศึกษานั้นควรเป็นหัวข้อที่เหมาะสมกับระดับความรู้ ความสามารถของนักเรียน สามารถหาเครื่องมืออุปกรณ์มาใช้ในการศึกษาได้ มีระยะเวลาในการทำให้สำเร็จได้ ในการคิดหัวข้อเรื่องนั้น นักเรียนอาจได้แนวความคิดมาจากเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ครูสอน การคนควาเอกสารต่าง ๆ หรือจากไปชมการแสดงโครงการงานวิทยาศาสตร์ก็ได้

2. การวางแผนในการทำโครงการงาน นักเรียนจะต้องวางแผนในการทำโครงการงาน โดยการเขียนโครงร่างหรือเค้าโครงของโครงการงาน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอความเห็นชอบและคำแนะนำ เป็นกำหนดปัญหาวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการศึกษา วิธีดำเนินการ ประโยชน์ที่จะได้รับ สำหรับการเขียน และการจัดลำดับหัวข้อโครงร่างของโครงการงานวิทยาศาสตร์ ควรประกอบด้วยชื่อโครงการงาน ชื่อผู้ทำโครงการงาน

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ ของการศึกษาคนควาสมมุติฐานของการศึกษาคนควา (ถ้ามี) วิธีดำเนินการ ประโยชน์ หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ และเอกสารอ้างอิง ในการเขียนวิธีการดำเนินการนั้น นักเรียน ต้องระบุให้ชัดเจนว่า มีแนวทางในการศึกษาอย่างไร การออกแบบการทดลอง วิธีการ สํารวจข้อมูลหรือวิธีการประดิษฐ์ จะต้องใช้หรือสร้างวัสดุอุปกรณ์อะไรบาง นอกจากนี้ ควรระบุวิธีการที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ในขั้นตอนต่าง ๆ จนเสร็จสิ้นการดำเนินงาน

3. การดำเนินการทำโครงการ นักเรียนลงมือทำโครงการโดยปฏิบัติ ตามแผนดำเนินงานที่วางไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นกรปฏิบัติตามขั้นตอนของโครงการที่ผ่าน ความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้าง หรือการประดิษฐ์หรือเป็นการปฏิบัติทดลอง แล้วแต่ว่าจะเป็นโครงการประเภทใด อาจมี การเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากแผนงานที่วางไว้บาง ถ้าจะทำให้ผลงานดีขึ้น เมื่อดำเนินการทำโครงการครบถ้วนตามขั้นตอน ได้ข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ต้องแปลความหมายของข้อมูล และสรุปผลการศึกษาค้นควา

4. การเขียนรายงาน เป็นการเสนอผลงานของการศึกษาค้นควาเอกสาร เพื่อเป็นการอธิบายให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงการ ปัญหาที่ศึกษา วิธีดำเนินการศึกษาค้นควาข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ผลของการศึกษา ตลอดจนประโยชน์ และขอเสนอแนะต่าง ๆ จากการทำโครงการ วิธีการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ มีแนวทางการเขียนเช่นเดียวกับการเขียนรายงานผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา บทคัดย่อ ที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นควาสมมุติฐาน (ถ้ามี) วิธีดำเนินงาน ผลของการศึกษาค้นควา สรุปผลของการศึกษาค้นควา ขอเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิง

5. การแสดงผลงาน เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นควาสำเร็จแล้ว ให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ อาจจัดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการ สาธิตการแสดง ประกอบการรายงานปากเปล่า ในการจัดแสดงผลงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ อาจกระทำได้ในหลายระดับ เช่น การจัดเสนอผลงานภายในชั้นเรียน การจัดแสดง นิทรรศการภายในโรงเรียนเป็นการภายใน การแสดงผลงานเข้าร่วมในการแสดงหรือประกวด

ภายนอกโรงเรียนในระดับต่าง ๆ เป็นต้นวาระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขต การศึกษาและระดับชาติ

ยุพา วีระไวทยะ (2544, หน้า 141) ได้กำหนดขั้นตอนในการทำโครงการ วิทยาศาสตร์โดยมีแนวคิดอาจมีขั้นตอนง่าย ๆ คือ ขั้นตอนการกำหนดปัญหาที่จะศึกษา ขั้นตอนแผนในการทำโครงการ ขั้นตอนมือการทำงาน ขั้นตอนเขียนรายงาน และขั้นตอนแสดงผลงาน มีดังนี้

1. การกำหนดปัญหาที่จะศึกษา การกำหนดปัญหาที่จะศึกษาหรือทำเป็น โครงการวิทยาศาสตร์นักเรียนควรเป็นผู้คิดและเลือกด้วยตนเอง ปัญหาที่จะศึกษานั้น อาจได้มาจากความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนเองหรืออาจได้แนวคิด จากเรื่องที่เรียน จากหนังสือต่าง ๆ และจากการไปทัศนศึกษานอกสถานที่ เป็นต้น เมื่อนักเรียนได้หัวข้อเรื่องที่น่าสนใจแล้ว จะนำมาให้ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาระดับ ความเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน และความเป็นไปได้ของเรื่อง ที่จะทำการศึกษาค้นคว้า

2. การวางแผนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การวางแผนในการทำ โครงการทางวิทยาศาสตร์และการจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ จะช่วยในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย นักเรียนจะต้องเขียน เค้าโครงของโครงการเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอความเห็นชอบและคำแนะนำ ปรึกษา การเขียนเค้าโครงของโครงการเป็นการกำหนดแผนงานในการดำเนินงาน อย่างคร่าว ๆ

3. การลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในการลงมือทำโครงการ วิทยาศาสตร์นั้น จะกระทำได้เมื่อได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาให้ทำโครงการ โดยให้นักเรียนปฏิบัติตามแผนดำเนินงานที่กำหนดไว้ในเค้าโครงของโครงการ เมื่อดำเนินการทำโครงการครบถ้วนจนได้ข้อมูลแล้ว จะต้องนำข้อมูลมาวิเคราะห์แปลผล และสรุปผล พร้อมทั้งอภิปรายผล ไม้ว่าผลนั้นจะเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

4. การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ ในการเขียนรายงานโครงการ วิทยาศาสตร์นั้น เป็นการเสนอผลการศึกษาค้นคว้าในรูปของเอกสาร เพื่ออธิบายให้ผู้อื่น ทราบแนวความคิดหรือปัญหาที่ศึกษา ตลอดจนวิธีการดำเนินงานและประโยชน์ที่ได้ จากการทำโครงการ



### 5. การแสดงผลงาน การแสดงผลงานเป็นการเสนอผลงานที่ได้

จากการศึกษาคนควาสำเร็จลงแล้ว ให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจการแสดงผลงาน ยังฝึกให้นักเรียนมีความกล้าในการแสดงออก กลาพูด กลาแสดงความคิดเห็นตอหน้าผู้อื่นได้ ด้วยความมั่นใจ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะตองให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงผลงาน การแสดง ผลงานอาจทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การรายงานปากเปลากายในหอเรียน การจัดนิทรรศการหรือการแสดงผลงานรวมกับโรงเรียนอื่น เป็นต้น

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531, หน้า 7) มีการทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การคิดและเลือกชื่อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด นักเรียนควรจะเป็นผู้คิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา ด้วยตนเอง ครุมีบทบาทหรือมีส่วนร่วมช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อเรื่องด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการทำโครงการ ได้แก่ การวางแผนวิธีดำเนินงาน ในการศึกษาคนควาทั้งหมด เช่น วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล การวางแผนปฏิบัติงานอย่างคร่าว ๆ ดำเนินการอย่างไรบ้างเป็นขั้นตอน แลวนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำเพิ่มเติม และขอความเห็นชอบ

ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงการ ได้แก่ การลงมือปฏิบัติตามแผนงาน ที่ได้วางไว้ล่วงหน้าแล้วในขั้นที่สอง ประกอบด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลการสร้างหรือการประดิษฐ์การปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสุดแล้วแต่จะเป็นโครงการประเภทใด และการคนควาจากเอกสารต่าง ๆ แลวดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งความหมายของข้อมูลและสรุปผลของการศึกษาคนควา

ขั้นที่ 4 การเขียนรายงาน เป็นการเสนอผลของการศึกษาคนควา เป็นลายลักษณ์อักษรหรือเป็นเอกสาร เพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงการ ซึ่งจะประกอบด้วย ปัญหาที่ทำการศึกษา วัตถุประสงค์ของการศึกษา วิธีดำเนินการศึกษาคนควา อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ ผลที่ได้จากการศึกษาคนควา ตลอดจนประโยชน์และขอเสนอแนะต่าง ๆ ที่ได้จากการทำโครงการนั้น ๆ วิธีเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ ก็มีลักษณะและแนวทางในการเขียนรายงานผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 5 การแสดงผลงาน เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาคนความสำเร็จแล้ว ให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ ซึ่งอาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ การสาธิตแสดงประกอบ การรายงานปากเปล่า ฯลฯ ในการจัดแสดงผลงานของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ครูอาจกระทำได้ในหลายระดับ เช่น การจัดแสดงผลงานภายในชั้นเรียน การจัดแสดงนิทรรศการภายในโรงเรียน และการส่งโครงการเข้าร่วมในงานแสดงหรือประกวดภายนอกโรงเรียนในระดับต่าง ๆ เช่น ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษาและระดับชาติ เป็นต้น

พันธ์ ทองชุมนุม (2547, หน้า 255) ได้กำหนดขั้นตอนการทำโครงการจะต้องดำเนินไปตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายของโครงการประกอบด้วย
2. กำหนดจุดหมาย
3. ตั้งชื่อโครงการ
4. การวางแผน
5. แปลงจุดหมายเป็นวัตถุประสงค์หรือคำถามให้ครอบคลุมในมิติหรือความคิดสำคัญที่ต้องการหาคำตอบ
6. ระบุแหล่งสารสนเทศที่จะใช้หลาย ๆ แหล่ง
7. ระบุขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุจุดหมาย
8. ระบุวิธีการนำเสนอโครงการหลาย ๆ วิธี
9. กำหนดเวลาดำเนินโครงการ
10. กำหนดวิธีการประเมินโครงการหลาย ๆ วิธี
11. การดำเนินการตามแผน
12. การประเมินผล

ยุทธนา สมิตะสิริ (2542, หน้า 23-24) กล่าวถึงขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่า การทำโครงการวิทยาศาสตร์จะสำเร็จลุล่วง จำเป็นต้องวางแผนเพื่อกำหนดกิจกรรมที่จะให้เป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งลำดับขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้ทำจะได้ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการซึ่งลำดับขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. การสำรวจและการเลือกเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์  
เป็นขั้นตอนแรกของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นหัวใจของการทำโครงการ  
วิทยาศาสตร์ในการเลือกเรื่องที่จะทำโครงการ
  2. การศึกษาคนควาข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ทำ  
เป็นที่กำหนดแนวคิด ขอบเขตที่จะศึกษาให้เฉพาะเจาะจง และได้ความรู้ในเรื่องที่ศึกษา  
เพิ่มเติม จนสามารถออกแบบและวางแผนดำเนินการทำโครงการได้เหมาะสม
  3. การวางแผนการทดลองเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์  
เป็นการกำหนดแผนงานอย่างคร่าว ๆ ไวล่วงหน้า เพื่อให้เป็นแนวทางในการทำโครงการ  
วิทยาศาสตร์ให้เป็นขั้นตอนเพื่อการดำเนินการอย่างมีลำดับ
  4. การลงมือศึกษาทดลองวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลเป็นการลงมือปฏิบัติ  
ตามขั้นตอนของเค้าโครงที่ผ่านการเห็นชอบจากครูที่ปรึกษา
  5. การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการเสนอผลงานของ  
การศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์เป็นเอกสาร เมื่อดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์  
จนได้ข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว
  6. การเสนอผลงานและการจัดแสดงผลงานโครงการวิทยาศาสตร์  
เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดแสดงผลงาน  
ที่ศึกษาไปแล้วให้ผู้อื่นเข้าใจ
- นฤมล ยุทธาคม (2544, หน้า 44) ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน  
มี 11 ขั้นตอน ดังนี้
- ขั้นที่ 1 วิเคราะห์หลักสูตร
  - ขั้นที่ 2 ทำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้
  - ขั้นที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามสาระการเรียนรู้
  - ขั้นที่ 4 เลือกปัญหา
  - ขั้นที่ 5 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
  - ขั้นที่ 6 เขียนเค้าโครงของโครงการ
  - ขั้นที่ 7 ดำเนินการจัดทำโครงการ
  - ขั้นที่ 8 ประเมินผล
  - ขั้นที่ 9 เขียนรายงาน

ชั้นที่ 10 นำเสนอ

ชั้นที่ 11 ประเมินผล

จากการศึกษาวิธีการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาหลายท่าน  
ดั่งที่ไดกลาวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยได้สรุปเป็นขั้นตอนและวิธีการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์  
สำหรับการวิจัยในครั้งนี้มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ชั้นที่ 1 การคิดและเลือกชื่อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา ขั้นตอนนี้  
เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด ตามหลักการแล้วนักเรียนควรจะเป็นผู้คิด  
และเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาด้วยตนเอง แต่ครูอาจมีบทบาทหรือมีการช่วยเหลือ  
ให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อเรื่องได้ด้วยตนเอง

ชั้นที่ 2 การวางแผนวิธีดำเนินงานในการศึกษาคนควาทั้งหมด เช่น วัสดุ  
อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปรวิธีดำเนินการ  
รวบรวมข้อมูลการวางแผนปฏิบัติงานอย่างคร่าว ๆ ว่าจะดำเนินการอย่างไรบ้าง  
เป็นขั้นตอน แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำเพิ่มเติมและขอความเห็นชอบ

ชั้นที่ 3 การลงมือทำโครงการ ได้แก่ การลงมือปฏิบัติตามแผนงานที่ได้  
วางไว้ล่วงหน้า

ชั้นที่ 4 ประกอบด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์  
การปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสุดแล้วแต่จะเป็นโครงการประเภทใดและการคนควา  
จากเอกสารต่าง ๆ แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล แเบงความหมายของข้อมูลและสรุปผล  
การศึกษาค้นควา

ชั้นที่ 5 การเขียนรายงานคนควา ตลอดจนประโยชน์และขอเสนอแนะ  
ต่าง ๆ ที่ได้จากการทำโครงการนั้น ๆ วิธีการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์  
ก็มีลักษณะ และแนวทางในการเขียนเช่นเดียวกับการเขียนรายงานผลการวิจัย  
ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์นั่นเอง

ชั้นที่ 6 การแสดงผลงาน เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นควา  
สำเร็จลงแล้ว ให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ ซึ่งอาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การจัด  
นิทรรศการ การสาธิตแสดงประกอบ การรายงานปากเปล่า ในการจัดแสดงผลงาน  
ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ทำได้ในหลายระดับ เช่น

1. การจัดเสนอผลงานภายในชั้นเรียน
2. การจัดนิทรรศการภายในโรงเรียนเป็นการภายใน

3. การจัดแสดงนิทรรศการในงานประจำปีของโรงเรียน
4. การส่งโครงการงานเข้าร่วมในงานแสดงหรือประกวดภายนอกโรงเรียน

## 7. บทบาทของผู้เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์

ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเป็นผู้มีบทบาทมากที่สุด ตั้งแต่ต้นจนจบ แต่กิจกรรมจะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีหรือไม่นั้น ต้องอาศัยความร่วมมือจากบุคลากรหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน คือ ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้บริหารโรงเรียน ผู้ปกครอง ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญและนักเรียน ซึ่งจะต้องให้คำปรึกษา ช่วยแก้ปัญหา รวบรวมแผนที่ดีสนใจ กระตุ้นเตือนเมื่อพบข้อบกพร่องและชักชวน เมื่อนักเรียน เกิดความลังเล ท้อแท้ และจะต้องเป็นที่พึ่งให้นักเรียนตั้งแต่แรกจนถึงวันสุดท้าย ต้องเสียสละและอุทิศเวลาทั้งหมด ตลอดจนการดำเนินงานของนักเรียน บทบาทของผู้เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์ (นวลจันทร์ เวชกามา, 2547, หน้า 111) มีดังนี้

### 1. บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

#### 1.1 การเตรียมการ

ครูต้องเตรียมใจเตรียมตัวเองและทำความเข้าใจถึงการนำโครงการติดตามวิทยากร ติดต่อสถานที่ที่จะไปทัศนศึกษาและใช้ในการทดลอง จัดหางบประมาณ เตรียมสถานที่เอกสารวางแผนกำหนดการต่าง ๆ เป็นต้น

#### 1.2 ในระหว่างการทำโครงการ

##### 1.2.1 จัดกิจกรรม จัดหาและเตรียมอุปกรณ์ พร้อมทั้งแนะนำ

ในแต่ละกิจกรรม รวมทั้งชี้แนะถึงอันตรายและการป้องกันตัวในระหว่างปฏิบัติงานกิจกรรมดังกล่าว ได้แก่ กิจกรรมที่ช่วยให้การทำโครงการสามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี ต้องฝึกและปรับปรุงช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถดำเนินการในสิ่งที่ยาก ให้เป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถคิดและลงมือปฏิบัติได้เอง

##### 1.2.2 การตรวจแก้ไขแนะนำ ทั้งการวางแผนดำเนินการ

และการสรุปผลเป็นหน้าที่โดยตรงของครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษา

##### 1.2.3 คอยติดตาม กระตุ้นเตือนให้นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

ฉะนั้น ครูจะต้องมีความระมัดระวังและเข้าใจขั้นตอน และแผนงานของนักเรียนเป็นอย่างดี

##### 1.2.4 ต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนว่าคนใดเริ่มท้อถอย

หรือกลุ่มใดดำเนินการไม่รอบคอบ เมื่อเกิดปัญหาต้องรีบแก้ไขจัดการ ในบางครั้ง

ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาอาจต้องจัดกิจกรรมสัมมนาการหรือกิจกรรมทัศนศึกษา ในการดำเนินการเพื่อผ่อนคลายบรรยากาศตึงเครียด เปื่อหมาย ทอดถอย

1.2.5 ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษา ต้องใช้ความพยายามอย่างสูง ที่จะไม่ให้เกิดความล้มเหลวขึ้นได้เกิดเหตุการณ์ใด อาทิเช่น ตนไม่ตายก่อนที่จะเสร็จสิ้น การทดลอง การเฟอเรือละเลย การสังเกตการณ์ทดลอง ต้องเรียกประชุมเฉพาะกลุ่ม เพื่อชี้แจงถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นหาขอผิดพลาดนั้น ๆ เอง ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาจะต้องพยายามสร้างให้เกิดความรู้สึกว้า ความผิดพลาด เปนบทเรียน ซึ่งบางกรณีเด็ก ๆ อาจดำเนินการจนจะเสร็จอยู่แล้ว ต้องไม่ไห้เขารู้สึกว้า เขาล้มเหลว

1.2.6 ในระหว่างการดำเนินการ ครูต้องเปนที่ปรึกษา ตรวจสอบแก้ไข แนะนำเท่านั้น รั่มัตรีวังการชี้แนะที่มากเกินไปจนกลายเป็นความคิดของครูทั้งหมด ต้องนึกอยู่เสมอว้าในบางครั้งแมจะไมดีที่สุดออยางที่ครูต้องการ แต่ก็เหมาะสมดีแล้ว เพราะเปนสิ่งที่เด็ก ๆ ได้คิดเอง การใช้คำถามชี้แนะออยางเหมาะสม จะสามารถช่วยไห้ นักเรียนสามารถคิดแนวทางปฏิบัติได้

### 1.3 เมื่อโครงการเสร็จสิ้นลง

1.3.1 ครูและอาจารย์ที่ปรึกษาควรพยายามสนับสนุนและหาโอกาส ใฝผลงานของนักเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่สู่สายตาผู้อื่นได้มากที่สุด ทั้งภายในโรงเรียน หรือต่างโรงเรียนหรือระดับประเทศ ทั้งนี้เพื่อไห้นักเรียนได้เกิดความภูมิใจในผลงาน ของตนเองและรั่มัตรีวังไม่ไห้เกิดการ “ลารางวัล” หรือมุ่งหวังรางวัลมากเกินไป ต้องไห้นักเรียนตระหนักว้า การแข่งขันเปนการประเมินผลงานของเรา เพื่อหาจุดบกพรอง ที่จะแก้ไขปรับปรุง ไม่ใช่จุดสำคัญที่สุด การไตรางวัลไม่วาจะเป็นรางวัลใดก็ตาม เปนสิ่งที่ แสดงว้าผลงานของเรามีคุณภาพ แต่ไม่ได้หมายความว่า การไม่ไตรางวัลอะไรเลย คือ ความล้มเหลว ตัวครูต้องพยายามทำใจไห้ใดกอน เพื่อที่จะแนะนำนักเรียนของตน ว้าได้พยายามออยางดีที่สุดแล้วหรือยังและอะไรคือจุดบกพรอง ตรงนี้สำคัญว้า ที่จะคำนึงถึงว้าจะไตรางวัลอะไร

1.3.2 การตัดสินใจเปนอีกหนทางที่หนึ่งของครูจะต้องตัดสินใจผลงาน ของนักเรียนนอกเหนือจากการส่งไปประกวดนอกโรงเรียน รวมทั้งจัดหารางวัล ทั้งนี้เพื่อไห้ เกิดการปรับปรุงและพัฒนาในโอกาสต่อไป

1.3.3 ครูต้องเตือนนักเรียน ให้เป็นผู้มีความรับผิดชอบเมื่อโครงการเสร็จสิ้นหน้าที่เด็ก ๆ คือ ช่วยเหลือดูแลเก็บสถานที่หรือห้องปฏิบัติการอุปกรณ์และวัสดุต่าง ๆ ให้เป็นระเบียบเรียบร้อยเหมือนเดิม จึงจะเรียกว่าเรียบร้อยสมบูรณ์

1.3.4 หน้าที่ของครูที่ปรึกษาคือเก็บผลงานนักเรียนด้วยความระมัดระวัง ให้อยู่ในสภาพที่ดีที่จะนำมาแสดงหรือให้นักเรียนรุ่นอื่น ๆ ได้ดูเป็นตัวอย่าง

1.3.5 หน้าที่สำคัญของครูที่ปรึกษา ควรจะต้องทำคือการประเมินผลการจัดกิจกรรมทั้งหมดเพื่อหาข้อบกพร่อง ซึ่งจะได้นำไปปรับปรุงในการทำครั้งต่อไป และการประเมินผลที่ดีนั้น ควรจะประเมินจากตัวครู ผู้ปกครอง และนักเรียน การประเมินผลนี้ไปเป็นการประเมินเพื่อสอบถามถึงความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมสถานที่ วิทยากร วัน เวลา เป็นต้น

## 2. บทบาทของผู้บริหารโรงเรียน

2.1 ให้ความสนับสนุนครูและนักเรียน ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยจัดหางบประมาณ และอุปกรณ์ให้ได้ตามความเหมาะสม

2.2 ส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมเพื่อแสดงผลงานของนักเรียน

2.3 ผู้บริหารควรเข้าใจว่าการทำโครงการวิทยาศาสตร์นี้เป็นส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนอย่างดียิ่ง แต่ก็จำเป็นต้องใช้เวลาในห้องเรียนด้วย จึงควรสนับสนุนให้ครูและนักเรียนใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์อย่างเหมาะสม

## 3. บทบาทของผู้ปกครอง

3.1 ให้ความสนใจและให้กำลังใจแก่นักเรียนในการทำโครงการ

3.2 ให้การสนับสนุนการทำโครงการ เช่น จัดเวลาว่างที่บ้านให้นักเรียน มีโอกาสทำโครงการช่วยหาอุปกรณ์ และให้ความช่วยเหลือในการจัดซื้อบางเท่าที่จำเป็น

3.3 ให้คำแนะนำแก่นักเรียนในบางเรื่องที่เขาจะสามารถทำได้

4. บทบาทของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ นี้ ได้แก่ นักวิจัย อาจารย์มหาวิทยาลัย แพทย์ ผู้นำท้องถิ่น ซึ่งท่านเหล่านี้สามารถให้การสนับสนุนนักเรียนในการทำโครงการได้เป็นอย่างดี โดยรับเป็นที่ปรึกษา การทำโครงการร่วมกับครูช่วยเหลือแนะนำแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางวิชาการ การให้ยืมเครื่องมือทดลอง และอนุญาตให้ใช้สถานที่ทดลองเมื่อมีความจำเป็น

## 5. บทบาทของนักเรียน

### 5.1 ริเริ่มและเลือกเรื่องที่จะศึกษา

### 5.2 ออกแบบการทดลอง

### 5.3 ดำเนินการทดลอง

### 5.4 สรุปผลการทดลอง

### 5.5 เสนอผลการทดลอง

จากข้างต้น สามารถแบ่งบทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ฝ่าย ได้แก่ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้บริหารโรงเรียน ผู้ปกครอง ผู้ทรงคุณวุฒิ และนักเรียน ซึ่งบทบาทในแต่ละฝ่าย ก็จะแตกต่างกันออกไป โดยที่อาจารย์ที่ปรึกษาก็จะมีหน้าที่ในการเตรียมการให้นักเรียน คอยดูแลจนโครงการเสร็จสิ้น และหาโอกาสเผยแพร่ผลงานของนักเรียน ผู้บริหารโรงเรียนจะต้องให้การสนับสนุน และส่งเสริม ผู้ปกครองต้องให้ความสนใจและส่งเสริมนักเรียน หาโอกาสให้นักเรียนได้ทำโครงการ ผู้ทรงคุณวุฒิก็จะให้คำปรึกษาหรือเป็นแหล่งข้อมูล ส่วนนักเรียนก็ต้องเป็นผู้ดำเนินการทำโครงการ

## 8. การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์

ลัดดา ภูเกียรติ (2552, หน้า 33-34) อธิบายวิธีการเขียนโครงการ เป็นการเสนอผลงาน การศึกษาคนควาในรูปแบบของการรายงานเป็นเอกสาร เพื่อขยายผลให้ผู้อื่นได้ทราบและเข้าใจแนวคิดวิธีการศึกษาคนควาและสิ่งที่ศึกษานั้นว่ามีผลเป็นอย่างไรรวมทั้งขอเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงการนั้นโดยใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ตรงไปตรงมา และครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ โดยตระหนักว่า การเขียนรายงานโครงการ เป็นการสื่อความหมายทางเดียว (one way communication) ซึ่งผู้อ่านรายงานไม่สามารถซักถามได้เมื่อมีข้อสงสัย จึงควรเขียนให้อ่านง่ายชัดเจนไม่สับสน วิธีการเขียนรายงานจะมีลักษณะหรือแนวทางเหมือนกับการเขียนรายงานการวิจัยซึ่งมีหัวข้อ ดังนี้

1. ชื่อโครงการ ชื่อโครงการเป็นสิ่งสำคัญประการแรก เพราะชื่อโครงการจะช่วยให้ความคิดไปถึงวัตถุประสงค์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และควรกำหนดชื่อโครงการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักด้วย การตั้งชื่อโครงการของนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาานิยมตั้งชื่อให้มีความกะทัดรัดและดึงดูดความสนใจจากผู้อ่านผู้ฟัง แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ต้องเข้าใจปัญหาที่สนใจศึกษาอย่างแท้จริง อันจะนำไปสู่การเข้าใจวัตถุประสงค์ของการศึกษาอย่างแท้จริงด้วย



เช่น โครงการงานวิทยาศาสตร์ชื่อ “ถุงพลาสติกพิชิตแมลงวันตัวน้อย” ซึ่งปัญหาเรื่องที่น่าสนใจศึกษา คือ ถุงน้ำพลาสติกสามารถไล่แมลงวันที่มาตอมอาหารได้จริงหรือ จากเรื่องดังกล่าวผู้ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์บางคนหรือบางคนจะอาจสนใจตั้งชื่อโครงการงานวิทยาศาสตร์

2. ชื่อผู้ทำโครงการงาน การเขียนชื่อผู้รับผิดชอบโครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งดี เพื่อจะได้ทราบวาโครงการงานนั้นอยู่ในความรับผิดชอบของใคร และสามารถติดตามได้ที่ใด

3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการเขียนชื่อผู้ให้คำปรึกษาควรให้เกียรติยกย่องและเผยแพร่รวมทั้งขอบคุณ ที่ได้ให้คำแนะนำการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์จนบรรลุเป้าหมาย

4. บทคัดย่อ อธิบายถึงที่มาและความสำคัญของโครงการงานวัตถุประสงค์วิธีดำเนินการ และผลที่ได้ตลอดจนขอสรุปต่าง ๆ อย่างย่อประมาณ 300-350 คำ

5. กิตติกรรมประกาศ (คำขอบคุณ) สว่นใหญ่โครงการงานวิทยาศาสตร์มักจะเป็นกิจกรรมที่ได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่าย ดังนั้น เพื่อเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศของความร่วมมือ จึงควรได้กล่าวขอบคุณบุคลากรหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีสว่นช่วยให้โครงการงานนี้สำเร็จ

6. ที่มาและความสำคัญของโครงการงาน ในการเขียนที่มาและความสำคัญของโครงการงานวิทยาศาสตร์ ผู้ทำโครงการงานจำเป็นต้องศึกษาหลักการทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องที่น่าสนใจจะศึกษาหรือพูดเขาใจง่าย ๆ ว่าเรื่องที่สนใจจะศึกษานั้นต้องมีทฤษฎีแนวความคิดสนับสนุน เพราะความรู้เหล่านี้จะเป็นแนวทางสำคัญในเรื่องต่อไป

6.1 แนวทางตั้งสมมติฐานของเรื่องที่ศึกษา

6.2 แนวทางในการออกแบบการทดลองหรือการรวบรวมข้อมูล

6.3 ใ้ประกอบการอภิปรายผลการศึกษา ตลอดจนเสนอแนะ

เพื่อนำความรู้และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่คนพบไปใช้ประโยชน์ต่อไป การเขียนที่มาและความสำคัญของโครงการงาน คือ การอธิบายให้กระจ่างชัดว่าทำไมต้องทำ ทำแล้วได้อะไร หากไม่ทำจะเกิดผลเสียอย่างไรซึ่งมีหลักการเขียนคล้ายการเขียนเรียงความทั่ว ๆ ไป คือ มีคำนำเนื้อเรื่องและสรุป

สว่นที่ 1 คำนำ : เป็นการบรรยายถึงนโยบายเกณฑ์สภาพทั่ว ๆ ไป หรือปัญหาที่มีสว่นสนับสนุนให้ริเริ่มทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 2 เนื้อเรื่อง : อธิบายถึงรายละเอียดเชื่อมโยงให้เห็นประโยชน์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมีหลักการทฤษฎีสนับสนุนเรื่องที่ศึกษา หรือการบรรยายผลกระทบถ้าไม่ทำโครงการเรื่องนี้

ส่วนที่ 3 สรุป : สรุปถึงความจำเป็นที่ต้องดำเนินการตามส่วนที่ 2 เพื่อแก้ไขปัญหาคนขอความรู้ใหม่คนสิ่งประดิษฐ์ใหม่ให้เป็นไปได้ตามเหตุผลส่วนที่ 1

7. วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า วัตถุประสงค์ คือ กำหนดจุดมุ่งหมายปลายทางที่ต้องการให้เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในการเขียนวัตถุประสงค์ต้องเขียนให้ชัดเจน อานเขาใจง่าย สอดคล้องกับชื่อโครงการ หากมีวัตถุประสงค์หลายประเด็นให้ระบุเป็นขอ ๆ การเขียนวัตถุประสงค์มีความสำคัญต่อแนวทางการศึกษา ตลอดจนขอความรู้ที่คนพบหรือสิ่งประดิษฐ์ที่คนพบนั้นจะมีความสมบูรณ์ครบถ้วน คือ ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทุก ๆ ขอ

8. ขอบเขตของการทำโครงการ ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ต้องให้ความสำคัญต่อการกำหนดขอบเขตการทำโครงการ เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่น่าเชื่อถือ ซึ่งได้แก่ การกำหนดประชากรกลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนตัวแปรที่ศึกษา

8.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ การกำหนดประชากรที่ศึกษา อาจเป็นคนหรือสัตว์หรือพืช ชื่อใด กลุ่มใด ประเภทใด อยู่ที่ไหน เมื่อเวลาใด รวมทั้งกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเหมาะสม เป็นตัวแทนของประชากรที่สนใจศึกษา

8.2 ตัวแปรที่ศึกษา การศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนมาก มักเป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลหรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป การบอกชนิดของตัวแปรอย่างถูกต้องและชัดเจน รวมทั้งการควบคุมตัวแปรที่ไม่สนใจศึกษา เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้ทำโครงการต้องเข้าใจตัวแปรใดที่ศึกษาเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดที่ศึกษาเป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใดบางเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุมเพื่อเป็นแนวทางการออกแบบการทดลอง ตลอดจนมีผลต่อการเขียนรายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องสื่อความหมายให้ผู้ฟังและผู้อ่านให้เขาใจตรงกัน

9. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าสมมติฐานของการศึกษา เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้ทำโครงการต้องให้ความสำคัญ เพราะจะทำให้เป็นการกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลองได้ชัดเจนและรอบคอบ ซึ่งสมมติฐาน

ก็คือการคาดคะเนคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักและเหตุผล ตามหลักการ ทฤษฎีรวมทั้ง ผลการศึกษาของโครงการที่ได้ทำมาแล้ว

10. วิธีการดำเนินการวิธีดำเนินการ หมายถึง วิธีการที่ช่วยให้งานบรรลุ ตามวัตถุประสงค์ของการทำโครงการตั้งแต่เริ่มเสนอโครงการกระทั่งสิ้นสุดโครงการ ซึ่งประกอบด้วย

10.1 การกำหนดประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

10.2 การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

10.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

10.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเขียนวิธีดำเนินการ ให้ระบุกิจกรรมที่ต้องทำให้ชัดเจนว่าจะทำอะไรบางเรื่องลำดับกิจกรรมก่อนและหลังให้ชัดเจน เพื่อสามารถนำโครงการไปปฏิบัติ อย่างต่อเนื่องและถูกต้อง

11. ผลการศึกษาคนควา นำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองต่าง ๆ ที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ด้วย

12. สรุปผลของการศึกษาคนควา อธิบายผลสรุปที่ได้จากการทำโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมติฐานควรระบุว่าข้อมูลใดสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือยังสรุปไม่ได้ นอกจากนี้ยังควรกล่าวถึงการทดลองไปใช้ประโยชน์อุปสรรคของการทำโครงการหรือข้อสังเกตที่สำคัญหรือขอผิดพลาดบางประการที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการนี้ รวมทั้งขอเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข หากมีผู้ศึกษาคนควา ในเรื่องที่ทำนองนี้ต่อไปในอนาคต

13. เอกสารอ้างอิง คือ รายชื่อเอกสารที่นำมาอ้างอิงเพื่อประกอบการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเขียนรายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ควรเขียนตามหลักการที่นิยมกัน

## 9. การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์

ลัดดา ภูเกียรติ (2552, หน้า 34-35) เสนอแนวทางการนำเสนอโครงการเป็นขั้นตอนหนึ่งหลังจากการศึกษา และหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่อยากรู้ และได้ผลออกมาแล้ว ต้องนำความรู้ที่ได้จากศึกษาทดลองนั้นมาเล่าให้ผู้อื่นรับรู้รับทราบ ซึ่งผู้ทำโครงการจะต้องคิดรูปแบบการนำเสนอผลงานการแสดงในรูปแบบนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูดหรือในรูปแบบของการรายงานปากเปล่า

ไม่ว่าการนำเสนอผลงานจะอยู่ในรูปแบบใด ควรครอบคลุมประเด็นสำคัญ คือ มีความชัดเจน เขาใจง่าย และมีความถูกต้องในเนื้อหา การเลานิทานหรือการเชิดหุ่น ประกอบการบรรยาย การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการนำเสนอ โดยมีหัวข้อสำคัญที่จะนำเสนอและเขียนบรรยายในผังโครงงาน จะประกอบด้วยประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

1. ชื่อโครงงาน
2. ชื่อผู้ทำโครงงาน
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
4. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน
5. วิธีดำเนินการ
6. ปัญหาที่ต้องการศึกษา
7. ผลการทดลอง
8. สรุปผล
9. ข้อเสนอแนะ

ทั้งหมดนี้จะต้องเขียนด้วยความประณีต สวยงาม สามารถหาสิ่งประดับ ตกแต่งผังโครงงานให้สวยงามได้ ผังโครงงานควรมีขนาดประกอบด้วยวัสดุเป็นแผ่น 3 แผ่น แผ่นกลางมีขนาด 60×120 เซนติเมตร แผ่นข้างมีขนาด 60×60 เซนติเมตร

### แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบโครงงาน

การเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Based Learning) เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต สอดคล้องกับหลักทฤษฎีการเรียนรู้ constructivism, constructionism และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เริ่มจากการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหาไว้ในรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานนี้ ยึดหลักการของ constructionism ซึ่งพัฒนาต่อมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ของเพียเจต์ (Piaget) โดยศาสตราจารย์เซมัวร์ เพพเพิร์ต (Seymour Papert) เป็นผู้นำเสนอการใช้สื่อทางเทคโนโลยี ช่วยในการสร้างความรู้ที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน โดยอาศัยพลังความรู้ของตัวผู้เรียนเอง และเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมา ก็จะเสมือนเป็นการสร้างความรู้ขึ้นในตัวเองนั่นเอง ความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้มีความหมายต่อผู้เรียนมาก เพราะจะเป็นความรู้ที่อยู่คงทน ไม่ลืมง่าย ขณะเดียวกันสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิด

ของตัวเองได้ดี นอกจากนั้นความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้ ยังจะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ทิศนา ขัมมณี (2547, หน้า 110) ทฤษฎี constructionism มีสาระสำคัญที่กล่าวถึงว่า ความรู้ไม่ใช่เกิดจากผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่สามารถสร้างขึ้นโดยผู้เรียนเองได้ และการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by Doing) ซึ่งการลงมือกระทำนี้ ไม่เพียงแต่ได้รับความรู้ใหม่ด้วยตนเองแล้ว แต่ยังสามารถเก็บข้อมูลของสิ่งแวดล้อมเข้าไปเป็นโครงสร้างของสมองตนเอง ขณะเดียวกันก็สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่ ปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ และจะเกิดเป็นวงจรเช่นนี้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การลงมือกระทำด้วยตนเองจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้เก่าและความรู้ใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา ซึ่งทั้งหมดจะอยู่ภายใต้ประสบการณ์และบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ โดยยึดหลักคิดที่ว่า “การเรียนรู้ที่ดีไม่ได้มาจากการหาวิธีการสอนที่ดีแก่ผู้สอน แต่มาจากการให้โอกาสที่ดีแก่ผู้เรียนในการสร้าง” (Better learning will not come from finding better ways for the teacher to instruct, but from giving the learner better opportunities to construct)

จากแนวคิดปรัชญาการศึกษาที่มุ่งเน้นความสำคัญของผู้เรียน การให้อิสระที่จะเลือกเรียน การพัฒนาผู้เรียนให้ครบทุกด้านทั้งทางร่างกาย สติปัญญา และสังคม อารมณ์ และทักษะกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยยึดความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน เน้นการลงมือปฏิบัติ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยเป็นผู้ให้คำปรึกษา แนะนำต่อผู้เรียนให้การเรียนประสบผลสำเร็จ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการเรียนรู้มีส่วนสำคัญต่อนักการศึกษาและครูในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุน ดังนี้ (วัฒนาพร ระวังทุกข์, 2541, หน้า 9)

1.1 ทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้แนวใหม่ ที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน ว่าเป็นทางเลือกหนึ่ง ที่ทดแทนทัศนคติความรู้แบบเก่า โดยมีหลักสามประการ คือ การเรียนรู้เป็นกระบวนการของการสร้างความรู้ การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิม ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของการสร้างความรู้ใหม่และสถานการณ์ คือ บริบทของการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญของการสร้างความรู้ ความรู้ (Knowledge) คือ โครงสร้างทางปัญญา Cognitive Structure ซึ่งเกิดจากความพยายามทางปัญญาของบุคคลนั้นในการจัดการกับโลกแห่งประสบการณ์

ของตนเอง แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างความรู้ มีนักการศึกษาซึ่งเชื่อว่าความรู้เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นด้วยตนเองซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มนักการศึกษาที่มีความเชื่อในลักษณะนี้ได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1.1.1 กลุ่มการสร้างความรู้เชิงความคิด (cognitive constructivists) กลุ่มนี้เน้นการสร้างความรู้เกิดจากปัจเจกบุคคล การเรียนรู้เป็นกระบวนการเชิงพลวัต (Dynamic process) ของการสร้างการจัดระบบและการสร้างความรู้อย่างพิถีพิถัน นักการศึกษาที่มีความเชื่อลักษณะนี้ได้แก่ จอห์น ดิวอี้ เพียเจต์ และวอนกลาสเซอร์เฟลด์ (John Dewey Jean piaget และ Von Lagerfeld) ซึ่งมีทรรศนะว่า การสร้างความรู้จะเกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ต้องใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางความคิด กับประสบการณ์ส่วนร่วมกัน ดังนั้นตามแนวคิดนี้ ผู้สอนต้องยอมรับว่าการเรียนเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสร้างและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมากกว่าที่จะรับการถ่ายทอดจากครู แล้วจดจำแบบนกแก้วนกขุนทอง

1.1.2 กลุ่มการสร้างความรู้เชิงสังคม-วัฒนธรรม (Social-cultural Constructivists) นักศึกษากลุ่มนี้มีทัศนะว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม ซึ่งครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการพูดคุยกันอย่างมีความหมาย ในลักษณะแลกเปลี่ยนกันด้วยบรรยากาศที่เป็นมิตร ปฏิสัมพันธ์ภายในห้องเรียนจะเป็นตัวเชื่อมโยงการเรียนรู้และการสอนให้ผสมผสานกันอย่างกลมกลืน

ปรัชญาและแนวคิดการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบโครงการโดยใช้การแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาปรัชญา แนวคิด ที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียน การสอน ดังต่อไปนี้ มีนักปรัชญาการศึกษาที่ให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีปรัชญาการศึกษาที่ให้ความสำคัญ ดังนี้ (วัฒนาพร ระบุทุกข์, 2541) ปรัชญาพิพัฒนนิยม (prograssivism) เป็นปรัชญาที่มองว่า การศึกษาต้องพัฒนาผู้เรียนเต็มทุกด้านทั้งทางร่างกาย อารมณ์ สังคมอาชีพ และสติปัญญา โดยจัดให้ผู้เรียนตามความสนใจ ความถนัด และคุณลักษณะตนเอง สิ่งที่เรียนควรที่จะมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน รวมทั้งส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตย ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ลักษณะพิเศษการจัดการเรียนการสอน เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

Child Centered Approach เป็นการปฏิบัติจริง Learning by doing หรือวิธีการแก้ปัญหา Problem Solving การเรียนจะไม่หยุดอยู่แค่ในโรงเรียนเท่านั้น แต่จะดำเนินไปตลอดชีวิต ครูจะทำหน้าที่ในการเตรียมและแนะนำให้คำปรึกษา และเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียน ได้เรียนรู้เข้าใจ และเห็นจริงด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการตัดสินใจ และมีส่วนร่วม ในการตัดสินใจและมีส่วนร่วมในกิจกรรม

## กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

### 1. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางความคิดที่มีความสำคัญ เนื่องจาก เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ในการดำเนินชีวิต และเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้จะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ดังนั้น บุคคลจึงต้องมีความรู้ในการแก้ปัญหา ได้รับการฝึกหัดในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น ความสามารถของเชอวร์ ปัญญา การเรียนรู้ และประสบการณ์เดิม เป็นต้น สำหรับความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

Mathews. (1989, p. 50) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่ง ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานกัน จนเป็น ความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถด้านการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภท หลักการนี้ ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ประเภทนี้ กาเยได้อธิบาย ว่า เป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกัน ของสิ่งเร้าทั้งหมด

Flower Seymorlt. (1964, p. 63) กล่าวว่า วิธีทางวิทยาศาสตร์ คือ การแก้ปัญหานั้นเอง ซึ่งการแก้ปัญหานั้นเป็นแบบแผน หรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะ ที่ยากลำบาก ยุ่งยากหรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งความเกี่ยวข้อง กับปัญหามีการตั้ง สมมติฐาน และมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บ รวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์และทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริง หรือไม่

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 15) ได้ให้ความหมายของความสามารถของการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถทางสมองในการจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืน กลับมาสู่สภาวะที่เราคาดหวัง

จากความหมายของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาได้กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ

## 2. การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหของแต่ละบุคคลนั้น จะแตกต่างกันออกไป เพราะคนเราจะมี ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้ดีหรือไม่ดีนั้นขึ้น อยู่กับว่าบุคคลนั้น มีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ และประสบการณ์ ในการจัดการเรียนการสอนมีผลต่อความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการเรียนการสอน กับการแก้ปัญหา ดังนี้

กาญจนา ฉัตรศรีสกุล (2544, หน้า 57) สรุปว่า การคิดแก้ปัญหาผู้เรียน สามารถพัฒนาได้จากหลายแนวทาง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวิธีสอน การจัดกิจกรรมการเรียน การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีหลักการ และให้เหตุผลการเรียนการสอนที่นักเรียนสามารถค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง เช่น การทำแบบฝึก ก็เป็นกิจกรรมอีกลักษณะหนึ่ง ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะ อย่างหนึ่งที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ แม้ว่าครูไม่อาจจะฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียวกับที่เราฝึกให้เด็กเล่นดนตรี แต่การให้เด็กมีโอกาส ฝึกฝนอยู่เสมอ นั้น ย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็กอย่างแน่นอน วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยฝึก ให้เด็กมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้นั้น

มังกร ทองสุขดี (2542, หน้า 5-10) กล่าวไว้ ดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้ เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรา มีประสบการณ์เพิ่มขึ้นย่อมจะช่วยให้เรามีหนทางในการคิดแก้ปัญหามากขึ้น



2. ฝึกให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นั้น อาจหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชา บางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา โดยการทดลองค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผลแก่ตัวเอง (the Innate Process) การฝึกแบบนี้ เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้ง อาจเป็นการเชื่อแบบลางสังหรณ์ ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของตนเอง มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น กรณีย์ (Schwab) ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้อ่านการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

4.1 การกำหนดปัญหา

4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง

4.3 ตั้งสมมติฐาน

4.4 ประเมินผล

วิธีการคิดแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถนำไปใช้ในอนาคตได้อีกด้วย นอกจากนั้น ครูควรแนะนำทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือทำในเรื่องเหล่านี้โดย

1. ฝึกให้อ่านการวิเคราะห์-สังเคราะห์ (Analysis-Synthesis)

2. ฝึกให้อ่านการออกความเห็น (Suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น ดีกว่าการฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำเพียงอย่างเดียว ครูต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจแสดงออกทางความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

สายหยุด สมประสงค์ (2543, หน้า 67-90) ได้กล่าวว่า การที่เด็กสามารถแก้ปัญหาได้นั้นผู้สอนต้องจัดสภาพการณ์ภายนอกเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเหล่านั้น แก้ปัญหา เช่น

1. จัดสถานการณ์ใหม่ ๆ มีวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี เพื่อให้ผู้เรียนฝึกฝนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา
  2. ปัญหาที่ผู้สอนนำมาให้ฝึกนั้น นอกจากจะเป็นปัญหาแปลกใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อนแล้ว ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียนที่จะแสดงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบทักษะของเชาว์ปัญญาของผู้เรียน
  3. การฝึกแก้ปัญหา ผู้สอนควรจะแนะนำให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจปัญหาให้ถ่องแท้เสียก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร ถ้าปัญหาเป็นปัญหาใหญ่ ให้แตกออกเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา
  4. จัดบรรยากาศการเรียนการสอนหรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นสภาพภายนอกของผู้เรียนให้เป็นที่ไปแนวทางที่เปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว ผู้เรียนจะเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่างๆ
  5. ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ โดยผู้สอนไม่ควรบอกวิธีแก้ปัญหาตรง ๆ แก่ผู้เรียน ดังนั้น ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายด้วยกิจกรรมหรือกลยุทธ์ที่เหมาะสม
- ทิสนา แคมมณี (2552, หน้า 9-14) ได้กล่าวถึงกระบวนการสำคัญของครูที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดมี ดังนี้
1. การสังเกต / การสงสัย
  2. การอยากรู้คำตอบในสิ่งที่สงสัย
  3. การแสวงหาคำตอบในเรื่องที่สงสัย
  4. การคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่สงสัย โดยเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิม การใช้เหตุผล การคิดริเริ่ม การใช้จินตนาการ
  5. การรวบรวมข้อมูลในเรื่องที่สงสัย โดยวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูล การแจกแจงข้อมูล การกำหนดแหล่งข้อมูล การลงมือเก็บข้อมูล
  6. การพิจารณาข้อมูลและสรุปข้อมูลในเรื่องที่สงสัย โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบ การแยกแยะข้อมูล การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูล การใช้เหตุผลการประเมินข้อมูล และการลงสรุปข้อมูล
  7. การทดสอบคำตอบในเรื่องที่สงสัยและสรุปผลการทดลอง
  8. การสรุปคำตอบในเรื่องที่สงสัย

สุวัฒน์ คล่องดี (2534, หน้า 205–206) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนเพื่อแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ปล่อยให้ นักเรียนคิดด้วยตนเองมากที่สุด
2. ควรส่งเสริมให้กำลังใจเมื่อนักเรียนทำผิดพลาดหรือคิดไม่ถูกต้อง
3. ครูควรให้ข้อเสนอแนะอภิปราย ชักถามให้นักเรียนคิดถ้านักเรียนคิดไม่ออก
4. ครูควรส่งเสริม สนับสนุนให้นักเรียนคิด หรือใช้วิธีใหม่แก้ปัญหา หากนักเรียนยังใช้วิธีเดิม ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้
5. ครูควรเสนอแนะวิธีการใหม่ ๆ ให้นักเรียนพิจารณาทดลอง ถ้านักเรียนท้อถอยจะเลิกแก้ปัญหา เนื่องจากมองไม่เห็นแนวทาง
6. ถ้านักเรียนสับสนเบื่อหน่าย หงุดหงิด ครูแนะนำให้ นักเรียนพักสักครู
7. ครูควรแนะนำส่งเสริมให้นักเรียนเห็นว่า การมีใจกว้าง มองหลายมุม ยอมรับความคิดเห็น ไม่ยึดมั่นวิธีใดวิธีหนึ่ง จะช่วยแก้ปัญหาได้ดีขึ้น
8. ครูส่งเสริมให้นักเรียนหาเหตุผล คิดเตา ลองผิดลองถูก ในการแก้ปัญหาบ้าง
9. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ ก่อนตัดสินใจ
10. ครูไม่ควรหัวเราะเยาะให้นักเรียนเสียหน้าหรือเกิดความละอาย เมื่อนักเรียนเสนอวิธีหรือข้อมูลที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม เพราะจะทำให้ นักเรียนไม่กล้าคิด ไม่กล้าแสดงออก

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการฝึกการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนนั้น จะดีหรือไม่ดี ได้ผลหรือไม่นั้น ผู้สอนมีส่วนสำคัญมากในการจัดบรรยากาศการเรียนการสอนที่เป็นการกระตุ้นยั่วยุให้ผู้เรียนฝึกคิด การให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนการส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน เพราะหากครูจัดบรรยากาศการเรียนการสอน เสนอปัญหาที่ผู้เรียนไม่สนใจ ก็มักส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ไม่อยากหาคำตอบหรือปัญหาที่ครูให้ นั้น มีความยากจนเกินไป ไม่เหมาะกับระดับสติปัญญาของผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความท้อแท้ไม่อยากแก้ปัญหานั้นอีก ซึ่งทำให้การฝึกการแก้ปัญหาของผู้เรียนนั้น ล้มเหลว ครูควรแนะนำหรือช่วยเสนอแนะเกี่ยวกับการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน

หรือให้กำลังใจกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนพยายามหาแนวทางในการแก้ปัญหาให้ลุ่ลงไปได้

### 3. กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้หลายแนวคิด เช่น

อำนาจ เลิศชัยนดี (2533, หน้า 19-20, อ้างอิงจาก Guilford, 1971, p. 103) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติ ทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา แล้วได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาอีกแนวหนึ่งว่าควรประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร
2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปแบบของวิธีการสุดท้าย จะได้ผลลัพธ์ออกมา
4. ขั้นตรวจสอบ (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้อง มีการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้แนวทางที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด
5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใช้ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกันกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

ทบวงมหาวิทยาลัย (2556, หน้า 232-234) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นอาจแจกแจงได้มากหรือน้อยกว่า 4 ขั้น ก็ได้ แล้วแต่ความละเอียดในการแบ่งและได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา สิ่งที่สำคัญในขั้นตอนนี้ คือ ความสนใจที่มีต่อผู้พบเห็น ซึ่งเกิดเนื่องมาจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะในการสังเกต

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า สมมติฐาน
3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะในการควบคุมตัวแปร การสังเกต และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความหมาย อธิบายข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้จะเห็นว่า มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายอย่างซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลองผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติ และพัฒนาความคิดด้วย เช่น การฝึกสังเกต มีนักวิชาการและนักการศึกษากล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

#### 1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นหาคำตอบ ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการในการหาความรู้ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

ไพฑูริย์ สุขศรีงาม (2530, หน้า 3) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ มโนคติและหลักการช่วยให้การลงข้อสรุปแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรงถูกต้อง เชื่อถือได้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรียงลำดับจากกระบวนการที่ง่ายไปจนถึงกระบวนการซับซ้อน

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 10) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ หรือค้นคว้าในสิ่งที่ยังไม่รู้หรือใช้ในการแก้ปัญหา กระบวนการนี้ไม่มีรูปแบบที่กำหนดไว้แน่นอนว่าในการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ นั้น จะเริ่มต้นจากกระบวนการใดต่อไปยังขั้นใด และสิ้นสุดในขั้นใด แต่เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ ทำการแก้ปัญหา

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540, หน้า ค) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป อย่างคล่องแคล่วถูกต้องแม่นยำ

นารี ลือภูเขียว (2541, หน้า 18) ได้ให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาจัดทำตรวจสอบและสื่อความหมายหรือความรู้ วิธีการที่เรียกว่าวิทยาศาสตร์นี้ได้แก่ การสังเกต การวัด การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป การทำนาย การจำแนก การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการทดลอง

ภพ เลหาทไพบูลย์ (2542, หน้า 14) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการสังเกต บันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและทำการทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 76) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา

สุวัฒน์ ทับทิมเจือ (2548, หน้า 26) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝน ความนึกคิดอย่างเป็นระบบ ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

กล่าวโดยสรุป ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมในการแสวงหาความรู้ โดยใช้ทักษะ

การสังเกต การวัด การจำแนกประเภทความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปส กับเวลา การใช้คำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุม ตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

## 2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและสถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา วิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวคิดรูปแบบต่าง ๆ กัน ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกล่าวพอสังเขปได้ ดังนี้

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science -AAAS) โดยเน้นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนระดับอนุบาลจนถึงชั้นประถมศึกษา ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้ (สุวัฒน์ ทัฬหิมเจือ, 2548, หน้า 21)

### 2.1 ระดับทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ เป็นทักษะเพื่อการแสวงหาความรู้ทั่วไป ประกอบด้วย

2.1.1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่

2.1.1.1 ชี้นำและบรรยายสมบัติของวัตถุที่สังเกตได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เช่น ก้อนหินมีลักษณะกลม สีดำ ผิวขรุขระ

2.1.1.2 บรรยายหรือรายงานผลการสังเกตสมบัติของวัตถุออกมาในเชิงของปริมาณโดยการประมาณ ซึ่งต้องอ้างอิงหน่วยมาตรฐาน

2.1.1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลำดับขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง

2.1.2 ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องตลอดจนสามารถอ่านค่า

ที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ  
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่

- 2.1.2.1 เลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- 2.1.2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- 2.1.2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
- 2.1.2.4 ทำการวัดปริมาณต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
- 2.1.2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด
- 2.1.2.6 อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว

และใกล้เคียงความจริง

2.1.3 ทักษะการคำนวณ (Using numbers) หมายถึง การนำ  
จำนวนที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำ  
ให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสอง เป็นต้น  
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่

2.1.3.1 การนับ พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในการนับ  
คือ นักเรียนสามารถนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้และตัดสินใจ  
ได้ว่าของในกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

2.1.3.2 การคำนวณ พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก  
เมื่อเกิดทักษะในการคำนวณ คือ บอกวิธีคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้อง และแสดงวิธี  
คำนวณได้

2.1.3.3 การหาค่าเฉลี่ย พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก  
ในการหาค่าเฉลี่ย คือ บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ และแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ยได้

2.1.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง  
ความสามารถในการจัดจำแนก หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ  
ออกเป็นหมวดหมู่โดยมีเกณฑ์ในการจำแนก ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่

2.1.4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่น  
กำหนดให้ได้

2.1.4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์  
ของตนเอง



2.1.4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

2.1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ

และสเปซกับเวลา สเปซ (Space) ของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นรองรับอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปสเปซของวัตถุมี 3 มิติ ได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูงหรือความหนาของวัตถุ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Space/space relationship and space/time relationship) ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง ที่อยู่ของวัตถุหนึ่ง กับอีกวัตถุหนึ่ง และเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลาซึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาที่สามารถ ที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่

2.1.5.1 ชีบรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

2.1.5.2 วาดรูป 2 มิติ หรือวาดรูป 3 มิติจากวัตถุ

หรือภาพที่กำหนดให้ได้

2.1.5.3 บอกชื่อของรูปร่างและรูปทรงเรขาคณิตได้

2.1.5.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

บอกรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุน 2 มิติ

2.1.5.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุได้

2.1.5.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุ

หนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้

2.1.5.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงา

กับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาได้

2.1.5.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง

ของวัตถุกับเวลาได้

2.1.5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลง

หรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

2.1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

(Organizing data and communication) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีการต่าง ๆ

เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ โดยอาจนำเสนอในรูปแบบของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว ได้แก่

2.1.6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ

2.1.6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอ

ข้อมูลได้

2.1.6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

2.1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง

ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิม ของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์ กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่ ความสามารถอธิบาย หรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

2.1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง

ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกต ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย ในการทำนาย การทำนายอาจทำนายในขอบเขตของข้อมูล และภายนอกขอบเขตข้อมูล ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่

2.1.8.1 การพยากรณ์ทั่วไป ทำนายผลที่เกิดจากข้อมูล ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

2.1.8.2 พยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณ ทำนายผลที่เกิดขึ้น ภายในและภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้อาศัยกรอบความคิดของสมาคมอเมริกัน ส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (สวัดมันน์ ทัปทิมเจือ, 2548, หน้า 21) ใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส กับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ซึ่งเหมาะสมกับบริบทเนื้อหาสาระ และระดับชั้นของนักเรียน

### 3. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ 5 ทักษะ

เป็นทักษะกระบวนการขั้นสูงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อแสวงหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นพื้นฐานในการพัฒนาประกอบด้วย

ทักษะที่ 9 การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses) หมายถึง การตั้งคำถาม หรือคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองเพื่ออธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรโดยสมมติฐานสร้างขึ้นจะอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์ภายใต้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่สามารถอธิบายคำตอบได้ ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองได้
- สามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าจากความสัมพันธ์

ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้

ทักษะที่ 10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง การกำหนดและอธิบายความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษาหรือการทดลอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถอธิบายความหมาย และขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการทดลองได้

ทักษะที่ 11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) หมายถึง การบ่งชี้และกำหนดลักษณะตัวแปรใด ๆ ให้เป็นเป็นตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้นและตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรตามและตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรควบคุม

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลหรือสิ่งที่ต้องการทดลอง เพื่อให้ทราบว่าเป็นสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้นในการทดลอง

ตัวแปรควบคุม คือ ปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่อาจมีผลต่อการทดลองที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันหรือคงที่ขณะการทดลองความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถกำหนด และอธิบายตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลองได้

ทักษะที่ 12 การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติและทำซ้ำในขั้นตอน เพื่อหาคำตอบจากสมมติฐาน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการทดลองจริง ๆ เพื่อกำหนดวิธีการ และขั้นตอนการทดลองที่สามารถดำเนินการได้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไข ปัญหาอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลอง เพื่อให้การทดลองสามารถดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูล

ที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ เช่น

- สามารถออกแบบการทดลอง และกำหนดวิธี ขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม
- สามารถระบุและเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองอย่างเหมาะสม
- สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง
- สามารถบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

ทักษะที่ 13 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อมูล (Interpreting data and conclusion) หมายถึง การแปรความหมายหรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น

- ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ
- การลงข้อมูล หมายถึง การวิเคราะห์ และการสรุปผลความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปประเด็นสำคัญของข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือศึกษา
- ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ ความสามารถ

ในการวิเคราะห์ และสรุปประเด็นสำคัญ รวมถึงการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูล

– สามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

#### 4. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540, หน้า 166) ได้กล่าวว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 รูปแบบ คือ การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice paper-and-pencil tests) และการประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance assessment) โดยมีรายละเอียดดังนี้

##### 1. การใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบในการประเมินทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเป็นวิธีเก่าดั้งเดิม ในขณะที่การประเมินพฤติกรรมเป็นแนวทางเลือกใหม่ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นวัตถุประสงค์สำคัญ ในระหว่างปี ค.ศ. 1960-1970 ได้มีการพัฒนาแบบทดสอบซึ่งวัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้น มีจำนวนเพิ่มขึ้นตามจำนวนทักษะที่ต้องการทดสอบ แรกเริ่มเดิมที แบบทดสอบเหล่านี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์แผนใหม่ ต่อมาได้พัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นผสม (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540, หน้า 166-167) หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา มีแต่หลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological Science Curriculum Study : BSCS) เท่านั้น ที่แบบทดสอบได้ออกแบบมาใช้วัดความสามารถทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบนี้มีชื่อว่าแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Processes of Science Test) ซึ่งใช้วัดว่านักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร

##### 2. การประเมินพฤติกรรมในการใช้ทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ ปัจจุบันได้มีการเน้นวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่นอกเหนือจากการใช้แบบทดสอบให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ ไม่ได้ให้ผู้เรียนลงมือทำการทดลองอย่างจริงจัง เพื่อทดสอบความเข้าใจและทดสอบทักษะการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ นั่นคือ ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องลงมือปฏิบัติการทดลอง การประเมินพฤติกรรมจึงเป็นวิธีใหม่

ในการประเมินผลการเรียนรู้ และเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษา  
ในประเทศสหรัฐอเมริกาในปัจจุบัน

(วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540, หน้า 173-174) นักวิจัย

และนักวิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย (The University of California)

และจากสถาบันเทคโนโลยีแคลิฟอร์เนีย (The California Institute of Technology)

ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาวิธีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4 วิธี

ด้วยกัน คือ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540, หน้า 173-174)

1. การสังเกตพฤติกรรมกรรมการลงมือการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน  
โดยผู้เชี่ยวชาญ

2. การประเมินสมุดบันทึกที่นักเรียนใช้บันทึกวิธีดำเนินการทดลอง

3. การใช้ไอคอน (icon) ในสถานการณ์จำลองจากเครื่องคอมพิวเตอร์

(Computer simulation)

4. การตอบคำถามสั้น ๆ ที่เกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง

การวิเคราะห์ และการตีความหมายข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ในประเทศอังกฤษมีหน่วยงานการประเมินผล (The Assessment of  
Performance Unit : APU) ซึ่งเป็นหน่วยของกรมวิชาการ ได้ประเมินทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่มีอายุ 11 , 12, 13 และ 15 ปี ทุกปีในหัวข้อ  
ต่อไปนี้

1. การนำเสนอด้วยสัญลักษณ์เป็นความสามารถที่จะเปลี่ยนข้อมูล  
ให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ได้

2. การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการวัด เป็นความสามารถพื้นฐาน  
ของทักษะอื่น ๆ ได้แก่ การสังเกต และการดำเนินการทดลอง

3. การสังเกต การสังเกตบูรณาการเข้ากับการตีความหมายข้อมูล  
และขึ้นอยู่กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เดิม การสังเกตไม่ใช่กิจกรรมที่เป็นอิสระ  
จากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4. การตีความหมายข้อมูลและการนำไปใช้ เป็นความสามารถ  
ในการหาแบบแผนของข้อมูล การพยากรณ์ การตัดสินใจเชื่อได้ระหว่างพยาน  
หลักฐานและการลงความเห็น การลงข้อสรุป การให้คำอธิบาย และการตั้งสมมติฐาน

5. การวางแผนการทดลอง เป็นความสามารถในการออกแบบ

การทดลองเพื่อทดสอบแนวความคิด โดยพิจารณาถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้การสังเกตและการวัดที่จำเป็น

6. การสืบเสาะหาความรู้ เป็นความสามารถในการวางแผนการทดลองการวัด การสังเกต และการตีความหมายผลที่ได้จากการทดลอง ความสามารถของการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ประเมินแยกจากกันตั้งแต่ข้อ 1-5 จะถูกประเมินร่วมกันในการแก้ปัญหา โดยการลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

จากการศึกษา การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่า การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องศึกษาจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะเพื่อเป็นแนวทางในการที่จะประเมินดูว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

## ความพึงพอใจ

### 1. ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นผลของการแสดงออกด้านเจตคติรูปแบบหนึ่ง เป็นความรู้สึกทางบวกของจิตใจที่มีต่อประสบการณ์ที่มนุษย์ได้รับมากหรือน้อยก็ได้ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายท่าน ดังนี้

ไชยย์ณห์ ชาญปรีชารัตน์ (2543, หน้า 52) ได้กล่าวว่าความพึงพอใจหมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่องานที่ปฏิบัติในทางบวก คือ รู้สึกชอบรักพอใจ หรือมีเจตคติที่ดีต่องาน ซึ่งเกิดจากการได้รับตอบสนองของความต้องการทั้งทางด้านวัตถุและด้านจิตใจเป็นความรู้สึกที่มีความสุขเมื่อได้รับความสำเร็จตามความต้องการหรือแรงจูงใจ

ปนัดดา ยอดระบำ (2544, หน้า 6) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่ดีที่ชอบที่พอใจหรือที่ประทับใจของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับโดยสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการ ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจบุคคลทุกคนที่มีความต้องการหลายสิ่งหลายอย่างและมีความต้องการหลายระดับ ซึ่งหากได้รับการตอบสนองก็จะเกิดความพึงพอใจ

วรารณณ์ ช้วยนุกิจ (2544, หน้า 8) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดอันเนื่องมาจากความสำเร็จความประสงค์

ที่ตนคาดหวังไว้เป็นความรู้สึกที่ปรับเปลี่ยนได้เสมอ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์สภาพแวดล้อม ช่วงเวลาในขณะนั้น ๆ ความพึงพอใจ เป็นพลังแห่งการสร้างสรรค์สามารถกระตุ้นให้เกิด ความภูมิใจมั่นใจ

ศุภศิริ โสมาเกตู (2544, หน้า 49) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรม ในเชิงบวก ดังนั้นความพึงพอใจในการเรียนรู้จึงหมายถึง ความรู้สึกชอบ พอใจในการร่วม ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน และต้องดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่าความพึงพอใจหมายถึงความคิดเห็นหรือความรู้สึก ที่มีต่อการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติงานนั้น ๆ ให้สำเร็จ ลงได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์หรือตามเป้าหมาย

## 2. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

มีนักการศึกษาสาขาต่าง ๆ ทำการค้นคว้าและตามทฤษฎีที่เกี่ยวกับแรงจูงใจ อันจะก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานไว้ดังนี้

Skinner (1971, p. 96-120) ได้อ้างคำกล่าวของ Jean Jaeques Rousseau ที่แสดงความคิดในแนวเดียวกันจากหนังสือ “เอมิล” (Emile) โดยให้ข้อคิดแก่ครู ว่าจงทำให้ เด็กเกิดความเชื่อว่าเขาอยู่บนความควบคุมของตัวเองเอง แม้ว่าผู้ควบคุมที่แท้จริงคือครู ไม่มีวิธีการใดดีไปกว่าการให้เขาได้แสดงความรู้สึกว่าเขาอิสระเสรีภาพด้วยวิธีนี้ คนจะมี กำลังใจด้วยตนเอง ครูควรปล่อยให้เด็กทำเฉพาะสิ่งที่เขาอยากทำ แต่เขาคงจะอยากทำ ในสิ่งที่ครูต้องการให้เขาทำเท่านั้น

Scott (1970, p. 124) ได้เสนอแนวคิดในการจูงใจต่อการทำงานที่จะเกิดผล เชิงปฏิบัติมีลักษณะดังนี้

1. งานควรมีส่วนสำคัญกับความปรารถนาส่วนตัวงานนั้น จะมี ความหมายสำหรับผู้ทำ
2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้โดยใช้ระบบ การทำงานและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงานจะต้องมี ลักษณะดังนี้
  - 3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย
  - 3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง



### 3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

สรุปตามแนวคิดทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่าความพึงพอใจในการเรียนที่จะทำให้ผลการเรียนเป็นไปในทางบวก ย่อมขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติ ทำให้นักเรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งเกิดความสมบูรณ์ในชีวิตมากขึ้นเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนจะนำมาใช้ส่งเสริมความพึงพอใจในการเรียนให้กับนักเรียนจากแนวคิดนี้นำมาประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนมีส่วนร่วมเลือกเรียนตามความสนใจและมีโอกาสร่วมกันตั้งประเด็นปัญหาหรือความมุ่งหมายในการทำกิจกรรม ได้เลือกวิธีแสวงหาความรู้ด้วยวิธีที่นักเรียนถนัดและสามารถค้นหาคำตอบได้ ตลอดจนได้รับทราบผลสำเร็จของงานจากการประเมินผล

### 3. การวัดระดับความพึงพอใจ

บุญชม ศรีสะอาด (2535, หน้า 68-85) กล่าวว่า ความสัมพันธ์มาตรการการวัดอาจทำได้โดยวิธีการดังต่อไปนี้

1. ใช้แบบสอบถาม เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยขอร้องให้ผู้ที่เราต้องการให้แสดงความคิดเห็น ตอบลงในแบบฟอร์มที่กำหนดให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระคำถามจะถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ และสภาพอื่น ๆ เป็นต้น
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรงได้ทางหนึ่ง เหมาะสำหรับกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่วัยเด็กจนถึงวัยชรา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่อ่านหนังสือไม่ออก เขียนหนังสือไม่ได้ หรือทำได้ช้า การสัมภาษณ์สามารถทำได้ทั้งการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง
3. การสังเกตการณ์ เป็นเทคนิคการวัดความพึงพอใจอีกอย่างหนึ่ง ผู้สังเกตการณ์ใช้สายตาเฝ้าดูหรือศึกษาเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของเหตุการณ์นั้น การสังเกตสามารถทำได้ ทั้งแบบมีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง

จากแนวคิดและหลักการดังกล่าว ผู้ศึกษาได้นำมาใช้ในการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้โครงการ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน คือ ใช้แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

## ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงษ์ (2550, หน้า 135-143) ได้ให้แนวคิดและหลักปฏิบัติไว้ว่า เมื่อได้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ก่อนนำไปใช้จะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อดูว่าสื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอน ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่ และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อหรือสื่อหรือชุดการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาคุณภาพ เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ

### 1. ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

#### 1.1 ความหมายของประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานหรือความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output) ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใด ๆ อย่างถูกวิธี (Doing the thong right) คำว่าประสิทธิภาพ มักสับสนกับคำว่า ประสิทธิภาพ (Effectiveness) ซึ่งเป็นคำที่คลุมเครือ ไม่เน้นปริมาณ และมุ่งหวังให้บรรลุวัตถุประสงค์ และเน้นการกระทำสิ่งถูกต้อง (Doing the right thing) ดังนั้น สองคำนี้จึงมักใช้คู่กัน คือ ประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

#### 1.2 ความหมายของการทดสอบประสิทธิผล

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จึงหมายถึง การหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing” การทดสอบประสิทธิภาพของชุดหรือสื่อการสอน ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Developmental Testing Developmental Testing คือ การทดสอบคุณภาพของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้น เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน

ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบ ประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) ไปและทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียน มีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียน และทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะเผยแพร่ เป็นจำนวนมาก

1) การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อ หรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพ ใช้ตาม ขั้นตอนที่กำหนดไว้ในระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2) การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อ หรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพการใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้ว ของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียน ที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพ เป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัย และพัฒนา (Research and Development- R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบ ประสิทธิภาพเบื้องต้นและอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำ ในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริง ด้วยก็ได้ เพื่อประกันคุณภาพของสถาบันการศึกษาทางไกลนานาชาติ ความจำเป็น ที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมีความจำเป็น ด้วยเหตุผล 3 ประการคือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อหรือชุดการสอน การทดสอบ ประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสม ที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และเงินทอง

2. สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอน สื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู (อาทิ ในโรงเรียนครูคนเดียว) ดังนั้น ก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ครูจึงควรมั่นใจว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้น จะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อ หรือชุดการสอนมีความเหมาะสมต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

## 2. การกำหนดประสิทธิภาพ

1. ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์ การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่าเป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง อนึ่ง เนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้น หากต้องการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุง และนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

2. ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจ หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผล

พฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภทคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประสิทธิภาพต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงาน เป็นกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน และการสอบไล่ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนด เป็นเกณฑ์ที่ผู้สอน คาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยคะแนน การทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลการประเมิน หลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E1/E2 = \text{ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์}$  ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่า เมื่อเราเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ย 80 % และประเมินหลังเรียน และงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80 %

การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E1/E2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา ตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิหยพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain)

ในขอบข่ายวิหยพิสัย (เดิมเรียกว่า พุทธิพิสัย) เนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมาคือ 90/90 85/85 80/50

ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียน หรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด ก็มักได้ผลเท่านั้น ดังจะเห็นได้จาก ระบบการสอนของไทยปัจจุบัน (2520) ได้กำหนดเกณฑ์โดยไม่เขียนเป็นลายลักษณ์อักษร 0/50 นั่นคือ ให้ประสิทธิภาพกระบวนการมีค่า 0 เพราะครูมักไม่มีเกณฑ์เวลาในการให้งาน หรือแบบฝึกปฏิบัติแก่นักเรียน ส่วนคะแนนผลลัพธ์ที่ให้ผ่านคือ 50 % ผลจึงปรากฏว่า

คะแนนวิชาต่าง ๆ ของนักเรียนต่ำในทุกวิชา เช่น คะแนนภาษาไทยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยเฉลี่ยแต่ละปีเพียง 15 % เท่านั้น

#### ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1 – 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรม หรือภารกิจ และงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกกังวลเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบสุ่มนั้นนี้ E1/E2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6 – 10 คน (คละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์ คือ การทดสอบหลังเรียน และงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วยให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E1/E2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับนักเรียนทั้งชั้น

(ปกติให้ใช้กับผู้เรียน 30 คน แต่ในโรงเรียนขนาดเล็กอนุโลมให้ใช้กับนักเรียน 15 คน ขึ้นไป) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้ว ให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจ และงานที่มอบให้ทำ และทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ ขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแทนด้วย 1:100

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า  $-2.5$  ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำ จนกว่าจะถึงเกณฑ์ จะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่า ชุดการสอนไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือจะลดเกณฑ์ลงเพราะ “ถอดใจ” หรือยอมแพ้ไม่ได้

หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน  $+2.5$  ก็ยอมรับ สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน  $+2.5$  ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกชั้นหนึ่ง เช่น ตั้งไว้ 80/80 ก็ให้ปรับขึ้นเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพได้ การเลือกนักเรียนมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน นักเรียนที่ผู้สอนจะเลือกมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อ หรือชุดการสอน ควรเป็นตัวแทนของนักเรียนที่เราจะนำสื่อหรือชุดการสอนนั้นไปใช้ ดังนั้น จึงควรพิจารณาประเด็นต่อไปนี้

#### 1. สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพ ครู 1 คน ต่อเด็ก 1-3 คน ให้ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนเสียก่อน ก่อนที่จะทำการปรับปรุง แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กปานกลาง และนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กเก่ง อย่างไรก็ตาม หากเวลาไม่อำนวย และสภาพการณ์ไม่เหมาะสมก็ให้ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อน

หรือเด็กปานกลาง โดยไม่ต้องทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กเก่งก็ได้ แต่การทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กทั้งสามระดับ จะเป็นการสะท้อนธรรมชาติการเรียนรู้ที่แท้จริง ที่เด็กเก่งกลาง อ่อน จะได้ช่วยเหลือกัน เพราะเด็กอ่อนบางคนอาจจะเก่งในเรื่องที่เด็กเก่งทำไม่ได้

### 2. สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครู 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็ก 6-12 คน โดยให้ผู้เรียนคละกัน ทั้งเก่ง ปานกลาง เด็กอ่อนห้ามทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนล้วน หรือเก่งล้วนขณะที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพผู้สอนจะต้องจับเวลาด้วยว่า กิจกรรมแต่ละกลุ่มใช้เวลาเท่าไร ทั้งนี้เพื่อให้ทุกกลุ่มกิจกรรมใช้เวลาใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะการสอนแบบ ศูนย์การเรียนรู้ที่กำหนดให้ใช้เวลาเท่ากัน คือ 10 - 15 นาที สำหรับระดับมัธยมศึกษา

### 3. สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ใช้ครู 1 คน กับนักเรียนทั้งชั้นกับนักเรียน 30-40 คน (หรือ 100 คน สำหรับสื่อหรือชุดการสอนรายบุคคล) ชั้นเรียนที่เลือกมาทดสอบประสิทธิภาพจะต้องมีนักเรียนคละกันทั้งเก่งและอ่อน ไม่ควรเลือกห้องเรียนที่มีเด็กเก่งหรือเด็กอ่อนล้วน สัดส่วนที่ถูกต้องในการคำนวณจำนวนผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ควรยึดจำนวนจากการแจกแจงปกติ ที่จำแนกนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม คือ นักเรียนเก่งมาก (เหรียญเพชร) ร้อยละ 1.37 (1 คน) นักเรียนเก่ง (เหรียญเงิน) ร้อยละ 14.63 (15 คน) นักเรียนปานกลาง (เหรียญเงิน) ร้อยละ 68 (68 คน) นักเรียนอ่อน (เหรียญทองแดง) ร้อยละ 14.63 (15 คน) และนักเรียนอ่อนมาก (เหรียญตะกั่ว) ร้อยละ 1.37 (1 คน) เมื่อยึดการแจกแจงปกติเป็นเกณฑ์กำหนดจำนวนนักเรียนที่จะนำมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อ และชุดการสอน ก็จะได้นักเรียนเก่งประมาณร้อยละ 16 นักเรียนปานกลางร้อยละ 68 และนักเรียนอ่อนร้อยละ 16 เนื่องจากการทดสอบประสิทธิภาพการนำเสนอโครงการ ต้องใช้สถานที่การจัดกิจกรรมและใช้เวลามากกว่า ดังสถานที่และเวลาสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม ควรใช้เวลานอกชั้นเรียนหรือแยกนักเรียนมาเรียนต่างหากจากห้องเรียน อาจเป็นห้องประชุมของโรงเรียน โรงอาหารหรือสนามใต้ร่มไม้ก็ได้ ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพแบบสนามควรใช้ห้องเรียนจริง แต่นักเรียนที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพต้องสุ่มนักเรียนแต่ละระดับมาจากหลายห้องเรียนในโรงเรียนเดียวกัน หรือต่างโรงเรียน เพื่อให้ได้สัดส่วนจำนวนตามการแจกแจงปกติ



ในกรณีที่ไม่สามารถหานักเรียนตามสัดส่วนการแจกแจงปกติ ได้ผู้ทดสอบประสิทธิภาพอาจสุ่มแบบเจาะจง โดยใช้ห้องเรียนใดห้องเรียนหนึ่ง ทำการทดสอบประสิทธิภาพ แต่จะต้องระบุไว้ในข้อจำกัดของการวิจัยในบทนำและนำไปอภิปรายผลในบทสุดท้าย เพราะค่าประสิทธิภาพที่ได้แม้จะถึงเกณฑ์ที่กำหนด ก็ถึงอย่างมีเงื่อนไข เพราะกลุ่มตัวอย่างมิได้สะท้อนสัดส่วนที่แท้จริงตามการแจกแจงปกติ ข้อควรคำนึงในการทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน เพื่อให้การทดสอบ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนได้ผลค้ำ มีสิ่งที่คุณทดสอบประสิทธิภาพสื่อ หรือชุดการสอนควรคำนึงถึง ดังนี้

1. การเลือกผู้เรียนเข้าร่วมการทดสอบประสิทธิภาพ ควรเลือกนักเรียนที่เป็นตัวแทนของนักเรียนที่ใช้สื่อหรือชุดการสอน ตามแนวทางการสุ่มตัวอย่าง ที่ถูกต้อง
2. การเลือกเวลาและสถานที่ทดสอบประสิทธิภาพ ควรหาสถานที่ และเวลาที่ปราศจากเสียงรบกวน ไม่ร้อนอบอ้าว และควรทดสอบประสิทธิภาพ ในเวลาที่นักเรียนไม่หิวกระหาย ไม่รีบร้อนกลับบ้านหรือไม่ต้องพะวักพะวนไปเข้าเรียน ในชั้นอื่น
3. การชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการ ต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของการทดสอบประสิทธิภาพ สื่อหรือชุดการสอนและการจัดห้องเรียน แบบศูนย์การเรียน หากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับวิธีการใช้สื่อหรือชุดการสอน
4. การรักษาสถานการณ์ตามความเป็นจริง สำหรับการทดสอบ ประสิทธิภาพการสอนภาคสนามในชั้นเรียนจริง ต้องรักษาสภาพการณ์ให้เหมือนที่เป็น อยู่ในห้องเรียนทั่วไป เช่น ต้องใช้ครูเพียงคนเดียว ห้ามคนอื่นเข้าไปช่วย ผู้สังเกตการณ์ ต้องอยู่ห่าง ๆ ไม่เข้าไปช่วยเหลือเด็ก ต้องปล่อยให้ครูผู้ทดสอบประสิทธิภาพสอนแก้ปัญหา ด้วยเอง หากจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือก็ให้ครูผู้สอนเป็นผู้บอกให้เข้าไปช่วย มิฉะนั้น การทดสอบประสิทธิภาพการสอนก็ไม่สะท้อนสถานการณ์จริงที่มีคนสอนเพียงคนเดียว
5. ดำเนินการสอนตามขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการลงแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และภาคสนาม หลังจากชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับสื่อ ชุดการสอน และวิธีการสอนแล้ว ครูจะต้องดำเนินการสอนตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ การสอน

## 5.1 สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ดำเนินการตามขั้นตอน

5 ชั้น คือ

- (1) สอบก่อนเรียน
- (2) นำเข้าสู่บทเรียน
- (3) ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม
- (4) สรุปบทเรียน (ครูสรุปเองหรือให้นักเรียนช่วยกันสรุป

ก็ได้ ทั้งนี้ ต้องดูตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน)

- (5) สอบหลังเรียน

## 5.2 สำหรับการสอนแบบอิงประสบการณ์ มี 7 ขั้นตอน คือ

- (1) ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์
- (2) ปฏิบัติ
- (3) เผชิญประสบการณ์หลัก ประสบการณ์รอง ตามภารกิจ

และงานที่กำหนด

- (4) รายงานความก้าวหน้าของการเผชิญประสบการณ์หลัก

และรอง

- (5) รายงานผลสุดท้าย
- (6) สรุปการเผชิญประสบการณ์
- (7) ประเมินปลั่งเผชิญประสบการณ์

## 5.3 สำหรับการสอนอิเล็กทรอนิกส์ อาจดำเนินการตามขั้นตอน

7 ชั้น คือ

- (1) สอบก่อนเรียน
- (2) ศึกษาประมวลการสอน แผนกิจกรรมและเส้นทาง

การเรียน (Course Syllabus, Course Bulletin and Learning Route)

(3) การศึกษาเนื้อหาสาระที่กำหนดให้แบบออนไลน์บนเว็บหรือออนไลน์ ในซีดีหรือดารา คีอี จากแหล่งความรู้ที่กำหนดให้

- (4) ให้นักเรียนทำกิจกรรมเดี่ยว (Individual Assignment)

และกิจกรรมร่วมมือ (Collaborative Group)

- (5) ส่งงานที่มอบหมาย (Submission of Assignment)

(6) สรุบบทเรียน (ครูสรุปเองหรือให้นักเรียนช่วยกันสรุปก็ได้ ทั้งนี้ต้องดูตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน)

(7) สอบหลังเรียน

#### 5.4 สำหรับการสอนแบบบรรยาย ดำเนินตามขั้นตอน 5 ขั้น

คือ

(1) สอบก่อนเรียน

(2) นำเข้าสู่บทเรียน

(3) ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม

(4) สรุบบทเรียน (ครูสรุปเองหรือให้นักเรียนช่วยกันสรุปก็ได้ ทั้งนี้ต้องดูตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน)

(5) สอบหลังเรียน

### ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

#### 1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อัจฉรา สุขารมณ และอรพินทร์ ชูชม (2530, หน้า 10) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หมายถึง ความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่งซึ่งอาจเป็นผลมาจากการกระทำที่อาศัยความสามารถทางร่างกายหรือสมอง ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนที่อาศัยการทดสอบ (Nontesting Procedures) เช่น จากการสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรืออาจอยู่ในรูปของเกรดที่ได้มาจากโรงเรียน (School Grade) ซึ่งต้องอาศัยกรรมวิธีที่ซับซ้อน และช่วงเวลาในการประเมินอันยาวนาน หรืออีกวิธีหนึ่งอาจวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป (Published Achievement Test)

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529, หน้า 19) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งตรวจสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนว่าหลังการเรียนรู้อะไรขึ้น ๆ แล้วผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้น ๆ เพียงใด

วรรณิ โสภประยูร (2537, หน้า 262) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสามารถหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ซึ่งพัฒนาขึ้นหลังจากได้รับการอบรมสั่งสอนและฝึกฝนโดยตรง

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537, หน้า 265) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อย ก่อนที่จะมีการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ประหยัด แสงวิชัย (2544, หน้า 19) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม หมายถึง ความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่วัดได้ 4 ด้าน ประกอบด้วยด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Good (1973, p. 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ (Achievement) ว่าหมายถึง ความสำเร็จ (Accomplishment) ความคล่องแคล่ว ความชำนาญ ในการใช้ทักษะหรือการประยุกต์ใช้ความรู้ต่าง ๆ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้มาจากผลการทดสอบของครูผู้สอน หรือผู้รับผิดชอบในการสอน หรือทั้งสองอย่างรวมกัน

## 2. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อวัดความรู้เนื้อหาวิชา ผู้ประเมินต้องมีการวางแผนการดำเนินการสร้างที่เป็นระบบ มีความรู้ในด้านเนื้อหาเขียนข้อคำถามที่ตรงประเด็นตลอดจนสามารถตรวจสอบคุณภาพแต่ละข้อได้ ดังที่ อุทุมพร จามรมาน (2540, หน้า 27) กล่าวถึง การสร้างข้อสอบที่เป็นระบบนั้นมีขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุจุดมุ่งหมายในการทดสอบ
2. การระบุเนื้อหาให้ชัดเจน
3. การทำตารางเนื้อหาจับคู่จุดมุ่งหมายในการทดสอบ
4. การทำน้ำหนักร
5. การกำหนดเวลาสอบ
6. การกำหนดจำนวนข้อหรือคะแนน
7. การเขียนข้อสอบ

8. การตรวจสอบข้อสอบที่เขียนขึ้น

9. การทดลองใช้ แก้ไข ปรับปรุง

ในการกำหนดจุดประสงค์เพื่อเขียนข้อคำถามวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนนั้น ได้มีนักวิชาการกล่าวไว้ ดังนี้

Bloom (1956, p. 201) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของความรู้ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ชั้น ดังนี้คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรงในขั้นนี้รวมถึง การระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้น ขั้นตอนความรู้ความจำจึงจัดไว้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกชั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น ในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎเกณฑ์ หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่า นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านี้ เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านี้ตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำเอาไปใช้ และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหาที่ยาก ๆ การเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การสังเคราะห์ เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกชั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง

หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่า เป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ ความจำ

คลอปเฟอร์ (ภาพ เลหาไฟบูลย์, 2537, หน้า 295-304 ; อ้างอิงจาก Klopfer. 1971) ได้กล่าวถึง การประเมินผลการเรียนด้านสติปัญญา หรือความรู้ ความคิด ในวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ประวิตร ชูศิลป์ (2542, หน้า 21-31) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดทั้งสองลักษณะ และเพื่อความสะดวกในการประเมินผล จึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชา วิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับ เป็นเกณฑ์วัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดความคล่องแคล่ว ชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะ

การจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะ การตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป สำหรับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ ในครั้งนี้ ใช้หลักการ

Bloom (1956, p. 201) ซึ่งมีขั้นตอนของความรู้ที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้น ดังนี้คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้ เรียนมาแล้วโดยตรงในขั้นนี้รวมถึง การระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้น ขั้นตอนความรู้ความจำจึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหา ที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียน มาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น ในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่า นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจ ในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไป เป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านี้ เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้ จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านี้ตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่า การนำเอาไปใช้ และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหาที่ยาก ๆ การเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรม ที่สร้างสรรค์ ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การสังเคราะห์ เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับ คุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจ ดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียน

คิดขึ้นมาเองหรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่า เป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้อัจฉริยะ

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยภายในประเทศ

สุภาพร เสียงเรืองสี (2540, หน้า 100) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและในภาพย่อยไม่แตกต่างกัน

รัตนะ บั้วรา (2540, หน้า 104) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และการสอนตามคู่มือครูซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ผลการศึกษา พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

ยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2541, หน้า 127-137) ศึกษาเรื่อง การศึกษาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ด้านตัวบุคคลและข้อมูลข่าวสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยศึกษาจากนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูงแตกต่างกัน ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์แต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน 2 คู่ กลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง

กมลทิพย์ ต่อติด (2544, หน้า 14) ได้ทำการศึกษา “ผลการฝึกกระบวนการสืบเสาะ ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา” ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกกระบวนการสืบเสาะมีความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและการคิดแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกกระบวนการสืบเสาะ



จวีรัตน์ วรรณพงศ์ (2544, หน้า 27) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4” นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.44 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์รอบรู้ที่กำหนดไว้ คิดเป็นร้อยละ 77.78 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70

นุจรินทร์ คำแพง (2544, หน้า 11) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 82.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์รอบรู้เฉลี่ยร้อยละ 96.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 80.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์รอบรู้เฉลี่ยร้อยละ 96.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70

ไพฑูรย์ ชัยประโคน (2544, หน้า 115) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 74.35 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์รอบรู้ที่กำหนดเฉลี่ยร้อยละ 75.00 ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 71.43 ซึ่งทุกรายการสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70

แจ่มจันทร์ ทองคุ้ม (2545, หน้า 135) ได้ทำวิจัย เรื่อง “การศึกษาผลการเรียนวิทยาศาสตร์สาระการเรียนรู้ เรื่องกินดีอยู่ดี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์” ผลการวิจัยพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในทุกด้านที่วัด คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้เป็นไปตามสมมติฐาน

ธนวรรธ วัชโสภ (2545, หน้า 132) พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การอนุรักษ์ดิน โดยโครงงานมีคุณภาพ ด้านทักษะ

กระบวนการในการจัดทำโครงการอยู่ในระดับดีมาก และมีคุณภาพความรู้ความเข้าใจ เนื้อหาอยู่ในระดับดีและนักเรียนมีความคิดเห็นว่าแผนการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้อุดมการณ์อยู่ในระดับมากที่สุด

เบญจมา ศรีดารา (2545, หน้า 128) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้ตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังขระวิทยาคม อำเภอสังขระ จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย กลุ่มทดลอง เรียนโดยการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุมเรียนตามคู่มือครู โดยทั้งสองกลุ่มได้ใช้เทคนิคการจัดกลุ่มย่อยแบบ STAD (Student Teams Achievement Division) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้ตามคู่มือครู มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยรวมเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างไรก็ตาม นักเรียนที่เรียนโดยการทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์บางด้าน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์บางด้านสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู

สินินาฏ ธรรมชาติ (2546, หน้า 2) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา” ผลการวิจัยพบว่า 1. ได้ทำการวิจัยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.42-1.00 ซึ่งเป็นแบบประเมินที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่เชื่อถือได้ 2. ได้ทำการวิจัยความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ 0.43-0.81 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกรายการประเมินที่มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่เชื่อถือได้ 3. ค่าอำนาจการจำแนกรายข้อ แบบประเมินโครงการระดับมัธยมศึกษาสามารถแบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ สามารถนำไปใช้ในการประเมินได้ 4. มีความเชื่อมั่น ตั้งแต่ 0.53-0.80 เป็นแบบประเมินที่เชื่อถือได้

นวลจันทร์ เวชกามา (2547, หน้า 130) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยกิจกรรมโครงการ เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยโครงการวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิชาชีววิทยา ผลการศึกษา พบว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกิจกรรมโครงการ

มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นร้อยละ 87.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ตั้งไว้ นักเรียนที่เรียน โดยกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจ ต่อการเรียนวิชาชีววิทยา โดยโครงการอยู่ในระดับมากที่สุด

มนัสชนก อุดมดี (2548, หน้า 36) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ .01

ทิวาวรรณ จิตตะภาค (2548, หน้า 136) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยทำการศึกษากับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 (ปวช. 2) โรงเรียนไทยบริหารธุรกิจและพาณิชย์การ เขต บางเขน กรุงเทพฯ สังกัดสำนักงาน การศึกษาเอกชน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลักการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธนวรรณ มาลานนท์ (2550, หน้า 83) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจต่อการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้ศึกษาค้นคว้า สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับ 87.73/83.42 2) นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก

กัลยาณี ชูศรีวัน (2555, หน้า 130) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาทักษะ การแสวงหาความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน รายวิชา สังคมศึกษาพื้นฐาน (ส 33102) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย

พบว่า 1) นักเรียนมีทักษะการแสวงหาความรู้ที่อยู่ในระดับมาก คะแนนเฉลี่ย = 4.00, SD = 0.30 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ อยู่ในระดับมากขึ้นไป 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 79 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 75 ขึ้นไป

กฤษณา อุคมโกชน์ (2556, หน้า 115) การศึกษาเรื่องผลของการสอนแบบโครงการที่มีต่อทักษะการแสวงหาความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบโครงการมีทักษะการแสวงหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

หนึ่งฤทัย โพธิ์ศรี (2549, หน้า 14) ได้ทำการวิจัย “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ผลการวิจัยพบว่า ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วันทนีย์ ดุลชาติ (2550, หน้า 100) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดขั้นสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดขั้นสูงด้านการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยชุดฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดขั้นสูงด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ ด้วยชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จินตนา สุมาทย์ (2551, หน้า 139) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนโครงการงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 75.63/75.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

วิสุทธิ ตรีเงิน (2551, หน้า 77) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้วยโครงการงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กับนักศึกษาที่ไม่ได้ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาการบัญชี คณะการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 76 คน จับสลากเพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 38 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 38 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนตามแผนการสอนโครงการ งานวิทยาศาสตร์และได้ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้ทำโครงการ งานวิทยาศาสตร์และเรียนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบแผนการทดลองเป็นแบบ Pretest-Posttest Control Group Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีทางสถิติ t- test Independent ในรูป Difference Score ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า นักศึกษาที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหา

ทางวิทยาศาสตร์

พงษ์พิศ พงษ์อินทร์ธรรม (2554, หน้า 186) การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง น้ำและอากาศ โดยการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สรุปพบว่า มีความพึงพอใจของนักเรียน อยู่ในระดับมาก

ธิดารัตน์ ศักดิ์สุจริต (2555, หน้า 171) ได้ศึกษาการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แตกต่างกัน
- 3) ความสามารถทางการเรียนของนักเรียน และวิธีการจัดการเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนมีความแตกต่างกัน แต่ความสามารถทางการเรียนของเรียน และวิธีการจัดการเรียนรู้ไม่มีปฏิสัมพันธ์ ทำให้ความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

Childress (1983, p. A) ได้ศึกษาผลของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับพุทธิปัญญาของเด็กวัยรุ่น กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาเอกเคมี จำนวน 73 คน จาก 12 เขตการศึกษา ทำการศึกษาโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กำหนดให้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์จากหัวข้อที่กำหนดให้ กลุ่มที่ 3 ไม่ต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ของนักเรียน 3 กลุ่ม หลังจากผ่านการทดลองทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน สำหรับด้านกิจกรรม ที่เกี่ยวข้องกั้บส่วนรวมนั้น นักเรียนที่เรียนตามแบบทฤษฎีโครงการวิทยาศาสตร์มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด นอกจากนี้ จากการวัดโดยแบบทดสอบการคิดเชิงตรรกศาสตร์ พบว่านักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีระดับการพัฒนาสติปัญญา ตามขั้นตอนการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียเจต์สูงมากที่สุดอีกด้วย

Anderson (1973, p. 185) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกิริยาร่วมในห้องเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถทางการสร้างสรรค์สามารถพิจารณาจากผลผลิตและกระบวนการในการแก้ปัญหา

Silverman (1985, p. 142) ศึกษาผลของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในเมืองนิวยอร์ก โดยศึกษาเจตคติต่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ต่อสังคม ต่อความชอบในกิจกรรม ต่อครูวิทยาศาสตร์ และต่อโรงเรียน โดยจัดให้มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 200 คน วัดการเปลี่ยนแปลงเจตคติโดยการทดสอบก่อนและหลังให้นักเรียนทำโครงการ ใช้สถิติการทดสอบความแปรปรวน(Analysis of Covariance)ทดสอบความแตกต่าง พบว่านักเรียนกลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ต้องการวัดทั้ง 5 ด้านสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Matthews (1989, p. 3143) ได้วิจัย เรื่อง ความเชื่อของครูต่อผลของหลักสูตรการสอน การที่จะทำให้ให้นักเรียนสนใจทำโครงการวิทยาศาสตร์ในการใช้แบบสอบถามสำรวจจากครูที่มีส่วนในการจัดงานแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ ลักษณะคำถามของหลักสูตรและการสอนแยกเป็น 6 ซึ่งการจำแนกนี้ ยึดหลักตามหลักของ อี. อีสเนอร์ (E.EISNER) คือ ความมีเหตุผล ลักษณะของบุคคล ความรู้ในกระบวนการเทคโนโลยีการปรับตัวเข้ากับสังคมและการมีมนุษย์สัมพันธ์ จากการสำรวจ พบว่าลักษณะหลักสูตรการสอนที่ทำให้ให้นักเรียนสนใจ โครงการวิทยาศาสตร์มี 3 ลักษณะที่ครูส่วนใหญ่ลงความเห็น คือ ความรู้ในกระบวนการ ลักษณะของบุคคลและการใช้เทคโนโลยี

Olagunju and other (1991, p. 213-224) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบปฏิบัติในห้องทดลอง และวิธีสอนแบบบรรยายที่มีผลต่อสัมฤทธิ์ผลการเรียนด้านความรู้ ความเข้าใจในการบูรณาการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 7 โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง กลุ่มที่สามได้รับการสอนแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายแล้วลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายตามลำดับ

Mason (1990, p. 3376–1986) ศึกษาของโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในระดับเจ็ดและระดับแปด จำนวน 285 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัด Ottawa County รัฐมิชิแกน แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1. โครงการที่ครูมอบหมาย 2. โครงการที่นักเรียนที่เลือกเอง 3. ไม่มีการทำโครงการ นักเรียนมีเวลา 6 สัปดาห์ในการทำงานให้สำเร็จทำการ Pretest และ Posttest โดยใช้แบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า 1. นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน 2. โครงการวิทยาศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาเจตคติ เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพศชายเพียงเล็กน้อย นักเรียนชอบทำโครงการที่ครูมอบหมายให้สมบูรณ์ดีกว่าโครงการที่เลือกเอง

Anfara and others (2000, Abstract) ได้ทำการวิจัย เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนา” งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ มีผลต่อการพัฒนาการเรียน การสอน กลุ่มตัวอย่าง คือ โรงเรียนมัธยมศึกษาเดลละแวร์ (Delaware) โครงการวิทยาศาสตร์นี้ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า และอุปกรณ์การสอนอื่น ๆ การทดลองใช้เวลาการเตรียมประมาณ 4–8 วัน ครูสามารถหาวิธีการใช้เทคโนโลยีและนักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการสร้างความเข้าใจ ในหลักการทางวิทยาศาสตร์ 5 รูปแบบ และเกิดความรู้ขั้นพื้นฐานเพิ่มมากขึ้น

Flower Seymourlt (1964, p. 2387) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบการสอน 2 วิธี คือ การสอนแบบบอกความรู้หรือการสอนแบบปกติกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาผลวัฏจักรเรียนรู้ที่มีต่อความเชื่อในประสิทธิผลในการสอนและความเชื่อในผลการสอนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 และปีที่ 4 สาขาการประถมศึกษาที่เรียนวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความเชื่อในประสิทธิภาพในการสอนเพิ่มขึ้น จากก่อนเรียนแต่นักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนดังกล่าวหลังเรียนไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การสอนแบบปกติกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพเท่าเทียมกันในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



Garrison (1990, p. 13–24) ได้ทำการศึกษาผู้เรียนที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนคนอื่น ๆ พบว่า จะมีแรงจูงใจในการเรียนและมีประสบการณ์ในการเรียนสูง และการที่ผู้เรียนกับผู้เรียนที่มีปฏิสัมพันธ์กันจะเป็นแรงจูงใจในการติดต่อสื่อสาร ทำให้เกิดการแบ่งปันข้อมูลความคิดและประสบการณ์ซึ่งกันและกัน

จากการประมวลผลการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจาก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นและนักเรียนยังมีความพึงพอใจในการเรียนในระดับดีมาก

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสอนแบบโครงการ โดยการใช้การแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อจะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี