# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้การศึกษาเป็นไปตามขั้นตอน ผู้วิจัยได้กำหนดลำดับหัวข้อเรื่อง ดังต่อไปนี้

**1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551**

1.1 สาระสำคัญ

1.2 วิสัยทัศน์และเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้

1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.4 คุณภาพผู้เรียน

1.5 แนวการจัดการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

**2. บรรยากาศ**

2.1 ความหมายของบรรยากาศ

2.2 ส่วนประกอบของอากาศ

2.3 การแบ่งชั้นบรรยากาศ

2.4 สมบัติของอากาศ

2.5 ลมฟ้าอากาศ

2.6 การพยากรณ์อากาศ

2.7 การเกิดภาวะโลกร้อน

2.8 ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน

**3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้**

3.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 หลักจิตวิทยาที่นำมาใช้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3.4 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3.5 คุณค่าของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3.6 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3.7 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

**4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์**
4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
4.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
4.4 คุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์
4.5 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์
4.6 การสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
4.7 การวัดความคิดสร้างสรรค์
4.8 การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
4.9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์

**5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**
5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**6. เจตคติทางวิทยาศาสตร์**
6.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
6.2 ลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
6.3 แนวทางการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์
6.4 การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

**7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**
7.1 งานวิจัยในประเทศ
7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

**หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551**

**1. สาระสำคัญ**

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 1-2) ได้กล่าวว่า หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงกับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

**สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต** สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

**ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม** สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

**สารและสมบัติของสาร** สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

**แรงและการเคลื่อนที่** ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์ การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

**พลังงาน** พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

**กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก** โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

**ดาราศาสตร์และอวกาศ** วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีการเชื่อมโยงกับกระบวนการ ทักษะการสร้างองค์ความรู้ ใช้กระบวนการการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง และเหมาะสมกับผู้เรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

## 2. วิสัยทัศน์และเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

### 2.1 วิสัยทัศน์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2546, หน้า 2-3) ได้กล่าวถึงการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งการเรียนรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ.2542 ดังนี้

1. หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลักและกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่น หลากหลาย

2. หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัด และความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับเรียนในสถานศึกษา

5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการความสนใจและวิธีการเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

7. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

สรุปได้ว่าวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับความรู้ กระบวนการและเจตคติ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ซาบซึ้งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม

### 2.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546, หน้า 3-4) ได้กล่าวว่าเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีเป้าหมาย 7 ประการ ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สรุปได้ว่าเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะต้องดำเนินการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้หลักการ ทฤษฎี ทักษะ กระบวนการคิดและจินตนาการ ความสัมพันธ์ การนำความรู้ไปใช้ และเป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

**3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 3 - 5) ได้กล่าวไว้ว่า หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งกำหนดไว้เฉพาะ ส่วนที่จำเป็นสำหรับเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ สำหรับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียน สถานศึกษาสามารถพัฒนาเพิ่มเติมได้ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต**

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

**สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม**

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

**สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร**

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่**

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**สาระที่ 5 พลังงาน**

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก**

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และใช้จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์

**สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ**

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

**สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สรุปได้ว่าสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีจำนวน 8 สาระ และจำนวน 13 มาตรฐาน สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาสาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และใช้จิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศ

**4. คุณภาพผู้เรียน**

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 6-7) ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

4.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

4.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4.3 เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

4.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

4.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

4.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนา เทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

4.8 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

4.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

4.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

4.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

4.12 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

4.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สรุปได้ว่า คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้เรียนควรได้รับความรู้ สื่อสารความคิด ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม นำความรู้ไปใช้ แสดงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ มีส่วนร่วมในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัย สนใจดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

### 5. แนวการจัดการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### 5.1 แนวการจัดการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546, หน้า 215-220) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม ต่างกันที่ผู้เรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของผู้เรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนเหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546, หน้า 226) ได้ระบุถึงทักษะความสามารถและทักษะที่สำคัญของผู้เรียนที่ควรได้รับการพัฒนาผ่านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1) ความสามารถในการตัดสินใจ

2) การคิดขั้นสูง ประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีเหตุผล และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

3) ทักษะการสื่อสาร

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งศึกษาการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นการจัดกิจกรรมที่มีการพัฒนาสมองซีกขวา ดังนี้

สมองเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดในร่างกายของคนเราเพราะการที่มนุษย์สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้นั้นจะต้องอาศัยสมองและระบบประสาทเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้รับความรู้สึกจากประสาทสัมผัส ได้แก่ ตาทำให้เห็น หูทำให้ได้ยิน จมูกทำให้ได้กลิ่น ลิ้นทำให้ได้รับรส และผิวกายทำให้เกิดการสัมผัส ซึ่งสมองของคนเรานั้นมีน้ำหนักประมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักตัว หรือประมาณ 3 ปอนด์ หรือประมาณ 1.5 กิโลกรัม (กมลพรรณ ชีวพันธุศรี, 2546, หน้า 1-6)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สมองมีหน้าที่สำคัญในการควบคุม การรับรู้ การคิด การเรียนรู้และการจำ ควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายและควบคุมความรู้สึกและพฤติกรรม สมองคนเรา แบ่งออกเป็น 2 ซีก คือ ซีกซ้ายกับซีกขวา แต่ละซีกทำหน้าที่ต่างกัน สมองซีกซ้ายสั่งการ ทำงานเกี่ยวกับ คำ ภาษา ตรรกะ ตัวเลข/จำนวน ลำดับ ระบบ การวิเคราะห์ และการแสดงออก เป็นต้น ส่วนสมองซีกขวาจะสั่งการทำงานเกี่ยวกับจังหวะ ดนตรี ศิลปะ จินตนาการ การสร้างภาพ การรับรู้ การเห็นภาพรวม ความจำและความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น (ยุดา รักไทย, 2544, หน้า 2) ดังนี้

ตาราง 1 แสดงทักษะที่เกี่ยวข้องกับความสามารถพิเศษของสมองแต่ละซีก

| สมองซีกซ้าย (left hemisphere) | สมองซีกขวา (right hemisphere) |
|---|---|
| 1. ลายมือ | 1. ประสาทสัมผัสแบบแฮบติด |
| 2. สัญลักษณ์ | 2. มิติสัมพันธ์ |
| 3. ภาษา | 3. รูปทรงและรูปแบบ |
| 4. การอ่าน | 4. ความไวต่อสี |
| 5. การออกเสียง (phonics) | 5. การขับร้องและดนตรี |
| 6. การมองเห็นรายละเอียดและข้อเท็จจริง | 6. การถ่ายทอดทางศิลปะ |
| 7. การพูดและการท่องจำปากเปล่า | 7. การสร้างสรรค์ |
| 8. การทำตามคำสั่ง | 8. การหลับตาแล้วมองเห็นภาพ/ความสามารถทางจินตภาพ (visualization) |
| 9. การฟัง (การรับรู้) | 9. ความรู้สึกและอารมณ์ |
| 10. การรับรู้และการโยงสัมพันธ์ทางโสตประสาท (auditory association) | |

ที่มา: ยุดา รักไทย (2544, หน้า 4)

สมองของมนุษย์ ประกอบด้วยสมองซีกซ้ายและซีกขวา ซึ่งสมองทั้งสองซีกมีความถนัดและมีสไตล์ในการเรียนรู้แตกต่างกัน ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตาราง 2 แสดงความถนัดและสไตล์การเรียนรู้ของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

| สมองซีกซ้าย | สมองซีกขวา |
|---|---|
| 1. รับรู้จากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่<br>2. ชอบคิดเลขและคำนวณต่างๆ<br>3. ตีความหมายของสัญลักษณ์ตัวเลข ตัวอักษรเก่ง<br>4. การเรียนรู้อาศัยความจริงเป็นพื้นฐาน<br>5. ถนัดในการกระทำตามกรอบที่วางไว้<br>6. สื่อสารด้วยภาษาพูดและเขียน<br>7. ถนัดการจัดเรียงลำดับ | 1. เห็นเป็นภาพรวมและสมบูรณ์<br>2. ชอบเรียนรู้ด้วยการลงมือทำจริงๆ<br>3. อาศัยจินตนาการความคิดสร้างสรรค์<br>4. สื่อสารโดยไม่ต้องอาศัยตัวหนังสือ หรือคำพูดแต่จะใช้ท่าทางหรือภาษากายได้ดี<br>5. ไม่มีลำดับขั้นตอนในการคิดแน่ชัด |

ที่มา: ยุดา รักไทย (2544, หน้า 6)

แซมเบิลส์ (Samples, 1975, pp.25-28) ได้กล่าวว่า วิธีสอนที่จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ใช้จินตนาการ (fantasy) และกิจกรรมที่เอื้อต่อการนึกคิดหรือการฝันในตอนกลางวัน (daydreaming) ของผู้เรียน เช่น การวาดภาพ การออกแบบ การแต่งกลอน เป็นกิจกรรมที่ใช้สมองและจิตใต้สำนึกของแต่ละคน ทำให้ผู้เรียนได้นำความคิดและเหตุผลมาประมวลเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ดีขึ้น

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์ (2542, หน้า 132-172) ได้สรุปว่า เทคนิคที่ช่วยพัฒนาสมองซีกขวา คือ เทคนิคการใช้การเปรียบเทียบเชิงอุปลักษณ์ (metaphor) การคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อ (visual thinking) การใช้จินตนาการ (fantasy) การเรียนรู้โดยประสาทสัมผัสหลายด้าน (multisensory Learning) และการใช้ประสบการณ์ตรง (direct experience) ซึ่งเรียบเรียงจากหนังสือของวิลเลียมส์ (Willam, 1983) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. เทคนิคการเปรียบเทียบเชิงอุปลักษณ์ (metaphor)

การคิดเปรียบเทียบเชิงอุปลักษณ์ คือ ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างของที่ต่างกัน แต่มีลักษณะบางประการร่วมกัน หรืออาศัยหลักการบางประการร่วมกัน ยกตัวอย่างเช่น ระหว่างไส้กรองเชื้อเพลิงกับไตของมนุษย์ ของทั้ง 2 สิ่งนี้มีความแตกต่างกัน แต่ก็มีความเหมือนกันในเรื่องของหน้าที่ ซึ่งการเรียนโดยใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การเปรียบเทียบเชิงอุปลักษณ์ให้ประโยชน์ทั้งเด็กเก่งและเด็กอ่อน เพราะการใช้การเปรียบเทียบเชิงอุปลักษณ์ทำให้เกิดข้อคำถามและข้อชวนคิดในแง่มุมต่างๆ มากมาย เช่น "ถ้า ก เหมือน ข ในเรื่องนี้แล้ว ก ยังเหมือน ข ในเรื่องอื่นๆ อีกหรือไม่ หรือ ถ้า ก และ ข ต่างก็เป็นเครื่องมือสำหรับแยกประเภทสิ่งของ ก และ ข มีกลไกหรือเกณฑ์อะไรในการแยกประเภทและกลไกทั้ง 2 เหมือนหรือต่างกันอย่างไร" ด้วยวิธีการนี้ผู้เรียนจะได้รับความรู้เพิ่มเติมมากขึ้น

2. การคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อ (visual thinking)

การคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อ หมายถึง ความสามารถ 3 ประการ ดังนี้ คือ

2.1 ความสามารถในการมองเห็น (seeing) หมายถึงความละเอียดลออในการสังเกตสิ่งต่างๆ และการตีความข้อมูลที่ได้จากการสังเกตนั้น การเรียนวิชาต่างๆ จะเริ่มจากการเห็นหรือการสังเกต เช่น สังเกตการณ์สาธิต ดูตาราง ดูภาพประกอบ ผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนให้มีความช่างสังเกต สังเกตในสิ่งที่สำคัญและต้องรู้จักตีความจากสิ่งที่สังเกตอีกด้วย

2.2 ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของภาพหรือแผนภูมิแบบต่างๆ (representing information graphically) ข้อมูลบางอย่างถ้าใช้รูปภาพหรือแผนภูมิอธิบาย จะทำให้เข้าใจได้ง่ายกว่าการอธิบายโดยใช้คำพูดเพียงอย่างเดียว การฝึกให้ผู้เรียนใช้รูปภาพหรือแผนภูมิในการนำเสนอข้อมูลจึงนับว่ามีประโยชน์ทั้งในแง่ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความกระจ่างในข้อมูลและช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดของตนได้ง่ายขึ้น

2.3 ความสามารถในการสร้างภาพพจน์ในความคิด (visualizing) คือ ความสามารถในการมองเห็นภาพต่างๆ ในความคิดเพื่อช่วยในการจดจำข้อมูลจำกฎเกณฑ์หรือสูตรคณิตศาสตร์ หรือแก้ปัญหาต่างๆ เป็นต้น

การฝึกฝนเพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อตามความสามารถทั้ง 3 ประการ ทำได้ดังนี้

1) การฝึกความสามารถในการมองเห็นหรือสังเกตสิ่งต่างๆ อาจทำได้โดยการวาดภาพ และการบรรยายด้วยคำพูด

2) การฝึกความสามารถในการนำเสนอข้อมูลในรูปกราฟฟิก เช่น การใช้คำสำคัญ (key word) แผนภูมิ (chart) แผนภาพ (diagram) กราฟ (graph) แผนที่ (map) ภาพร่าง (sketch) มันดาลา (mandara) การ์ตูน (cartoon) ภาพวาด (drawing) และโครงสร้างจำลอง (construction) โดยมีจุดประสงค์คือ ช่วยให้ทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น และช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนได้ง่ายขึ้น

3) การฝึกความสามารถในการสร้างภาพในความคิด หรือเรียกว่า "ตาในสมอง" โดยมองสิ่งต่างๆ ให้ออกมาเป็นภาพหรือคิดเป็นภาพแทนที่จะคิดเป็นตัวอักษร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

3. การใช้จินตนาการ (fantasy)

การจินตนาการ เป็นเทคนิคประการหนึ่งในการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาให้แก่บุคคล เพื่อให้พร้อมที่จะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมในอนาคต โดยทั่วไปมนุษย์แทบทุกคนเคยมีจิตนาการที่ล่องลอย แต่มีน้อยคนที่จะนำจินตนาการเหล่านั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งจินตนาการช่วยให้ผู้เรียนไปถึงยังที่ที่มนุษย์ไม่สามารถไปถึงได้ เช่น การเดินทางสำรวจภายในต้นไม้ ในกิ่งไม้ ในร่างกาย หรือการจินตนาการกลับไปสู่อดีต การใช้จินตนาการจึงเป็นการสร้างความคุ้นเคยจากประสบการณ์ส่วนบุคคลและเป็นการช่วยให้เนื้อหาที่เรียนน่าสนใจมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้จินตนาการยังช่วยให้ผู้เรียนดึงความสามารถของสมองซีกขวามาใช้เพื่อสร้างจินตนาการอีกด้วย ผู้เรียนจะได้ภาพที่ส่งมาโดยผ่านสมองซีกขวา เปรียบดังภาพที่เห็นจากการดูภาพยนตร์ ผิดกันเพียงแต่ว่าในการดูภาพยนตร์นั้นเราไม่มีอำนาจเหนือภาพที่ฉายให้เราดู แต่ในการจินตนาการนั้นเราเป็นผู้ควบคุมภาพ เราสามารถกำหนดสถานการณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการสร้างจินตนาการของสมองซีกขวาได้ เช่น ให้ผู้เรียนผ่อนคลาย ไม่ให้พูดแต่ให้คิดเป็นภาพแทน และอาจมีครูคอยแนะนำเพื่อให้เกิดจินตนาการ เป็นต้น

4. การเรียนรู้โดยประสาทสัมผัสหลายด้าน (multisensory learning)

เด็กเล็กๆ เรียนรู้โลกของเขาจากการใช้ประสาทสัมผัสทุกด้าน เมื่อเห็นสิ่งของเด็กจะจับต้อง มองดูไปรอบๆ ฟังเสียง ดมกลิ่น และนำสิ่งของนั้นเข้าปากเพื่อชิมรสและสัมผัสสิ่งของนั้นด้วยลิ้น จากการที่เด็กได้ใช้การสัมผัสหลายด้านจะทำให้เด็กเรียนรู้สิ่งของในแง่มุมต่างๆ อย่างทั่วถึง เมื่อโตขึ้นภาษาจะเข้ามามีบทบาทในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ กล่าวคือ แทนที่เด็กจะเรียนรู้โดยการสัมผัส การเห็น การได้ยินเสียง การดมกลิ่น เด็กจะเรียนรู้โดยการฟังคำอธิบายหรืออ่านหนังสือเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้แทนเป็นส่วนใหญ่ และสามารถรับรู้ได้จากประสาทสัมผัสภายในได้อีก เช่น การรับรู้จากการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ การรับรู้ในความสมดุลของร่างกายและการรับรู้จากอวัยวะภายในของร่างกาย

นอกจากนี้ วิลเลียม (William, 1970, pp.134-135) ได้อธิบายเกี่ยวกับการแสดงออกจากการคิดหยั่งรู้ (intuitive expression) ว่าเป็นวิธีการหนึ่งในวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จัดเป็นความสามารถของสมองซีกขวาเพราะเป็นการฝึกให้รู้จักการแสดงความรู้สึก ความคิดที่เกิดจากการมีสิ่งเร้าประสาทสัมผัสทั้งห้า ตัวอย่างเช่น

1. ดูภาพคนในอิริยาบถต่างๆ แล้วใช้ความรู้สึกช่วยกันเดาภาพนั้นๆ
2. สมมติเป็นสิ่งไม่มีชีวิตแล้วให้บอกความรู้สึก เช่น นาฬิกา กระดาษ เป็นต้น
3. ลองค้นคว้าเกี่ยวกับความสำเร็จของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถคิดค้นพบอะไรใหม่ๆ โดยใช้การหยั่งรู้ หรือจิตสังหรณ์ของตนเอง
4. ให้ดูรูปภาพ แล้วทายว่าอะไรเกิดขึ้นก่อนการแสดงออกในภาพนั้น

กิจกรรมที่เน้นการพัฒนาสมองซีกขวาตามแนวคิดของนักการศึกษามีดังนี้

อำนาจ เจริญศิลป์ (2524, หน้า 54) ได้กล่าวว่า การ์ตูน หมายถึง ภาพวาดที่มีลักษณะเป็นลายเส้นไม่เหมือนภาพในโลกแห่งความเป็นจริงวาดขึ้นเพื่อใช้เป็นสัญลักษณ์หรือตัวแทนของคน สัตว์ สิ่งของ ใช้ในการสื่อความหมายและถ่ายทอดแนวความคิดให้ผู้อื่นเข้าใจเรื่องที่อ่านมากขึ้น จำแนกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การ์ตูนธรรมดาและการ์ตูนเรื่องหรือนวนิยาย

อารี พันธ์มณี (2537, หน้า 164) ได้กล่าวว่า การวาดภาพ หมายถึง การวาดภาพในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ การวาดภาพตามใจชอบ การวาดภาพจากประสบการณ์ การวาดภาพจากการฟังนิทาน การวาดภาพจากเสียงเพลง การวาดภาพจากการแสดงบทบาทสมมติ และการวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด

ณัฐพงษ์ เจริญทิพย์ (2541, หน้า 5,11) ได้กล่าวว่า การเดาภาพ หมายถึง การดูภาพคลุมเครือที่ดัดแปลงจากภาพจริง โดยให้ผู้เรียนเดาได้หลายภาพโดยไม่ต้องคำนึงถึงความถูกต้องในการเดา กิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมการเร้าให้ผู้เรียนคิดในลักษณะการคิดแบบอเนกนัยและจินตนาการประกอบกัน เป็นลักษณะสำคัญของการคิดสร้างสรรค์ และการแต่งเติมภาพ เป็นการให้ดูภาพจริงของภาพคลุมเครือโดยดูต่อเนื่องจากการดูภาพคลุมเครือ และให้พิจารณาแต่งเติมภาพให้สวยงามยิ่งขึ้น กิจกรรมนี้มุ่งกระตุ้นและส่งเสริมการมีอารมณ์สุนทรีย์ของผู้เรียน

สรุปได้ว่าแนวการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาสมองซีกขวาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น การจัดกิจกรรมเน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย จะทำให้ผู้เรียนได้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถจัดกิจกรรมตามแนวทางของวิลเลียม (Willam) ได้แก่ เทคนิคการใช้การเปรียบเทียบเชิงอุปลักษณ์ (metaphor) การคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อ (visual thinking) การใช้จินตนาการ (fantasy) การเรียนรู้โดยประสาทสัมผัสหลายด้าน (multisensory learning) การใช้ประสบการณ์ตรง (direct experience) การคิดหยั่งรู้ (intuitive expression) การวาดภาพ การเดาภาพ การแต่งเติมภาพ การจัดมุมวิทยาศาสตร์และการเขียนการ์ตูน

**5.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**

วรรณวิไล พูลสวัสดิ์ (2538, หน้า 74,92) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่วและความแม่นยำในการใช้กระบวนการต่างๆ ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ต้องฝึกฝนเพื่อให้นักเรียนได้รู้จักพัฒนาความคิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ จุดเน้นของวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ควรจะอยู่ที่การฝึกฝนให้ผู้เรียนหาความรู้จากหลักฐาน ผู้เรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ต้องลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบจนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ควรให้ความสำคัญแต่เนื้อหาเพียงอย่างเดียว แต่ต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการด้วย โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบสำคัญของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นจุดหมายปลายทางอย่างหนึ่งของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้น จะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวย่อมขึ้นอยู่กับทักษะในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน การนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสอนเด็กตั้งแต่วัยเริ่มเรียน จะเป็นการเตรียมให้เด็กมีการพัฒนาแนวความคิดและสติปัญญา พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเป็นการเตรียมสร้างคนให้มีคุณภาพ

ศรินทิพย์ ภู่สำลี (2542, หน้า 6) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบเป็นความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีการกำหนดและนิยามกันไว้หลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายและความต้องการของการเรียนการสอน ปรัชญาหรือแนวคิดของการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามกาลเวลาที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ขึ้นอยู่กับตัวแปรที่สำคัญ คือ กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดไว้นั้น สามารถฝึกทักษะใดได้หรือไม่

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543, หน้า 221 – 223) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหา โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) และ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (Integrated Science Process Skill) มีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่

1.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและกายสัมผัส เข้าสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ ทั้งนี้โดยไม่ใช้ประสบการณ์และความคิดเห็นของผู้สังเกตในการเสนอข้อมูล

1.2 ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมต่อสิ่งที่ต้องการวัดด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

1.3 ทักษะในการใช้เลขจำนวน หมายถึง ความสามารถในการบวกเลข คูณและหารตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ๆ อีกทอดหนึ่ง ทั้งนี้ตัวเลขที่นำมาบวก ลบ คูณ และหารนั้น จะต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกับตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณ จะช่วยให้สามารถสื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจน

1.4 ทักษะการจำแนก หมายถึง ความสามารถในการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นพวก โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึงความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1.6 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุ หรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น การลงความเห็นจากข้อมูลอาจจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ การลงความเห็นที่เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ แต่ละอย่างและการลงความเห็นที่เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปรากฏการณ์

1.7 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นที่มีข้อมูลดิบอยู่แล้ว มาจัดกระทำใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่างๆ การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น แล้วนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอ หรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยการนำเสนอด้วยรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เป็นต้น

1.8 ทักษะการทำนาย หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ

2.1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการกำหนดว่าอะไรเป็นตัวแปรต้น และอะไรเป็นตัวแปรตามในปรากฏการณ์หนึ่งๆ ที่ต้องการศึกษา โดยทั่วไปในปรากฏการณ์หนึ่งๆ จะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่หนึ่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

เป็นอย่างน้อยซึ่งในการศึกษาปรากฏการณ์นั้นจำเป็นที่จะต้องสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นสาเหตุและเป็นตัวแปรที่เป็นผลและสามารถควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นๆ ในขณะที่ศึกษาตัวแปรที่เป็นสาเหตุตัวใดตัวหนึ่ง

2.2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเนซึ่งอาจเป็นข้อสรุปของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตโดยตรง หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานกำหนดขึ้น โดยอาศัยการสังเกตประกอบกับความรู้ ประสบการณ์ กฎ หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สามารถสังเกตได้กับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกันในสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ ซึ่งการระบุความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการปฏิบัติการทดลองต่อไป

2.4 ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง ขั้นตอนที่ออกแบบไว้ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมาย ซึ่งจะนำไปสู่การระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2544, หน้า ค) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่วถูกต้องแม่นยำ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 105) ได้กล่าวถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา การสร้างสมมติฐานหรือการคาดการณ์คำตอบ การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล การลงข้อสรุป และการสื่อสาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

สรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการใช้เลขจำนวน 4) ทักษะการจำแนก 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 6) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 7) ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล และ 8) ทักษะการทำนาย ส่วนทักษะกระบวนการขั้นผสม 5 ทักษะ ประกอบด้วย 1) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 2) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4) ทักษะการทดลอง และ 5) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป

**บรรยากาศ**

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 78 - 79) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มาตรฐาน ว6.1 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไว้ดังนี้

ตาราง 3 แสดงระดับชั้น ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง มาตรฐาน ว 6.1 ชั้น ม.1

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|---|---|
| 1. สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมผิวโลก | - บรรยากาศของโลก ประกอบด้วย ส่วนผสมของแก๊สต่างๆ ที่อยู่รอบโลกสูงขึ้นไปจากพื้นผิวโลกหลายกิโลเมตร<br>- บรรยากาศแบ่งเป็นชั้นตามอุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ตามความสูงจากพื้นดิน |
| 2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศที่มีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ | - อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ มีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ |
| 3. สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่มีผลต่อมนุษย์ | - ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ได้แก่ การเกิดเมฆ ฝน พายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน ลมมรสุม ฯลฯ |

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตาราง 3 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
| --- | --- |
| 3. สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่มีผลต่อมนุษย์ | - ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ได้แก่ การเกิดเมฆ ฝน พายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน ลมมรสุม ฯลฯ |
| 4. สืบค้น วิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูลจากการพยากรณ์อากาศ | - การพยากรณ์อากาศอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ปริมาณเมฆ ปริมาณน้ำฝน และนำมาแปลความหมายเพื่อใช้ในการทำนายสภาพอากาศ |
| 5. สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายผลของลมฟ้าอากาศต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม | - สภาพลมฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงบนโลกทำให้เกิดพายุ ปรากฏการณ์เอลนิโญ ลานีญา ซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม |
| 6. สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายปัจจัยทางธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก รูโหว่โอโซนและฝนกรด | - ปัจจัยทางธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ เช่น ภูเขาไฟระเบิด การตัดไม้ทำลายป่า การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ และการปล่อยแก๊สเรือนกระจก มีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน รูโหว่ของชั้นโอโซน และฝนกรด<br>- ภาวะโลกร้อน คือ ปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น |
| 7. สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายผลของภาวะโลกร้อน รูโหว่โอโซนและฝนกรดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม | - ภาวะโลกร้อนทำให้เกิดการละลายของธารน้ำแข็ง ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น การกัดเซาะชายฝั่งเพิ่มขึ้น น้ำท่วม ไฟป่า ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดสูญพันธุ์และสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป<br>- รูโหว่โอโซนและฝนกรดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม |

ที่มา: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 78-79)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

**1. ความหมายของบรรยากาศ**

กองวิจัยทางการศึกษา (2543, หน้า 8) ได้กล่าวว่า อากาศที่มีอยู่รอบตัวเราและห่อหุ้มโลกของเรา ซึ่งจะช่วยปรับอุณหภูมิของโลกให้พอเหมาะกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก ทั้งยังช่วยป้องกันอันตรายต่างๆ จากภายนอกโลกด้วย

สุพจน์ แสงมณี, และชานนท์ มูลวรรณ (2545, หน้า 145) ได้กล่าวว่า บรรยากาศ คือ อากาศที่อยู่รอบๆ ตัวเรา และอากาศที่ห่อหุ้มโลกที่เราอาศัยอยู่ มีความหนาจากผิวโลกขึ้นไปมากกว่า 600 กิโลเมตร

ประดับ นาคแก้ว, และคนอื่นๆ (2546, หน้า 251) ได้กล่าวว่า บรรยากาศ คือ อากาศที่ห่อหุ้มโลกเราอยู่โดยรอบ โดยมีขอบเขตนับจากระดับน้ำทะเลขึ้นไปประมาณ 1,000 กิโลเมตร ที่บริเวณใกล้พื้นดิน อากาศจะมีความหนาแน่นมากและความหนาแน่นของอากาศจะลดลงเมื่ออยู่สูงขึ้นไปจากระดับพื้นดิน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์, และคนอื่นๆ (2550, หน้า 228) ได้กล่าวว่า บรรยากาศ คือ อากาศที่อยู่รอบตัวเราตั้งแต่พื้นดินขึ้นไปจนถึงระดับสูงๆ ในท้องฟ้า หรืออากาศที่ห่อหุ้มโลกเรา

สรุปได้ว่า บรรยากาศ หมายถึง อากาศที่อยู่รอบตัวเราและห่อหุ้มโลก ตั้งแต่พื้นดินขึ้นไปจนถึงระดับสูงในท้องฟ้า

**2. ส่วนประกอบของอากาศ**

กองวิจัยทางการศึกษา (2543, หน้า 8) ได้กล่าวว่า อากาศเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิต ในอากาศแห้งจะมีส่วนประกอบ ดังนี้

| | |
|---|---|
| 1. แก๊สไนโตรเจน | ร้อยละ 78.08 โดยปริมาตร |
| 2. แก๊สออกซิเจน | 20.95 |
| 3. แก๊สอาร์กอน | 0.93 |
| 4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ | 0.03 |
| 5. แก๊สอื่นๆ | 0.01 |

นอกจากแก๊สต่างๆ แล้ว ในอากาศยังประกอบด้วย ฝุ่น ไอน้ำ เขม่า ควัน จุลินทรีย์ต่างๆ ซึ่งอัตราส่วนของแก๊สต่างๆ และสิ่งเจือปนในอากาศจะมีความแตกต่างกันตามวัน เวลา และสถานที่

ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ, และคนอื่นๆ (2546, หน้า 7-8) ได้กล่าวว่า อากาศเป็นของผสมที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียว ประกอบด้วยแก๊สชนิดต่างๆ และไอน้ำ อากาศที่ไม่มีไอน้ำผสมอยู่เลย เรียกว่า อากาศแห้ง ส่วนอากาศที่มีไอน้ำผสมอยู่ เรียกว่า อากาศชื้น โดยทั่วไปในอากาศจะมีไอน้ำผสมอยู่ประมาณร้อยละ 0-4 ของอากาศทั้งหมด ไอน้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

มีความสำคัญ เพราะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ เช่น ฝน ลม พายุ ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ดังนี้

1. ส่วนประกอบของอากาศแห้ง ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยแก๊สไนโตรเจน ประมาณร้อยละ 78 แก๊สออกซิเจนประมาณร้อยละ 21 แก๊สอื่นๆ อีกประมาณร้อยละ 1 ได้แก่ แก๊สอาร์กอนประมาณร้อยละ 0.93 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 0.03 นอกนั้นอีกประมาณร้อยละ 0.04 เป็นแก๊สนีออน ฮีเลียม คริปตอน ซีนอน ไฮโดรเจน มีเทน ไนตรัสออกไซด์ และเรดอน ตามปกติแล้วจะไม่มีอากาศแห้ง เนื่องจากอากาศทั่วๆ ไป จะเป็นอากาศชื้นที่มีไอน้ำและแก๊สอื่นๆ ปนอยู่ด้วย

2. ส่วนประกอบของอากาศชื้น เป็นอากาศที่มีไอน้ำปนอยู่ด้วยประมาณ ร้อยละ 0-4 โดยมวล หมายความว่า ถ้าอากาศชื้นมีมวล 1 กิโลกรัม (1,000 กรัม) จะมีไอน้ำ อยู่มากที่สุด 40 กรัม ปริมาณไอน้ำในอากาศทำให้ปริมาณแก๊สไนโตรเจนซึ่งมีอยู่ในอากาศ แห้งประมาณร้อยละ 78 และปริมาณแก๊สออกซิเจนซึ่งมีอยู่ในอากาศแห้งประมาณร้อยละ 21 เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเล็กน้อย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์, และคนอื่นๆ (2550, หน้า 229) ได้กล่าวว่า อากาศเป็น ของผสมประกอบด้วย แก๊สชนิดต่างๆ โดยร้อยละ 99.99 ของอากาศแห้ง (dry air) ประกอบด้วยแก๊ส 4 ชนิด คือ

1. แก๊สไนโตรเจน ($N_2$) ร้อยละ 78.08
2. แก๊สออกซิเจน ($O_2$) ร้อยละ 20.95
3. แก๊สอาร์กอน (Ar) ร้อยละ 0.93
4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) ร้อยละ 0.03

ส่วนที่เหลือ 0.01% นั้นประกอบด้วยแก๊สอื่นๆ เช่น นีออน (Ne) ฮีเลียม (He) มีเทน ($CH_4$) คริปตอน (Kr) ไฮโดรเจน (H) โอโซน ($O_3$) เป็นต้น และในอากาศโดยทั่วไปตาม แหล่งต่างๆ ยังประกอบด้วย ไอน้ำ ควันไฟ ฝุ่นละออง และสิ่งต่างๆ

สรุปได้ว่า อากาศแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ อากาศแห้งและอากาศชื้น โดยอากาศแห้งมีส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ แก๊สไนโตรเจน ร้อยละ 78.08 แก๊สออกซิเจน ร้อยละ 20.95 แก๊สอาร์กอน ร้อยละ 0.93 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 0.03 และ แก๊สอื่นๆ อีกประมาณร้อยละ 0.04 ส่วนอากาศชื้นมีไอน้ำเป็นองค์ประกอบเพิ่มขึ้นจาก อากาศแห้ง

**3. การแบ่งชั้นบรรยากาศ**

กองวิจัยทางการศึกษา (2543, หน้า 30) ได้กล่าวว่า บรรยากาศของโลก แบ่งเป็นชั้นๆ ตามระดับความสูงจากพื้นดิน อุณหภูมิ และสมบัติของแก๊สที่มีอยู่ได้ ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

1. โทรโพสเฟียร์ (troposphere) คือ ชั้นบรรยากาศที่เราอาศัยอยู่ความสูงประมาณ 0-10 กม. เป็นชั้นที่มีอากาศหนาแน่นและมีไอน้ำมาก อุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง ยิ่งสูงขึ้นอุณหภูมิก็ยิ่งลดลง มีการเคลื่อนที่ของอากาศ ทำให้เกิดลักษณะลมฟ้าอากาศต่าง ๆ มีเมฆ หมอก ฝน ลมแรงหรือพายุ เป็นบรรยากาศชั้นที่มีความสำคัญทางอุตุนิยมวิทยา

2. โอโซโนสเฟียร์ (ozonosphere) เป็นชั้นที่อยู่เหนือโทรโพสเฟียร์จนถึงระดับ 50-55 กม. เป็นเขตสูงสุดของบรรยากาศ อากาศในชั้นนี้บางมาก ไม่มีเมฆ พายุ แต่มีลมพัดแรงในระดับทางเดียว เครื่องบินไอพ่นจะบินชั้นนี้เพื่อให้พ้นความแปรปรวนของอากาศ ชั้นนี้มีแก๊สโอโซนผสมอยู่มาก โอโซนจะดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์เอาไว้เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก

3. ไอโอโนสเฟียร์ (ionosphere) ต่อจากชั้นโอโซโนสเฟียร์ถึงระดับ 600 กม. อากาศชั้นนี้บางมากและเกิดการแตกตัวเป็นประจุไฟฟ้า จึงช่วยในการสื่อสารวิทยุโดยสะท้อนคลื่นวิทยุกลับลงมายังผิวโลก

4. เอกโซสเฟียร์ (exosphere) เป็นบรรยากาศนอกสุดที่ห่อหุ้มโลก บรรยากาศชั้นนี้จะค่อย ๆ กลืนกับอากาศจนยากจะกำหนดลงไปได้ว่ามีขอบเขตเท่าใด มีโมเลกุลของแก๊สน้อยมาก เป็นแก๊สที่เบา เช่น ไฮโดรเจน ฮีเลียม เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2548, หน้า 88) ได้กล่าวว่า นักอุตุนิยมวิทยาพบว่าอุณหภูมิของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงๆ ตามระดับความสูงจากพื้นโลก จึงแบ่งชั้นบรรยากาศออกเป็น 4 ชั้น ประกอบด้วย ชั้นที่อยู่ใกล้กับผิวโลกที่สุด คือ ชั้นโทรโพสเฟียร์ ในชั้นนี้อุณหภูมิจะลดลงตามความสูงจากพื้นโลก และเป็นชั้นที่มีความแปรปรวนของสภาพลมฟ้าอากาศในเรื่องเมฆ ฝน และพายุ ชั้นถัดขึ้นไป คือ ชั้นสตราโตสเฟียร์ ชั้นนี้อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นตามความสูงจากพื้นโลก ชั้นถัดไปคือ ชั้นมีโซสเฟียร์ อุณหภูมิจะลดลงตามความสูงอีกครั้ง ชั้นสุดท้ายคือชั้นเทอร์โมสเฟียร์ ชั้นนี้อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นตามความสูงจนถึงประมาณ 800 องศาเซลเซียส บรรยากาศในชั้นเทอร์โมสเฟียร์จะเบาบางมากจนถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของอากาศ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์, และคนอื่น ๆ (2550, หน้า 230-231) ได้กล่าวว่า การแบ่งชั้นบรรยากาศ สามารถแบ่งได้โดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์และใช้สมบัติของแก๊ส หรือส่วนผสมของแก๊สที่มีอยู่เป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ แบ่งได้ 4 ชั้น คือ

1.1 โทรโพสเฟียร์ (troposphere) บรรยากาศชั้นนี้อุณหภูมิค่อย ๆ ลดลงตามระดับความสูง อัตราการเปลี่ยนแปลงประมาณ 6.5 องศาเซลเซียสต่อกิโลเมตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอยู่ในขอบเขตความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 10 กิโลเมตร เป็นชั้นที่มีไอน้ำ หมอก ฝน พายุ และแก๊สที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

1.2 สตราโตสเฟียร์ (stratosphere) เป็นส่วนของบรรยากาศที่อยู่เหนือชั้นโทรโพสเฟียร์ ในช่วงระยะความสูงประมาณ 50 กิโลเมตร อุณหภูมิในระดับล่างของชั้นนี้จะคงที่จนถึงระดับความสูง 20 กิโลเมตร จากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆ สูงขึ้นจนถึงระดับ 30-35 กิโลเมตร และต่อจากนั้นอุณหภูมิจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วด้วยอัตรา 0.5 องศาเซลเซียสต่อกิโลเมตร ในชั้นนี้ไม่มีเมฆ พายุ มีปริมาณความชื้นและผงฝุ่นเพียงเล็กน้อย

1.3 มีโซสเฟียร์ (mesophere) เป็นส่วนของชั้นบรรยากาศอยู่เหนือชั้นสตราโตสเฟียร์ขึ้นไปจนถึงระดับความสูงประมาณ 80 กิโลเมตร อุณหภูมิในชั้นนี้ลดลง ตามระดับความสูง

1.4 เทอร์โมสเฟียร์ (thermosphere) เป็นส่วนของชั้นบรรยากาศอยู่เหนือชั้นมีโซสเฟียร์ขึ้นไปจนถึงระดับ 400-500 กิโลเมตร อุณหภูมิในบรรยากาศชั้นนี้สูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของชั้นเทอร์โมสเฟียร์จนถึงระดับประมาณ 100 กิโลเมตร จากนั้นอัตราการสูงขึ้นของอุณหภูมิจะลดลง เป็นชั้นที่อากาศมีอุณหภูมิสูงประมาณ 227-1,717 องศาเซลเซียส เป็นชั้นบรรยากาศที่เปลี่ยนจากบรรยากาศของโลกไปเป็นแก๊สระหว่างดวงดาวที่บางเบาหรือเป็นชั้นนอกสุดของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก จึงเรียกว่าชั้นเอกโซสเฟียร์ (exosphere)

2. การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้สมบัติของแก๊สหรือส่วนผสมของแก๊สที่มีอยู่เป็นเกณฑ์ แบ่งเป็น 4 ชั้น คือ

2.1 โทรโพสเฟียร์ (troposphere) อยู่เหนือพื้นผิวโลกขึ้นไปประมาณ 10 กิโลเมตร ส่วนผสมของบรรยากาศที่สำคัญ คือ ไอน้ำ

2.2 โอโซโนสเฟียร์ (ozonosphere) อยู่บริเวณเหนือชั้นโทรโพสเฟียร์จนถึงระดับ 50-55 กิโลเมตร เป็นชั้นที่มีแก๊สโอโซนอยู่หนาแน่นเรียกชั้นนี้ว่า ชั้นโอโซน

2.3 ไอโอโนสเฟียร์ (ionosphere) แก๊สต่างๆ ในบริเวณนี้จะอยู่ในลักษณะเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า อิออน (ion) อากาศชั้นนี้สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุความถี่ต่ำได้ เป็นประโยชน์ในการใช้วิทยุสื่อสารระยะไกล

2.4 เอกโซสเฟียร์ (exosphere) เป็นชั้นบรรยากาศอยู่เหนือระดับไอโอโนสเฟียร์ ในชั้นนี้มีอะตอมต่างๆ อยู่น้อยมากหรือหนาแน่นน้อยมาก

สรุปได้ว่า การแบ่งชั้นบรรยากาศ สามารถแบ่งตามระดับความสูงจากพื้นดิน อุณหภูมิ และสมบัติของแก๊ส แบ่งได้ 4 ชั้น ได้แก่

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

1. ชั้นโทรโพสเฟียร์ (troposphere) เป็นชั้นที่อยู่ใกล้กับผิวโลกมากที่สุด จะเกิดลักษณะลมฟ้าอากาศต่างๆ มีเมฆ หมอก ฝน ลมแรงหรือพายุ เป็นบรรยากาศชั้นที่มีความสำคัญทางอุตุนิยมวิทยา

2. ชั้นโอโซโนสเฟียร์ (ozonosphere) เป็นชั้นที่เครื่องบินไอพ่นบินชั้นนี้มีแก๊สโอโซนผสมอยู่มาก ซึ่งจะดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก

3. ชั้นไอโอโนสเฟียร์ (ionosphere) อากาศชั้นนี้บางมากและเกิดการแตกตัวเป็นประจุไฟฟ้า จึงช่วยในการสื่อสารวิทยุ โดยสะท้อนคลื่นวิทยุกลับลงมายังผิวโลก

4. ชั้นเอกโซสเฟียร์ (exosphere) เป็นบรรยากาศนอกสุดที่ห่อหุ้มโลก มีโมเลกุลของแก๊สน้อยมาก และเป็นแก๊สที่เบา เช่น ไฮโดรเจน ฮีเลียม เป็นต้น

**4. สมบัติของอากาศ**

สุพจน์ แสงมณี, และชานนท์ มูลวรรณ (2545, หน้า 146) ได้กล่าวว่า สมบัติของอากาศ มีดังนี้

1. ความหนาแน่นของอากาศ คือ อัตราส่วนระหว่างมวลกับปริมาตรของอากาศ หน่วยของความหนาแน่นของอากาศ คือ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ($kg/m^3$) ความหนาแน่นของอากาศที่ระดับน้ำทะเล 1.3 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร หมายความว่า อากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร ที่ระดับน้ำทะเลจะมีมวลประมาณ 1.3 กิโลกรัม เมื่อความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นความหนาแน่นของอากาศจะมีค่าน้อยลง

2. อุณหภูมิของอากาศ ในช่วงความสูงมากกว่า 10 กิโลเมตร อุณหภูมิจะลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น การวัดอุณหภูมิ จะใช้เทอร์มอมิเตอร์ เป็นเครื่องมือสำหรับวัดระดับความร้อนว่ามากหรือน้อย หรือวัดอุณหภูมิของสิ่งต่างๆ หน่วยของความร้อนใช้เป็นองศาเซลเซียส (°C) ในระบบเมตริก องศาฟาเรนไฮต์ (°F) ในระบบอังกฤษ หรือเคลวิน (K) ในระบบเอสไอ

3. ความชื้นของอากาศ คือ ปริมาณไอน้ำในอากาศซึ่งเกิดจากการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ แบ่งออกเป็น

3.1 ความชื้นสัมบูรณ์ คือ อัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำในอากาศกับปริมาตรของอากาศ

$$\text{ความชื้นสัมบูรณ์} = \frac{\text{มวลของไอน้ำในอากาศ}}{\text{ปริมาตรของอากาศ}}$$

3.2 ความชื้นสัมพัทธ์ คือ ปริมาณเปรียบเทียบระหว่างมวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้นกับมวลของไอน้ำในอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกัน

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{มวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้น}}{\text{มวลของไอน้ำในอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกัน}} \times 100$$

4. ความดันอากาศ คือ แรงดันอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดันนั้น ในการพยากรณ์อากาศเรียกความดันอากาศว่า ความกดอากาศ ความดันอากาศในที่ต่างกันจะมีค่าต่างกัน และที่ความสูงระดับเดียวกันความดันอากาศมีค่าเท่ากัน ความดัน 1 บรรยากาศ คือ ความดันอากาศที่ดันปรอทให้สูง 760 มิลลิเมตร หรือ 76 เซนติเมตร เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น 11 เมตร ระดับปรอทจะลดลง 1 มิลลิเมตร

ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ, และคนอื่นๆ (2546, หน้า 20-43) ได้กล่าวว่า สมบัติของอากาศ ได้แก่ ความหนาแน่น ความดัน อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ ดังนี้

1. ความหนาแน่นของอากาศ คือ อัตราส่วนระหว่างมวลกับปริมาตรของอากาศ ซึ่งคำนวณหาได้ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นของอากาศ} = \frac{\text{มวลของอากาศ}}{\text{ปริมาตรของอากาศจำนวนนั้น}}$$

ระดับความสูง มวลและความหนาแน่นของอากาศมีความสัมพันธ์กัน ดังนี้

1.1 ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลต่างกัน อากาศจะมีความหนาแน่นต่างกัน

1.2 เมื่อระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของอากาศจะลดลง

1.3 ความหนาแน่นของอากาศจะเปลี่ยนแปลงตามมวลของอากาศ อากาศที่มีมวลน้อยจะมีความหนาแน่นน้อย

1.4 อากาศที่ผิวโลกมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศที่อยู่ระดับสูงจากผิวโลกขึ้นไป เนื่องจากมีชั้นของอากาศกดทับผิวโลกหนากว่าชั้นอื่นๆ และแรงดึงดูดของโลกที่มีต่อมวลสารใกล้ผิวโลกมีมากกว่าเหนือผิวโลกขึ้นไป

2. ความดันอากาศหรือความดันบรรยากาศ คือ ค่าแรงดันอากาศที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดันนั้น เขียนความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศ แรงดันอากาศ และพื้นที่ที่รองรับแรงดันอากาศ ได้ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

$$\text{ความดันอากาศ} = \frac{\text{แรงดันอากาศทั้งหมด}}{\text{พื้นที่รองรับแรงดันอากาศทั้งหมด}}$$

การวัดความดันอากาศ ใช้เครื่องมือวัดความดันอากาศ ได้แก่ บารอมิเตอร์ปรอทแบบง่าย แอนิรอยด์บารอมิเตอร์ บารอกราฟ และแอลติมิเตอร์

3. อุณหภูมิของอากาศ จากการวัดอุณหภูมิของอากาศที่ระดับความสูงจากผิวโลก 10 กิโลเมตร พบว่า อุณหภูมิของอากาศจะลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น ทำให้บรรยากาศในระดับสูงจะเย็นกว่าบรรยากาศเหนือพื้นดิน จากการศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูงในบรรยากาศชั้นนี้ พบว่า โดยเฉลี่ยอุณหภูมิจะลดลงประมาณ 6.5 องศาเซลเซียสต่อกิโลเมตร

4. ความชื้นของอากาศ คือ ปริมาณไอน้ำที่ปะปนอยู่ในอากาศ ซึ่งได้มาจากการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ โดยอากาศที่มีไอน้ำอยู่ในปริมาณเต็มที่ และจะรับไอน้ำที่อื่นอีกไม่ได้แล้ว เรียกว่า อากาศอิ่มตัว และอากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะรับไอน้ำได้มากกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ ณ อุณหภูมิต่างกัน อากาศจะรับปริมาณไอน้ำได้ต่างกัน การบอกค่าความชื้นของอากาศ สามารถบอกได้ 2 วิธี คือ

4.1 ความชื้นสัมบูรณ์ คือ อัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำในอากาศกับปริมาตรของอากาศขณะนั้น มีหน่วยเป็น ($g/m^3$)

$$\text{ความชื้นสัมบูรณ์} = \frac{\text{มวลของไอน้ำในอากาศ (g)}}{\text{ปริมาตรของอากาศ } (m^3)}$$

4.2 ความชื้นสัมพัทธ์ คือ ปริมาณเปรียบเทียบระหว่างมวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้นกับมวลของไอน้ำในอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกัน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{มวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้น}}{\text{มวลของไอน้ำในอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกัน}} \times 100$$

เครื่องมือที่ใช้วัดความชื้นสัมพัทธ์ เรียกว่า ไฮกรอมิเตอร์ มี 2 ชนิด ได้แก่ ไฮกรอมิเตอร์แบบกระเปาะเปียก-กระเปาะแห้ง ประกอบด้วยเทอร์มอมิเตอร์ 2 อัน ที่กระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์อันหนึ่งหุ้มด้วยวัสดุที่ดูดความชื้น เรียกว่า กระเปาะเปียก และเทอร์มอมิเตอร์อีกอันหนึ่งไม่ต้องหุ้ม เรียกว่า กระเปาะแห้ง และไฮกรอมิเตอร์แบบ

เส้นผม อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงขนาดของวัสดุที่ใช้รับความชื้น เมื่อความชื้นในอากาศเพิ่มขึ้น เส้นผมจะดูดกลืนไอน้ำจากอากาศเพิ่มเข้าไปในตัวทำให้เส้นผมยืดตัวออกแสดงถึงการมีความชื้นในอากาศมาก

ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมบูรณ์กับความชื้นสัมพัทธ์

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{ความชื้นสัมบูรณ์}}{\text{มวลของไอน้ำในอากาศอิ่มตัว}} \times 100$$

สรุปได้ว่า สมบัติของอากาศ ประกอบด้วย ความหนาแน่น ความดัน อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ โดยสมบัติของอากาศมีความสัมพันธ์กัน ถ้าอากาศมีความหนาแน่นน้อย อุณหภูมิจะต่ำ ความดันอากาศจะลดลง และถ้าอุณหภูมิต่ำ ความชื้นของอากาศจะมาก

**5. ลมฟ้าอากาศ**

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2548, หน้า 100-113) ได้กล่าวว่า ลมฟ้าอากาศ หมายถึง สภาวะของบรรยากาศในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น ปริมาณฝนใน 3 ชั่วโมง อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน ส่วนภูมิอากาศ หมายถึง ค่าทางสถิติของลมฟ้าอากาศ ในระยะเวลายาวนาน เช่น ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากข้อมูล 30 ปี อุณหภูมิสูงสุดในรอบ 50 ปี เป็นต้น

เมฆ คือ อนุภาคน้ำหรือผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กลอยอยู่ในอากาศ เมฆประกอบด้วยน้ำหรือน้ำแข็ง หรือทั้งสองอย่าง เมฆแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ เมฆก้อนมีชื่อว่า คิวมูลัส (cumulus) เมฆแผ่นหรือเมฆชั้นมีชื่อว่า สเตรตัส (stratus) และเมฆที่เป็นริ้วๆ คล้ายขนสัตว์ มีชื่อว่า ซีร์รัส (cirrus) เมฆที่เกิดในธรรมชาติ นอกจากจะมี 3 ลักษณะกว้างๆ แล้วยังมีลักษณะปลีกย่อยที่แตกต่างกันหรือผสมผสานกัน ในทางอุตุนิยมวิทยาแบ่งเมฆออกเป็นชนิดต่างๆ มากมาย เมฆที่อยู่สูงประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งเกือบทั้งหมด และท้องฟ้าในแต่ละวัน จะมีปริมาณเมฆที่แตกต่างกัน นักอุตุนิยมวิทยาจึงกำหนดเกณฑ์ในการบอกสภาพของท้องฟ้าโดยใช้ปริมาณเมฆ

เมื่ออนุภาคน้ำหรือเกล็ดน้ำแข็งในเมฆมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีความหนาแน่นมากขึ้น น้ำหรือน้ำแข็งก็จะตกลงมายังพื้นโลกในรูปต่างๆ คือ เป็นฝน หิมะ ลูกเห็บ น้ำฟ้า

พายุฟ้าคะนอง เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดฝนตกหนัก ลมแรง มีฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า ซึ่งเกิดเฉพาะถิ่นในระยะเวลาสั้นๆ และครอบคลุมพื้นที่ไม่กว้างมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

พายุหมุนเขตร้อน เกิดจากความดันอากาศของสองบริเวณต่างกันมาก ทำให้อากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความดันอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความดันอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความดันอากาศต่ำกว่า และขณะเดียวกันโลกก็หมุนรอบตัวเองไปด้วย ทำให้ทิศทางของลมพายุในซีกโลกภาคเหนือพัดเข้าหาศูนย์กลางในทิศทวนเข็มนาฬิกา และมีทิศของลมเข้าสู่ศูนย์กลางในทิศตามเข็มนาฬิกาในซีกโลกภาคใต้ พายุจะรุนแรงที่สุดใกล้ศูนย์กลางพายุ แต่บริเวณศูนย์กลางพายุที่เรียกว่า ตาพายุจะมีลมอ่อน พายุหมุนเขตร้อนเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณมหาสมุทรและทะเลในเขตร้อนเท่านั้น

มรสุมฤดูร้อนหรือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เกิดในช่วงฤดูร้อนของประเทศทางซีกโลกเหนือ และมีทิศทางของลมพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ จะพัดพาเอาความชุ่มชื้นจากทะเลสู่แผ่นดินทำให้เกิดฝน ส่วนมรสุมฤดูหนาวหรือมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเกิดในช่วงฤดูหนาวของประเทศที่อยู่ในซีกโลกเหนือ เกิดลมพัดจากทวีปสู่มหาสมุทรซึ่งจะพัดพาความหนาวเย็นและความแห้งแล้งจากซีกโลกเหนือมายังเส้นศูนย์สูตร

สุพจน์ แสงมณี, และชานนท์ มูลวรรณ (2545, หน้า 151-153) ได้กล่าวว่า ลม คือ การเคลื่อนที่ของอากาศซึ่งเกิดจากอากาศสองบริเวณมีอุณหภูมิแตกต่างกัน โดยอากาศร้อนจะขยายตัวทำให้ความหนาแน่นของอากาศลดลง แล้วอากาศร้อนจึงลอยตัวสูงขึ้น อากาศเย็นจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่

ลมมีหลายชนิด ได้แก่ ลมบก ลมทะเล ลมพายุ พายุหมุน และพายุหมุนเขตร้อน สำหรับพายุหมุนเขตร้อนแบ่งตามความรุนแรงของพายุ เรียงจากความเร็วลมต่ำไปสูง ได้แก่ พายุดีเปรสชัน พายุโซนร้อน และพายุไต้ฝุ่น ส่วนชื่อลมพายุจะตั้งชื่อตามบริเวณแหล่งที่เกิด

เครื่องมือวัดทิศทางลม เรียกว่า ศรลม ส่วนเครื่องมือวัดความเร็วลม เรียกว่า อะนิโมมิเตอร์

สรุปได้ว่า ลมฟ้าอากาศเป็นสภาวะอากาศที่เกิดขึ้น อาจสังเกตได้จากปริมาณเมฆวิธีหนึ่ง ลมฟ้าอากาศ ประกอบด้วย ลม พายุ ฝนตก ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า

**6. การพยากรณ์อากาศ**

ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ, และคนอื่นๆ (2546, หน้า 94-102) ได้กล่าวว่า การพยากรณ์อากาศ หมายถึง การคาดหมายสภาวะลมฟ้าอากาศ รวมทั้งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาข้างหน้า โดยการพยากรณ์อากาศมีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่

1. การตรวจอากาศ จะกระทำเพื่อให้ทราบถึงสภาวะอากาศในปัจจุบัน ประกอบด้วย การตรวจอากาศพื้นผิว การตรวจอากาศชั้นบน การตรวจอากาศทะเล การตรวจสภาพอากาศด้วยดาวเทียม เรดาร์ หรือเครื่องมือตรวจอากาศอัตโนมัติ

2. การสื่อสารข้อมูลข่าวอากาศ เป็นการรับส่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศ โดยข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในส่วนภูมิภาคจะถูกส่งมายังส่วนกลางผ่านระบบโทรคมนาคมอุตุนิยมวิทยา เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์และพยากรณ์อากาศต่อไป และจะต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับต่างประเทศ โดยผ่านทางระบบโทรคมนาคมรอบโลก ซึ่งประเทศไทยได้รับคัดเลือกให้เป็นศูนย์กลางการสื่อสารของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

3. การวิเคราะห์ลักษณะอากาศ เป็นการคาดหมายลักษณะของลมฟ้าอากาศ รวมทั้งปรากฏการณ์ธรรมชาติที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า กรมอุตุนิยมวิทยาจะทำการพยากรณ์อากาศทั่วประเทศ รวมทั้งในบริเวณอ่าวไทยและน่านน้ำใกล้เคียง และเฝ้าติดตามสภาวะอากาศร้อนและออกประกาศเตือน โดยจะแจ้งให้ทราบถึงบริเวณที่จะมีพายุลมแรง ฝนตกหนัก น้ำท่วมฉับพลัน ทะเลมีคลื่นลมแรง โดยแจ้งผ่านสื่อมวลชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

การพยากรณ์อากาศจำเป็นต้องแสดงสัญลักษณ์อากาศในแผนที่อากาศ เพื่อสื่อความหมาย ดังนี้

ตาราง 4 แสดงสัญลักษณ์อากาศที่ใช้ในแผนที่อากาศ

| ท้องฟ้า | สภาพอากาศ | | ความกดดัน | ลักษณะเมฆ | | ลม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| โปร่ง | ฝน | ฝนน้ำแข็ง | คงที่ | สเตรตัส | อัลโตสเตรตัส | 5 นอต |
| หลัว | ฝนปรอย | ฝนโปรย | ลดลง | สเตรโตคิวมูลัส | อัลโตคิวมูลัส | 10 นอต |
| กึ่งโปร่ง | หิมะ | เกล็ดน้ำแข็ง | เพิ่มขึ้น | นิมโบสเตรตัส | เซอร์โรสเตรตัส | 15 นอต |
| ค่อนข้างมืด | ลูกเห็บ | หมอก | ลดแล้วเพิ่ม | คิวมูลัส | เซอร์โรคิวมูลัส | 20 นอต |
| มืด | ฟ้าคะนอง | หิมะโปรย | เพิ่มแล้วลด | คิวมูโลนิมบัส | เซอร์รัส | 50 นอต |

ที่มา: ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ, และคนอื่นๆ (2546, หน้า 101)

ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ, และคนอื่นๆ (2546, หน้า 102) ได้กล่าวว่า อุตุนิยมวิทยาได้กำหนดให้ใช้คำในการพยากรณ์อากาศ ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

| | | |
|---|---|---|
| ท้องฟ้า | ท้องฟ้าแจ่มใส | ไม่มีเมฆหรือมีแต่น้อยกว่า 1 ส่วน |
| และเมฆ | ท้องฟ้าโปร่ง | มีเมฆตั้งแต่ 1 ถึง 3 ส่วน |
| | เมฆบางส่วน | มีเมฆเกินกว่า 3 ถึง 5 ส่วน |
| | เมฆเป็นส่วนมาก | มีเมฆเกินกว่า 5 ถึง 8 ส่วน |
| | เมฆมาก | มีเมฆเกินกว่า 8 ถึง 9 ส่วน |
| | เมฆเต็มท้องฟ้า | มีเมฆเกินกว่า 9 ถึง 10 ส่วน (ส่วน:1/10 ท้องฟ้า) |
| อุณหภูมิ | อากาศร้อน | มีอุณหภูมิตั้งแต่ 35 °C แต่ไม่ถึง 40 °C |
| | อากาศร้อนจัด | มีอุณหภูมิตั้งแต่ 40 °C ขึ้นไป |
| | อากาศเย็น | มีอุณหภูมิตั้งแต่ 23 °C ลงไปถึง 16 °C |
| | อากาศหนาว | มีอุณหภูมิต่ำกว่า 16 °C ลงไปถึง 8 °C |
| | อากาศหนาวจัด | มีอุณหภูมิต่ำกว่า 8 °C |
| ลักษณะทะเล | ทะเลเรียบ | คลื่นสูงไม่เกิน 0.5 เมตร |
| | ทะเลมีคลื่นเล็กน้อย | คลื่นสูงเกินกว่า 0.5–1.25 เมตร |
| | ทะเลมีคลื่นปานกลาง | คลื่นสูงเกินกว่า 1.5–2.5 เมตร |
| | ทะเลมีคลื่นจัด | คลื่นสูงเกินกว่า 2.5–4 เมตร |
| | ทะเลมีคลื่นจัดมาก | คลื่นสูงเกินกว่า 4–6 เมตร |
| | ทะเลมีคลื่นใหญ่ | คลื่นสูงเกินกว่า 6–9 เมตร |
| | ทะเลมีคลื่นใหญ่มาก | คลื่นสูงเกินกว่า 9–14 เมตร |
| | ทะเลเป็นบ้า | คลื่นสูงเกินกว่า 14 เมตรขึ้นไป |
| จำนวนน้ำฝน | การรายงานปริมาณน้ำฝนที่ตกในเวลา 24 ชั่วโมง พิจารณาตามลักษณะของฝนที่ตกในประเทศเขตโซนร้อนในย่านมรสุม ดังนี้ | |
| | ฝนวัดจำนวนไม่ได้ | ฝนตกน้อยกว่า 0.1 mm. |
| | ฝนเล็กน้อย | ฝนตกตั้งแต่ 0.1 mm. ขึ้นไปแต่ไม่ถึง 10.0 mm. |
| | ฝนปานกลาง | ฝนตกตั้งแต่ 10.1 mm. ถึง 35.0 mm. |
| | ฝนหนัก | ฝนตกตั้งแต่ 35.1 mm. ถึง 90.0 mm. |
| | ฝนหนักมาก | ฝนตกตั้งแต่ 90.1 mm. ขึ้นไป |
| การพยากรณ์ | บางแห่ง | มีฝนไม่ถึง 20% ของพื้นที่ |
| บริเวณที่จะมี | เป็นแห่งๆ | มีฝนเกิน 20% แต่ไม่เกิน 40% ของพื้นที่ |
| ฝนตก | กระจาย | มีฝนเกิน 40% แต่ไม่เกิน 60% ของพื้นที่ |
| | เกือบทั่วไป | มีฝนเกิน 60% แต่ไม่เกิน 80% ของพื้นที่ |
| | ทั่วไป | มีฝนเกิน 80% ของพื้นที่ |
| | เป็นบริเวณกว้าง | มีฝนอยู่ในขอบเขตของพายุหมุน |

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

สรุปได้ว่า การพยากรณ์อากาศ เป็นการคาดการณ์ล่วงหน้าว่าจะเกิดลมฟ้าอากาศและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยการตรวจอากาศ สื่อสารข้อมูลและวิเคราะห์ลักษณะอากาศ ซึ่งจำเป็นต้องใช้สัญลักษณ์ในการเขียนแผนที่อากาศและกำหนดคำเพื่อสื่อความหมายถึงลักษณะของสภาวะอากาศ

**7. การเกิดภาวะโลกร้อน**

ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ, และคนอื่นๆ (2546, หน้า 105-110) ได้กล่าวว่า ปัจจัยที่ทำให้อุณหภูมิของโลกมีการเปลี่ยนแปลง ได้แก่

1. ตำแหน่งของภูมิประเทศบนพื้นโลก เช่น บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณอื่น อุณหภูมิบริเวณเส้นศูนย์สูตรจึงสูงกว่าบริเวณอื่น ส่วนบริเวณขั้วโลก อากาศจะเย็นจัดและมีน้ำแข็งปกคลุมอยู่ตลอดเวลาจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณอื่น

2. ลม ทำให้อุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของลมที่พัดผ่าน เช่น บริเวณที่มีลมร้อนพัดผ่านจะทำให้อุณหภูมิของอากาศในบริเวณนั้นสูงขึ้นด้วย ส่วนบริเวณที่มีลมเย็นหรือลมที่พัดมาจากที่ที่มีอากาศหนาวเย็นหรือความกดอากาศสูงจะทำให้อุณหภูมิของอากาศบริเวณนั้นต่ำลงไปด้วย

3. กระแสน้ำในมหาสมุทร สามารถทำให้อุณหภูมิของโลกเปลี่ยนแปลง เช่น บริเวณที่มีกระแสน้ำอุ่นไหลผ่าน จะทำให้อุณหภูมิของอากาศในบริเวณนั้นสูงขึ้น แต่ถ้ามีกระแสน้ำเย็นไหลผ่านก็จะทำให้อากาศในบริเวณนั้นลดต่ำลง

4. เมฆที่ปกคลุมท้องฟ้าจะช่วยกั้นพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ โดยละอองน้ำในก้อนเมฆจะดูดซับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์เอาไว้ และในขณะเดียวกันก็จะช่วยกั้นความร้อนที่พื้นผิวโลกคายออกไปด้วย ในวันที่ท้องฟ้ามีเมฆน้อย โลกจะได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ประมาณร้อยละ 80 ซึ่งปริมาณความร้อนที่โลกได้รับนี้จะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงร้อยละ 0-45

5. ปรากฏการณ์เรือนกระจก เป็นปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าที่ควรจะเป็น โดยเกิดจากแก๊สเรือนกระจก ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทน สารซีเอฟซี แก๊สไนตรัสออกไซด์ และไอน้ำ และเกิดจากการที่โลกได้รับรังสียูวี (ultraviolet) จากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้น มีความถี่สูง และมีพลังงานมาก ในบรรยากาศชั้นที่มีแก๊สโอโซน จะช่วยกรองรังสียูวีไว้บางส่วน ทำให้รังสียูวีผ่านมายังโลกในปริมาณพอเหมาะ

6. การเกิดช่องโอโซน บรรยากาศชั้นโอโซนช่วยกรองรังสียูวีให้ผ่านมายังโลกในปริมาณที่พอเหมาะแก่การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ในยุคอุตสาหกรรมมีการใช้สารซีเอฟซีในเครื่องทำความเย็น ใช้ในสเปรย์ฉีดพ่น การทำโฟม ทำให้มีสารซีเอฟซีหลุดลอยขึ้นไปในบรรยากาศและไปทำลายโอโซน ทำให้เกิดช่องว่างในชั้นโอโซน รังสียูวีจึงทะลุผ่านมายังโลก

ได้มากขึ้น ทำให้จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ตาย รวมทั้งไปทำลายเซลล์ผิวหนัง ทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนัง และทำให้ตาเป็นต้อกระจก และที่สำคัญคือทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น

7. เกิดจากปรากฏการณ์เอลนิโน (El Nino) เป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้สภาพของอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้อ่อนกำลังลง ทำให้ทวีปเอเชียที่เคยมีฝนตกหนักเปลี่ยนแปลงไปคือฝนตกน้อยลงหรือไม่มีฝนตกเลย แต่ฝนกลับไปตกหนักทางทิศตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้แทน เป็นผลทำให้เกิดความแห้งแล้งอย่างฉับพลันในทวีปเอเชีย ทวีปออสเตรเลีย และทวีปแอฟริกา แต่กลับเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มในทะเลทรายของทวีปอเมริกา

8. เกิดจากการกระทำของมนุษย์ กิจกรรมที่มนุษย์ทำในแต่ละวันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ได้แก่ การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง การตัดไม้ทำลายป่า ความร้อนที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงตามอาคารบ้านเรือนและเครื่องปรับอากาศ การสร้างอาคารสูงๆ ทำให้ขวางกั้นการถ่ายเทของอากาศ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2548, หน้า 115-116) ได้กล่าวว่า เอลนีโนและลานีนา เกิดจากลมสินค้าอ่อนกำลังลงมาก ไม่สามารถพัดพาน้ำอุ่นจากฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ไปยังฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก และขณะเดียวกันน้ำอุ่นที่สะสมอยู่ทางฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกก็ไหลย้อนกลับไปทางตะวันออกอย่างช้าๆ จนในที่สุดเคลื่อนที่ไปถึงชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ ทำให้น้ำทะเลบริเวณชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ ส่งผลให้อากาศบริเวณนี้มีอุณหภูมิสูงและความชื้นสูงจึงลอยตัวสูงขึ้น และก่อตัวเป็นเมฆฝนขนาดใหญ่ ทำให้บริเวณนี้ซึ่งเคยแห้งแล้งกลับมีฝนตกมาก ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า เอลนีโน (El Nino)

ในบางครั้งหลังจากเกิดปรากฏการณ์เอลนีโนจะเกิดปรากฏการณ์ที่ตรงข้ามกัน กล่าวคือลมสินค้าที่พัดพาเอาน้ำอุ่นจากมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออกมีกำลังแรงกว่าปกติ และน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก คือชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ ในขณะที่ทางฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก คือบริเวณประเทศอินโดนีเซียอุณหภูมิน้ำทะเลจะสูงกว่าปกติ อากาศเหนือบริเวณนี้จึงมีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าปกติ อากาศเหนือบริเวณนี้จึงมีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าปกติ จึงทำให้เกิดฝนตกมากกว่าปกติ ขณะที่ฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้แห้งแล้งกว่าปกติ ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า ลานีนา (La Nina)

เอลนีโน (El Nino) และลานีนา (La Nina) ส่งผลโดยตรงต่อโลก คือทำให้เกิดความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศทั่วโลก อย่างไรก็ตามบริเวณต่างๆ จะได้รับผลกระทบไม่เท่ากัน โดยทั่วไปเอลนีโน (El Nino) จะทำให้บริเวณที่เคยมีฝนตกชุกมีปริมาณฝนลดลง

อย่างมาก และบริเวณที่เคยมีฝนน้อยมีฝนเพิ่มขึ้นมาก ส่วนลานีนา (La Nina) จะทำให้บริเวณที่มีฝนมากอยู่แล้วมีฝนเพิ่มขึ้นอีก และบริเวณที่แห้งแล้งจะยิ่งแห้งแล้งยิ่งขึ้นเช่นกัน

สรุปได้ว่า การเกิดภาวะโลกร้อน เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ได้แก่ ตำแหน่งของภูมิประเทศ ลม กระแสน้ำ เมฆ ปรากฏการณ์เรือนกระจก การเกิดช่องโอโซน ปรากฏการณ์เอลนีโน (El Nino) และลานีนา (La Nina) และการกระทำของมนุษย์

**8. ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน**

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (ม.ป.ป., หน้า 3-9) ได้กล่าวถึงผลกระทบจากภาวะโลกร้อนว่า นักวิทยาศาสตร์ได้คาดการณ์ไว้ว่าหากไม่มีการควบคุมแก๊สเรือนกระจกที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศในอีก 60 ปีข้างหน้า แก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าจากปัจจุบันและจะทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ย 1.5 – 4.5 องศาเซลเซียส ความร้อนที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกนี้ นักวิทยาศาสตร์ยังไม่มีเครื่องมือที่จะสามารถกำหนดให้แน่นอนได้ว่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมบนโลกในระดับใด แต่ก็มีการคาดการณ์ถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

1. เกิดการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลก เมื่ออุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นระหว่าง 1.5 - 4.5 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างเส้นศูนย์สูตรกับบริเวณขั้วโลกมากยิ่งขึ้น จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและส่งผลต่อภูมิอากาศระดับโลก ทำให้ภาวะความกดอากาศต่ำเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดลมมรสุมพัดแรงมีผลต่อปริมาณฝน ซึ่งอาจช่วยบรรเทาความแห้งแล้งในบางพื้นที่และบางพื้นที่อาจเกิดอุทกภัย ฤดูหนาวจะสั้น ฤดูร้อนจะยาวนาน ช่วงความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างฤดูจะน้อยลง อัตราการระเหยจะเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความชื้นในดินมีน้อยลงและเกิดภาวะความแห้งแล้งแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างขวางขึ้น

2. ระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น จะทำให้อุณหภูมิของน้ำทะเลสูงขึ้นและเกิดการขยายตัวของน้ำทะเล น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกจะละลายทำให้ระดับน้ำทะเลทั่วโลก อาจเพิ่มสูงขึ้น 20 – 60 เซนติเมตร ซึ่งจะเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ที่ติดกับทะเลเป็นบริเวณกว้างและจะเกิดผลกระทบต่อกิจกรรมต่างๆ ของประชาชนบริเวณนั้น เช่น การเกษตร การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ป่าชายเลน จะได้รับความเสียหาย แหล่งน้ำจืดต่างๆ ทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินที่เชื่อมต่อกับทะเล จะถูกรุกล้ำจากน้ำเค็มจนไม่อาจใช้ในการบริโภคได้

3. เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ คือ การเคลื่อนย้ายระบบนิเวศในพื้นที่ต่างๆ การเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจกและความร้อนจะทำให้ชนิดและปริมาณของพืชและสัตว์เปลี่ยนแปลง โดยพืชและสัตว์บางชนิดจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่พืชและสัตว์บางชนิด

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

จะลดลงไป เวลาการผลิตดอกออกผลของพืชเปลี่ยนแปลง เมื่อพืชบางชนิดเจริญเติบโตได้ดี จะทำให้ธาตุอาหารในดินถูกนำมาใช้มากขึ้น ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงและวงจรการเกิดไฟป่าจะมีถี่ขึ้น

4. เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตบนโลกจะได้รับผลกระทบโดยตรงและโดยอ้อม จากอุณหภูมิที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ เมื่ออากาศร้อนขึ้นจะเป็นสิ่งบั่นทอนสมรรถภาพในการดำเนินชีวิตประจำวัน จะทำให้เกิดการระบาดของโรคในเขตร้อนครอบคลุมพื้นที่กว้างขวาง มีการโยกย้ายถิ่นฐานกันมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเกินกว่าสัตว์บางชนิดจะสามารถปรับตัวได้ทัน ซึ่งอาจทำให้เกิดการสูญพันธุ์ได้

สรุปได้ว่า ผลของภาวะโลกร้อน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลง และเกิดผลกระทบต่อสิ่งชีวิตและสิ่งแวดล้อม

## ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

### 1. ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดการสอนหรือชุดการเรียน มาจากคำว่า instruction package หรือ learning package เดิมใช้คำว่า "ชุดการสอน" เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น นักการศึกษาจึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า "ชุดการเรียน" (learning package) เพราะการเรียนรู้เป็นกิจกรรมของผู้เรียนและการสอนเป็นกิจกรรมของครู กิจกรรมของครูกับผู้เรียนจะต้องเกิดขึ้นคู่กัน บุญเกื้อ ควรหาเวช (2546, หน้า 91) และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า "ชุดกิจกรรมการเรียนรู้" ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, และคนอื่นๆ (2523, หน้า 120) ได้กล่าวว่า ชุดการสอน คือ การนำระบบสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยทำให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ภายในชุดการสอนจะประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดการสอน สื่อการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ เช่น รูปภาพ ตำรา เอกสาร แผนภูมิ แผ่นคำบรรยาย วัสดุ อุปกรณ์

ทิศนา แขมมณี (2534, หน้า 1) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง การจัดองค์ประกอบต่างๆ อย่างเป็นระบบ โดยการบูรณาการกิจกรรมให้เข้ากับเนื้อหาในหลักสูตร โดยยึดหลักให้สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ชุดกิจกรรมจะมีรายละเอียดของการดำเนินกิจกรรมที่ชัดเจนสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและแนวทางที่วางไว้ ลักษณะของชุดฝึกหรือชุดกิจกรรมจะเป็นเบ็ดเสร็จในตัว ผู้เรียนสามารถนำไปฝึกได้ด้วยตนเอง

สุดี คมประพันธ์ (2547, หน้า 20) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรม เป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดทักษะในการเรียนรู้การแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

สุชาดา อ่อนประไพ (2548, หน้า 12) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรม เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดขึ้น โดยใช้สื่อหลายอย่างประกอบกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษา ปฏิบัติด้วยตนเอง จนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพของผู้เรียนโดยมีผู้สอนเป็นผู้ช่วยชี้แนะ ส่วนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึงการนำกิจกรรมต่างๆ ไปฝึกให้กับผู้เรียนและผู้เรียนจะเกิดกระบวนการเรียนรู้

กนกวรรณ เหลืองทอง (2549, หน้า 8) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสื่อประสมที่จัดอย่างเป็นระบบ โดยสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและสื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ปวีณ์สุดา ร่มพยอม (2549, หน้า 38) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึงสื่อประสมที่มีการนำวิธีการจัดระบบมาใช้ในการนำเสนอเนื้อหา วัตถุประสงค์ โดยอาศัยสื่อที่หลากหลายซึ่งทำหน้าที่ต่างๆ เช่น เร้าความสนใจ นำเสนอเนื้อหา ข้อเท็จจริง โดยการจัดกิจกรรมการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่ม ตามขั้นตอนที่ระบุไว้และตามความสามารถและรูปแบบการเรียนรู้ของแต่ละคน โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก คอยให้คำปรึกษาเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมนั้นๆ

ปวีณ์กร ดำเนินลอย (2551, หน้า 10) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึงสื่อหรือนวัตกรรมที่สร้างขึ้นมาใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุด ตามศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้

แคปเปอร์, และแคปเฟอร์ (Kaper, & Kapfer, 1972, p.3) ได้กล่าวว่า ชุดการเรียนหรือชุดกิจกรรม เป็นรูปแบบการสื่อสารระหว่างครูกับผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำ ที่ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียน จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ และเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นชุดกิจกรรมนั้น ได้ขอบข่ายความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจนที่จะสื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียน

กู๊ด (Good,1973, p.306) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรม คือ โปรแกรมทางการสอนทุกอย่างที่จัดไว้โดยเฉพาะมีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน คู่มือครู เนื้อหา แบบทดสอบ ข้อมูลที่เชื่อถือได้ มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนไว้อย่าง

ชัดเจน ชุดกิจกรรมนี้ ครูเป็นผู้จัดให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ศึกษา และฝึกฝนตนเอง โดยครูเป็นผู้แนะนำเท่านั้น

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการเรียนสำเร็จรูปมีลักษณะเป็นชุดการเรียนที่มีการจัดเป็นระบบขั้นตอนต่างๆ สำหรับผู้เรียนใช้ศึกษาและฝึกฝนได้ด้วยตนเองตามความสามารถ และตามความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนเป็นแบบกระบวนการกลุ่ม มีสื่อประกอบการใช้กิจกรรมขณะเรียน และมีการประเมินผลการเรียนภายในชุดกิจกรรมการเรียนรู้

**2. ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้**

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์และผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2524, หน้า 250 – 251) ได้แบ่งประเภทชุดกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดกิจกรรมสำหรับจัดให้ครูโดยเฉพาะมีคู่มือและเครื่องมือสำหรับครู ซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้สอนให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมที่คาดหวัง ครูเป็นผู้ดำเนินการควบคุมกิจกรรมทั้งหมด ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมโดยมีครูเป็นผู้ดูแล

2. ชุดกิจกรรมสำหรับผู้เรียน เป็นชุดกิจกรรมสำหรับจัดให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เพียงจัดอุปกรณ์และมอบชุดกิจกรรมให้แล้วคอยรับรายงานเป็นระยะๆ ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหาและประเมินผลชุดกิจกรรมนี้ จะฝึกการเรียนด้วยตนเองเมื่อผู้เรียนจบการศึกษาจากโรงเรียนไปแล้ว ก็สามารถเรียนรู้หรือศึกษาสิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง

3. ชุดกิจกรรมที่ครูและผู้เรียนใช้ร่วมกัน ชุดนี้มีลักษณะผสมระหว่างชุดแบบที่ 1 และชุดแบบที่ 2 ครูเป็นผู้คอยดูแล และกิจกรรมบางอย่างครูต้องเป็นผู้แสดงนำให้ผู้เรียนดูและกิจกรรมบางอย่างผู้เรียนต้องทำด้วยตนเอง ชุดกิจกรรมแบบนี้เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้กับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งจะเริ่มฝึกให้รู้จักการเรียนด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแล

ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย (2546, หน้า 1) กล่าวไว้ว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มี 3 ประเภท คือ

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบบรรยาย หรือชุดการสอนของครูสำหรับใช้สอนผู้เรียนกลุ่มใหญ่ ชุดกิจกรรมมีลักษณะเป็นกล่อง ในกล่องมีเอกสารประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูใหม่มีบรรยายน้อยลงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม มากขึ้น การเรียนแบบบรรยายนี้ จะมีเนื้อหาโดยแบ่งหัวข้อที่จะทำกิจกรรมตามลำดับขั้น สื่อการสอนที่ใช้ควรชัดเจนหรือได้ยิน อย่างทั่วถึง เช่น แผ่นคำสอน แผนที่ แผนภาพ โทรทัศน์ สไลด์ประกอบเสียงบรรยาย ภาพยนตร์และกิจกรรมเพื่อผู้เรียนอธิบายตามหัวข้อที่ครูกำหนดให้ เอกสารเพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปราย สื่อทั้งหมดบรรจุอยู่ในกล่อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับกิจกรรมกลุ่ม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รวมกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5–7 คน ในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนแบบกิจกรรมกลุ่ม ประกอบด้วยชุดย่อยๆ ตามจำนวนคนในแต่ละศูนย์จะจัดสื่อการสอนไว้ในรูปของสื่อประสมใช้รายบุคคลหรือสื่อสำหรับกลุ่มผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกัน ซึ่งผู้เรียนยังต้องการความช่วยเหลือจากครูในช่วงแรกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หลังจากเคยชินกับการเรียนแบบนี้แล้วผู้เรียนจะช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จะปรึกษากันภายในกลุ่มหากมีปัญหา

3. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์รายบุคคล เป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นที่ระบุไว้เมื่อมีปัญหาผู้เรียนสามารถปรึกษาหารือกันได้ ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนและเปิดโอกาสให้ศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นแค่ผู้ให้คำแนะนำ สามารถนำไปศึกษาที่บ้าน ชุดกิจกรรมรายบุคคลนี้ช่วยฝึกและส่งเสริมนิสัยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมแบ่งออกเป็น ชุดกิจกรรมสำหรับครู สำหรับผู้เรียนและสำหรับครูและผู้เรียนใช้ร่วมกัน หรือแบ่งเป็นชุดกิจกรรมแบบบรรยาย แบบกิจกรรมกลุ่มและแบบรายบุคคล ชุดกิจกรรมแต่ละประเภทจะกำหนดบทบาทครูและผู้เรียนแตกต่างกัน การเลือกผลิตชุดกิจกรรมชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูหรือผู้ผลิตเอง ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ได้ยึดบทบาทผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียนรู้ ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาเนื้อหาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองในรูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกิจกรรมกลุ่ม ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ให้คำปรึกษาเมื่อผู้เรียนประสบปัญหาหรือข้อสงสัยที่เกิดจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้

**3. โครงสร้างของชุดกิจกรรมการเรียนรู้**

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2537, หน้า 43) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วยองค์ประกอบ ดังนี้

1. ชื่อชุด หมายถึง ลำดับที่ของชุดและหัวข้อเรื่อง

2. เวลา หมายถึง กำหนดเวลาเรียนเป็น 50 หรือ 100 นาที ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร

4. ข้อชวนคิด หมายถึง การกำหนดคติพจน์ให้คิดนำไปสู่การสร้างจิตสำนึกการพึ่งพาตนเอง

5. กิจกรรม หมายถึง การกำหนดงานปฏิบัติ การอ่านค้นคว้าจากเอกสาร หนังสือเรียน การทดลอง โดยมีวัสดุอุปกรณ์ให้

6. การตรวจสอบบทสรุป หมายถึง การตรวจสอบข้อความที่สรุปไว้ให้ว่าถูกต้องกับความเข้าใจมากน้อยเพียงไร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

7. การทำกิจกรรมสะสมคะแนน หมายถึง การให้ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมตามลำดับ ความสนใจ

8. การตอบคำถามท้ายกิจกรรม หมายถึง การกำหนดคำถามตามจุดประสงค์ให้ผู้เรียนตอบ

9. การตรวจคำตอบ หมายถึง การให้ผู้เรียนตรวจคำตอบด้วยตนเองโดยดูจากแบบเฉลยคำตอบที่ให้ไว้

10. แบบประเมินผลด้วยตนเอง หมายถึง แบบฟอร์มให้ผู้เรียนกรอกคะแนนที่ได้จากการประเมินผลด้วยตนเอง

กรรณิกา ไผทฉันท์ (2541, หน้า 83 – 84) ได้จัดทำชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัย มีส่วนประกอบ ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อเนื้อหาการเรียน
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้
3. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ผู้เรียนต้องทำให้บรรลุผลเมื่อจบกิจกรรม
4. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุเวลาในการเรียนชุดกิจกรรมนั้น
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการกับชุดกิจกรรมนั้น
6. เนื้อหา เป็นรายละเอียดที่ต้องการให้ผู้เรียนทราบ
7. กิจกรรม เป็นส่วนที่ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม

วรรณทิพา รอดแรงค้า, และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 1-2) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบที่สำคัญดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่บอกให้ทราบถึงลักษณะที่ต้องการฝึก
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายและความสำคัญของกิจกรรม
3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรมนั้น ๆ

3.1 จุดมุ่งหมายทั่วไปเป็นส่วนที่บอกจุดมุ่งหมายปลายทางหรือพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นตามกิจกรรมนั้น

3.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่ชี้ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่กำหนดโดยสังเกตและวัดได้ และเป็นไปตามเกณฑ์ที่คาดหวัง

4. แนวคิด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือมโนมติของกิจกรรมนั้น
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม

6. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุจำนวนโดยประมาณว่ากิจกรรมนั้นควรใช้เวลาเพียงใด

7. ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ วิธีจัดกิจกรรมนี้ได้จัดไว้เป็นขั้นตอน

7.1 ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ

7.2 ขั้นกิจกรรม เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมได้ฝึกปฏิบัติการทดลอง

7.3 ขั้นอภิปราย เป็นส่วนที่ผู้เรียนจะได้มีโอกาสนำเอาประสบการณ์ที่ได้รับมาจากขั้นกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและแม่นยำ

7.4 ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ผู้สอนและผู้เรียนประมวลข้อความที่ได้จากขั้นกิจกรรมและขั้นอภิปรายแล้วนำมาสรุปหาสาระและใจความสำคัญ

8. การประเมินผล เป็นการทดสอบผู้เรียนหลังจากจบบทเรียนของแต่ละกิจกรรม

9. ภาคผนวก เป็นส่วนที่ให้ความรู้กับครูผู้สอน

สรุปได้ว่า โครงสร้างของชุดกิจกรรมส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกัน โดยมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญ คือ ชื่อกิจกรรม แนวคิดหลัก คำชี้แจง จุดประสงค์ของกิจกรรม เวลาที่ใช้ เนื้อหา วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี กิจกรรม คำถามท้ายกิจกรรม แนวคำตอบท้ายกิจกรรม และความรู้เพิ่มเติม การประเมินผลและภาคผนวก สำหรับชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นได้ กำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ชื่อชุดกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรม
3. ตัวชี้วัด เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้บรรลุผล
4. เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด
5. กิจกรรม เป็นส่วนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเขียนแผนผังความคิด แผนภูมิ แผนภาพ การวาดภาพ การเดาภาพ การแต่งเติมภาพ การเขียนการ์ตูน การจัดมุมวิทยาศาสตร์ การเปรียบเทียบเชิงอุปลักษณ์ การคิดหยั่งรู้ ตลอดจนการเชื่อมโยงความรู้และการถ่ายทอดความรู้
6. อุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในแต่ละกิจกรรม
7. เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดของเนื้อหาและความรู้เพิ่มเติม
8. แบบทดสอบ เป็นส่วนที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้

**4. จิตวิทยาที่นำมาใช้ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้**

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2531, หน้า 119) กล่าวไว้ว่า มีแนวคิดทางจิตวิทยาในการสร้างนวัตกรรม ดังนี้

1. เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เพื่อยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้
3. มีสื่อการเรียนใหม่ที่ช่วยในการเรียนของผู้เรียนและช่วยในการสอนของครู
4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียนที่เปลี่ยนไป โดยเปลี่ยนแปลงจากครูเป็นผู้นำกิจกรรมต่างๆ เป็นผู้เรียนดำเนินกิจกรรมต่างๆ มากขึ้น

บลูม (Bloom, 1976, pp.115–124) กล่าวว่าการสอนที่มีคุณภาพประกอบด้วยลักษณะ 4 ประการ คือ

1. การให้แนวทาง คือ คำอธิบายของครูที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเมื่อเรียนเรื่องนั้น แล้วจะต้องมีความสามารถอย่างไร ต้องทำอะไรบ้าง
2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน
3. การเสริมแรง ทั้งการเสริมแรงภายนอก เช่น สิ่งของ การกล่าวติชม หรือการเสริมแรง ภายในตัวผู้เรียนเอง เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ฯลฯ
4. การให้ข้อมูลย้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่อง ต้องมีการแจ้งผลการเรียนและข้อบกพร่องให้ผู้เรียนทราบ

สรุปได้ว่า จิตวิทยาที่เกี่ยวข้องในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษา และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำช่วยเหลือ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จและบรรลุตามวัตถุประสงค์ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำมาใช้ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

**5. คุณค่าของชุดกิจกรรมการเรียนรู้**

ในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอนนั้น นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, และคนอื่นๆ (2523, หน้า 121) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดกิจกรรมว่า "ไม่ว่าจะเป็นชุดกิจกรรมประเภทใด ย่อมมีคุณค่าต่อการเพิ่มคุณภาพในการเรียนการสอน หากได้มีการผลิตที่มีการทดสอบ วิจัยแล้วด้วยกันทั้งนั้น" คุณค่าของชุดกิจกรรมสรุปได้ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

1. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหา ประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน มีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เช่น การทำงานของเครื่องจักรกล อวัยวะของร่างกาย การเจริญเติบโตของสัตว์ชั้นต่ำ เป็นต้น ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี

2. ช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดกิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและสังคม

4. ช่วยสร้างความพร้อม ความมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดกิจกรรมที่ผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถหยิบใช้ได้ทันที โดยเฉพาะผู้สอนที่ไม่มีเวลาในการเตรียมการสอนล่วงหน้า

5. ทำให้การเรียนการสอนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลาไม่ว่าผู้สอนจะมีสภาพขัดข้องทางอารมณ์เพียงใด

6. ช่วยให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของผู้สอน ชุดกิจกรรมทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู แม้ครูจะพูดหรือสอนไม่เก่ง ผู้เรียนสามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจากชุดกิจกรรมที่ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้ว

7. ในกรณีที่ครูขาด ครูอื่นสามารถสอนแทนได้โดยใช้ชุดกิจกรรม ครูไม่ต้องเข้าไปนั่งคุมชั้นหรือปล่อยผู้เรียนอยู่เฉยๆ เพราะเนื้อหาอยู่ในชุดกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนแทนไม่ต้องเตรียมตัวอะไรมากนัก

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535, หน้า 39) กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียน ไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเองตามเอกัตภาพ ความสามารถของตน
2. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู
3. ใช้สอนซ่อมเสริมให้แก่ผู้เรียนที่ยังเรียนไม่ทัน
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน
5. ช่วยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนที่ครูต้องทบทวนซ้ำซาก
6. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่จำเป็นต้องเรียนให้พร้อมกัน
7. ผู้เรียนตอบผิดไม่มีผู้เยาะเย้ย
8. ผู้เรียนไม่ต้องคอยฟังการสอนของครู
9. ช่วยลดภาระของครูในการสอน
10. ช่วยประหยัดรายจ่ายอุปกรณ์ที่มีผู้เรียนจำนวนมาก
11. ผู้เรียนจะเรียนเมื่อใดก็ได้ ไม่ต้องคอยฟังผู้สอน
12. การเรียนไม่จำกัดเวลาและสถานที่
13. ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2546, หน้า 110-111) กล่าวถึงคุณค่าของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนแบบรายบุคคล ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน

2. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดกิจกรรมช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย

3. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำเอาชุดกิจกรรมไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

4. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดกิจกรรมผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที

5. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

6. ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย

7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

8. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ

9. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

คณาภรณ์ รัศมีมารีย์ (2547 หน้า 24-28) กล่าวถึงคุณค่าของชุดกิจกรรมไว้ 5 ประการ คือ

1. ผู้เรียนสามารถทดสอบตนเองก่อนว่ามีความสามารถอยู่ในระดับใด หลังจากนั้นก็เริ่มเรียนในสิ่งที่ตนเองไม่ทราบทำให้ไม่ต้องเสียเวลากลับมาเรียนในสิ่งที่รู้แล้ว

2. ผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปเรียนที่ไหนก็ได้ตามความพอใจไม่จำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่

3. เมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถทดสอบตัวเองได้ทันทีเวลาไหนก็ได้ และได้ทราบผลการเรียนของตนเองเลยเช่นกัน

4. ผู้เรียนมีโอกาสได้พบปะกับผู้สอนมากขึ้น เพราะผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ครูก็มีเวลาให้คำปรึกษากับผู้มีปัญหาในขณะที่เรียนชุดการเรียนที่เรียนด้วยตนเอง

5. ผู้เรียนจะได้รับคะแนนอะไรนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเอง ไม่มีคำว่าสอบตกสำหรับผู้เรียนไม่สำเร็จ แต่จะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องเดิมนั้นใหม่จนผลการเรียนได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

สรุปได้ว่า คุณค่าของชุดกิจกรรมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู เป็นการสร้างความมั่นใจและลดภาระการสอนของครู แก้ปัญหาขาดแคลนครูเพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เกิดการเปลี่ยนแปลง

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

พฤติกรรมการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจากชุดกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายที่จะเรียน แต่มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง และเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

**6. ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้**

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, หน้า 122–123) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการผลิตชุดกิจกรรมเป็น 10 ขั้น ดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการ ตามที่เห็นเหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาการออกเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดออกมาเป็น 4 – 6 เรื่อง

4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการ มโนทัศน์และหลักการที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางการจัดเนื้อหามาสอนให้สอดคล้องกัน

5. กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. กำหนดกิจกรรมการเรียน ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือก และการผลิตสื่อการสอน "กิจกรรมการเรียน" หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองเล่นเกม ฯลฯ

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้วผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ ถือว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ ในกล่องที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

9. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เพื่อเป็นการประกันว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้ว สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดกิจกรรมและตามระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนในการใช้ดังนี้

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นความรู้เดิม

10.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียน (ขั้นสอน)

10.4 ขั้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปมโนทัศน์และหลักการที่สำคัญ

10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้ว

บัทส์ (Butts, 1974, p.85) ได้เสนอหลักการสร้างชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

1. ก่อนจะสร้างจะต้องกำหนดคร่าวๆ ก่อนว่า จะเขียนเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อะไร

2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกัน

4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก

6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. กำหนดการประเมินผลว่าจะประเมินก่อนหรือหลังเรียน

สรุปได้ว่าขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีตามลำดับดังนี้ กำหนดเนื้อหาหรือเรื่องที่จะสร้างชุดกิจกรรม เขียนวัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์ย่อย ศึกษาเอกสาร เขียนมโนทัศน์หรือหลักการ กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน กำหนดสื่อหรือวัสดุอุปกรณ์ กำหนดเวลา และกำหนดเครื่องมือและวิธีการประเมินผล จากนั้นนำไปทดลองใช้เพื่อหาหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมก่อนการใช้ชุดกิจกรรมจริง

**7. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้**

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้จริง การทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523, หน้า 494) มีขั้นตอน ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

1. สำหรับทดลองแบบเดี่ยว เป็นการทดลองใช้กับผู้เรียนคนเดียวทำการปรับปรุงแล้วนำมาใช้กับเด็กเก่ง ถ้าสภาพไม่เอื้ออำนวยให้ทดลองกับเด็กอ่อนหรือปานกลาง

2. สำหรับทดลองแบบกลุ่มเล็ก โดยให้เด็กคละกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 3-5 คน โดยให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมจริงๆ เพียงแต่เป็นกลุ่มเล็ก เป็นการหาข้อบกพร่องในด้านต่างๆ เพื่อปรับปรุงแก้ไข

3. สำหรับทดลองแบบกลุ่ม เป็นการทดลองที่มีเด็กประมาณ 30-40 คน โดยใช้เด็กคละกันทั้งเก่ง ปานกลาง อ่อน และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง

การประเมินประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยกรมวิชาการ (2545, หน้า 64) กล่าวว่าการกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับว่าสื่อหรือนวัตกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ คือ ด้านความรู้ความจำ $E_1$ / $E_2$ มีค่า 80/80 ขึ้นไป ด้านทักษะปฏิบัติ $E_1$ / $E_2$ มีค่า 70/70 ขึ้นไป และเมื่อนำชุดการเรียนการสอนไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพแล้วพบว่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากมีตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้เรียน บทบาทและความชำนาญในการใช้ชุดการเรียนการสอนของครูและผู้เรียน เป็นต้น อาจอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ประมาณ 2.5 - 5% โดยการยอมรับประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น อาจกำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1. "สูงกว่าเกณฑ์" เมื่อประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือมีค่าเกินกว่า 2.5% ขึ้นไป

2. "เท่าเกณฑ์" เมื่อประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนเท่ากับเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5%

3. "ต่ำกว่าเกณฑ์" เมื่อประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ก็ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ทั้งนี้การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนดังกล่าวให้ถือว่าค่าความแปรปรวน 2.5% - 5% นั่นคือประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 5% แต่โดยปกติจะกำหนดไว้ 2.5% เท่านั้น

สมมติเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ $E_1$ / $E_2$ เท่ากับ 80/80 ดังนั้น

80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ผู้เรียนทั้งห้องเรียนทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบในระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ผู้เรียนทั้งห้องเรียนทำแบบทดสอบท้ายบทหรือท้ายเรื่อง เป็นการประเมินหลังเรียนจบเรื่องแล้ว

บุญชม ศรีสะอาด (2543, หน้า 153-156) ได้กล่าวถึงการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนหรือวิธีสอน หรือนวัตกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการทดลองใช้ และหาประสิทธิภาพของสิ่งพัฒนาเพื่อจะมั่นใจในการที่จะนำไปใช้ต่อไป การหาประสิทธิภาพนิยมใช้เกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีวิธีการ 2 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 พิจารณาจากจำนวนผู้เรียนมาก (ร้อยละ 80) สามารถบรรลุผลในระดับสูง (ร้อยละ 80) ในกรณีนี้เป็นนวัตกรรมสั้นๆ ใช้เวลาน้อย เนื้อหาที่สอนมีเรื่องเดียว เช่น การสอน 1 บท ใช้เวลาสอน 1 ชั่วโมง เป็นต้น เกณฑ์ 80/80 หมายถึงมีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของผู้เรียนที่ทำได้ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

แนวทางที่ 2 พิจารณาจากผลระหว่างดำเนินการและเมื่อสิ้นสุดการดำเนินการโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (เช่นร้อยละ 80) ในกรณีใช้การสอนหลายครั้ง มีเนื้อหาสาระมาก เช่น สอน 3 บท ขึ้นไป มีการวัดผลระหว่างเรียน (formative) หลายครั้ง เกณฑ์ 80/80 มีความหมาย ดังนี้

80 ตัวแรก เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ($E_1$)

80 ตัวหลัง เป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม ($E_2$)

ประสิทธิภาพจึงเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ย เมื่อเทียบกับคะแนนเต็มซึ่งต้องมีค่าสูงถึงจะชี้ถึงประสิทธิภาพได้ กรณีนี้ใช้ร้อยละ 80

80 ตัวแรก ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ เกิดจากการนำคะแนนเต็มที่สอบได้ระหว่างดำเนินการ (นั่นคือ ระหว่างเรียนหรือระหว่างการทดลอง) มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

80 ตัวหลัง ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม เกิดจากการนำคะแนนจากการวัดโดยรวมเมื่อสิ้นสุดการสอนหรือสิ้นสุดการทดลอง มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

สำหรับแง่คิดในการกำหนดเกณฑ์ มีดังนี้

1. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ สามารถกำหนดได้หลากหลายขึ้นอยู่กับผู้วิจัยจะกำหนด ถ้าต้องการประสิทธิภาพสูงก็กำหนดค่าไว้สูง เช่น 90/90 แต่ถ้ากำหนดไว้สูงอาจพบปัญหาว่าไม่สามารถบรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ การที่จะทำให้ผู้เรียนส่วนมากทำคะแนนได้จวนเต็ม มีค่าเฉลี่ยจวนเต็ม คือร้อยละ 90 ขึ้นไปไม่ใช่เรื่องง่าย ดังนั้นจึงไม่ค่อยมีการตั้งเกณฑ์ 90/90 ในงานวิจัยบางเรื่องตั้งไว้ต่ำกว่า 80 ทั้งด้านกระบวนการและผลโดยรวม เช่น 70/70 ทั้งนี้อาจเนื่องจากเห็นว่าเรื่องนั้น โดยธรรมชาติเป็นเรื่องที่ยาก เช่น วิชาเรขาคณิต เป็นต้น การตั้งเกณฑ์ไว้สูงจะพบว่าไม่อาจบรรลุเกณฑ์ได้ อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำเกินไป เช่น 70/70 ทั้งนี้เพราะถ้าสิ่งที่ครูพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพจริงแล้วจะสามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุผลระดับสูงเป็นส่วนใหญ่ได้ การตั้งเกณฑ์ 50/50 หรือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

60/60 แสดงว่า สามารถพัฒนาผู้เรียนได้โดยเฉลี่ยครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มหรือมากกว่าครึ่งหนึ่งเล็กน้อย (60%) ซึ่งไม่น่าจะเพียงพอควรพัฒนาได้มากกว่านั้น

2. การเขียนเกณฑ์ 80/80 ไม่ได้หมายถึงอัตราส่วน หรือสัดส่วนระหว่าง 2 ส่วนนี้ โดยทั่วไปไม่ได้แปลความหมายโดยนำมาเปรียบเทียบกัน ดังนั้นครูผู้วิจัยไม่อาจเขียนในรูป 80/80 แต่เขียนในรูปอื่น เช่น 80,80 หรือแม้กระทั่งเขียนว่าใช้เกณฑ์ร้อยละ 80 ทั้งกระบวนการและผลโดยรวมก็ได้ การเขียน 80/80 เป็นเพียงแยกส่วนประสิทธิภาพของกระบวนการซึ่งเป็นเลข 80 ตัวหน้ากับประสิทธิภาพของผลโดยรวม ซึ่งเป็นเลข 80 ตัวหลัง

3. ครูผู้วิจัยอาจตั้งเกณฑ์ทั้ง 2 ส่วนไม่เท่ากันก็ได้ เช่น ตั้งเกณฑ์เป็น 70/80 ซึ่งหมายความว่าประสิทธิภาพของกระบวนการใช้ 70% ส่วนประสิทธิภาพของผลโดยรวมใช้ 80% ซึ่งไม่นิยมกำหนดในลักษณะดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นที่จะทำอะไรให้สอดคล้องกับความนิยม ข้อสำคัญคือ เหตุผลเบื้องหลังของการตั้งเกณฑ์ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการตั้งเกณฑ์แบบนั้นมีความเหมาะสม มีเหตุผลที่ดีกว่า

สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ขึ้นอยู่กับผู้สอนว่าจะกำหนดเกณฑ์เท่าไร โดยด้านความรู้ความจำอาจกำหนดเกณฑ์ 80/80 ขึ้นไป ส่วนด้านทักษะปฏิบัติอาจกำหนดเกณฑ์เป็น 70/70 ขึ้นไป โดยเลขตัวแรกหมายถึงคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนด้านกระบวนการ ส่วนเลขตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนด้านผลลัพธ์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 80/80

**ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์**

**1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์**

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (ม.ป.ป., หน้า 27) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ว่าหมายถึง กระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลายๆ อย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์มีอิสรภาพทางความคิด

อารี พันธ์มณี (2540, หน้า 6) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการตลอดจนทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้มิใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลอย่างเดียว

ภาณินี เทพหนู (2546, หน้า 22) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการคิดได้หลากหลาย นอกเหนือจากสิ่งที่รู้แล้วและมีการเชื่อมโยงความคิดหลากหลายเป็นแนวคิด หรือความรู้ หลักการ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง

วราภรณ์ อารีมิตร (2548, หน้า 8) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ว่าเป็นสมรรถภาพด้านใดด้านหนึ่งของสมองในการคิดสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ แล้วบุคคลนั้นจะแปลความคิดนั้นออกมาเป็นผลผลิตอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเป็นการกระทำเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ โดยมีสิ่งเร้าและประสบการณ์เดิม เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ก่อให้เกิดความคิดในลักษณะที่เป็นการคิดแบบหลายทิศทางและการคิดแบบโยงสัมพันธ์

น้ำอ้อย สุนทรพฤกษ์ (2551, หน้า 39) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ว่าหมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่ เป็นความคิดระดับสูงซึ่งบุคคลจะต้องมีความไวในการรับรู้และตอบสนองออกมาอย่างสร้างสรรค์บุคคลนั้นมีอิสรภาพทางความคิด

วอลลาซ, และโคแกน (Wallach, & Kokan, 1965, p.13) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถที่คิดแบบโยงสัมพันธ์ (association) คือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ก็เป็นสะพานให้ระลึกถึงสิ่งอื่นๆ ที่สัมพันธ์กันได้ต่อไปเป็นลูกโซ่

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967, p.470) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถทางสมองที่คิดได้หลายแนวทาง (divergent thinking) หรือการคิดอเนกนัย ประกอบด้วยความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม คิดละเอียดลออ สามารถใช้แก้ปัญหาและนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ไปด้วย

ทอเรนซ์ (Torrance, 1969, p.76) ได้ให้คำจำกัดความว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นความรู้สึกที่ไวต่อปัญหาหรือข้อบกพร่องหรือสิ่งที่ขาดหายไปแล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานแล้วเผยแพร่ผลผลิตที่ได้

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางสมองที่สามารถคิดได้หลากหลายแนวทาง โดยใช้กระบวนการทางความคิดหลายๆ อย่างมารวมกันเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น

**2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์**

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ณัฏฐพงษ์ เจริญทิพย์ (2539, หน้า 157) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณสมบัติที่พึงประสงค์ของบุคคล อันเป็นผลจากการบ่มเพาะความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปแล้วใช้เป็น “เชื้อ” แล้วปรุงแต่งด้วยสมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี (Scientific & Technological Literacy) จนเป็นผลให้บุคคลสามารถ “คิด” สร้าง “ผลงาน” ที่มีคุณประโยชน์ต่อสังคมและมวลมนุษย์ได้ในที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

อารี พันธ์มณี (2545, หน้า 6-8) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเรียกกระบวนการนี้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบ่งออกเป็นขั้นๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาข้อเท็จจริง ขั้นนี้เป็นขั้นค้นหาว่าข้อมูลใดบ้างที่จะเป็นสาเหตุของความรู้สึกที่สับสนวุ่นวายในสถานการณ์นั้น

ขั้นที่ 2 การค้นหาปัญหาเมื่อได้ข้อมูลที่เป็นสาเหตุแห่งความวุ่นวาย ขั้นที่ 1 แล้วก็ประมวลข้อมูลเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของปัญหาที่ชัดเจน

ขั้นที่ 3 การค้นหาแนวความคิด เมื่อได้ปัญหาที่ชัดเจนแล้ว ก็ต้องพยายามหาทางแก้ปัญหาในรูปของการใช้ความคิดหลายแง่หลายมุม แล้วประมวลแนวคิดที่เห็นว่าเหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น

ขั้นที่ 4 การค้นหาวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา จากแนวความคิดต่างๆ ที่ประมวลว่าเหมาะสม สำหรับการแก้ปัญหานั้นก็ดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวความคิดนั้นจนถึงขั้นที่ได้วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 5 การค้นหาความยอมรับ ขั้นนี้จะเป็นการนำวิธีแก้ปัญหาที่ค้นพบจากขั้นที่ 4 ไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกัน เพื่อการยอมรับในวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบและอาจก่อให้เกิดการคิดแก้ปัญหาที่ท้าทายสืบเนื่องต่อๆ ไป

อรัญญา ศรีแก้ว (2547, หน้า 27-28) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหาและกระบวนการ หากผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็จะเป็นผู้ที่มีกระบวนการคิดเพื่อแสวงหาความรู้ ดังนั้นในการคิดสร้างสรรค์จึงต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาการทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหาและการค้นพบความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้

อัชรีย์ วินิจฉัยกุล (2549, หน้า 42) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้หลากหลายก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพและเน้นการคิดที่ไม่ซ้ำแบบกับผู้อื่นประกอบได้ด้วยความสามารถทางด้านความคล่องแคล่วในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลผลิตของความคิดที่มีประสิทธิภาพเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ฟิลด์, และแซนด์ (Piltz, & Sund, 1968, p.4) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดและกระทำของบุคคลเพื่อแก้ปัญหาที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นถึงความคิดริเริ่ม เพื่อให้ได้ผลผลิตใหม่ที่มีคุณค่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1970, pp.90-93) สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิดใหม่ที่หล่อหลอมมาจากความรู้/ประสบการณ์เพื่อให้ได้แนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาและคิดหาวิธีการใหม่ในการทำงาน

มอราวีซิส (Moravesik, 1981, pp. 222-223) สรุปไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการคิดค้นหาความรู้ใหม่ตามจุดมุ่งหมายสำคัญของวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ เป็นพื้นฐานทางเทคโนโลยี สนองความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ที่พยายามจะรู้และอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวให้ได้รวมทั้งผลกระทบต่อทัศนะของคนที่มีต่อโลกและหน้าที่ของเขาที่มีต่อโลก

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางความคิดที่สามารถคิดได้หลากหลายทิศทาง โดยอาศัยกิจกรรมส่งเสริมความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถสร้างผลงานที่แปลกใหม่มีประสิทธิภาพ

**3. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์**

นักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

อารี รังสินันท์ (2532, หน้า 29-31) ได้กล่าวว่า กิลฟอร์ด (Guilford) ได้แจกแจงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง หมายถึง ปริมาณของความคิดที่คิดได้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งโดยไม่ซ้ำกัน เช่น บอกได้ว่า "ตา" หมายถึง 1) พ่อของแม่ 2) คำนำหน้าผู้ชาย เช่น ตาแป๊ะ 3) อวัยวะในการมองเห็นของสัตว์ 4) ตาหมากรุก 5) ตาน้ำที่พบ 6) ส่วนของต้นไม้ที่จะงอกเป็นกิ่ง 7) ส่วนที่เป็นปุ่มนูนๆ ด้านข้างของเท้าที่เรียกว่า ตาตุ่ม และ 8) คราว เช่น ถึงตาคุณออกไปพูด เป็นต้น (ซึ่งปริมาณของการคิดคล่องเท่ากับ 8 รายการ)

ความคิดคล่องเป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะพยายามเลือกเฟ้นให้ได้ความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุด กล่าวคือ ก่อนอื่นจะต้องคิดให้ได้มากและแตกต่างกันจากนั้นจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาเปรียบเทียบกันว่าความคิดใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุดและให้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุดโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ได้ เวลา การลงทุน ความยากง่าย เป็นต้น

2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง กลุ่มหรือประเภทของความคิดที่คิดได้ ซึ่งเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างออกไป หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อนหรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่ โดยมีหลักเกณฑ์ที่เหมาะสมยิ่งขึ้นจึงนับได้ว่าทั้งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นต่างก็เป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดพื้นๆ โดยทั่วไปเป็นความคิดที่เกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงให้เกิดเป็นความคิดใหม่หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ โดยเป็นความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก แตกต่างจากความคิดเดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจำต้องอาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตน บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการ หรือความคิดจินตนาการประยุกต์ (คือ ไม่ใช่คิดเพียงอย่างเดียวแต่จำเป็นต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย) ดังนั้นความคิดจินตนาการและความพยายามที่จะสร้างผลงานจึงเป็นสิ่งคู่กัน

4. ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความคิดในเชิงรายละเอียดที่มีลักษณะเกาะติดและต่อเนื่องที่นำไปสู่ความลุ่มลึก แล้วสามารถสร้างผลงานหรือชิ้นงานขึ้นมาได้สำเร็จ

อารี พันธ์มณี (2540, หน้า 33-39) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่าลักษณะการคิดอเนกนัย หรือการคิดแบบกระจาย ซึ่งประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดา หรือความคิดง่ายๆ ความคิดริเริ่ม หรือเรียกว่า wild idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม

2. ความคิดคล่อง (fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน แบ่งออกเป็น

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (word fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำได้อย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงสัมพันธ์ (association fluency) เป็นความสามารถที่หาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก (expressional) เป็นความสามารถในการใช้วลี หรือประโยค คือ สามารถนำคำมาเรียงกันได้อย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (ideational fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (sportaneous fluency) คนที่มีความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายประเภทอย่างอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นในด้านการดัดแปลง (adaptive fluency) คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน เช่น ในข้อ 1 ในเวลา 5 นาที ท่านลองคิดว่าท่านสามารถจะใช้หวายทำอะไรได้บ้าง คำตอบ กระบุง กระจาด ตะกร้า กล่องใส่ดินสอ กระออมเก็บน้ำ เปล ตู้ โต๊ะ เครื่องแป้งเก้าอี้ เก้าอี้นอนเล่น โซฟา ตะกร้อ ชะลอม กรอบรูป กิ๊ปเสียบผม ด้ามไม้เทนนิส ด้ามไม้แบดมินตัน เป็นต้น หรือหากนำเอาคำตอบดังกล่าวมาจัดเป็นประเภทก็จะจัดได้ 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 เฟอร์นิเจอร์ ประกอบด้วย ตู้ เตียงนอน โต๊ะ เก้าอี้ โซฟา

ประเภทที่ 2 เครื่องใช้ ประกอบด้วย กระบุง กระจาด ตะกร้า

ประเภทที่ 3 เครื่องกีฬา ประกอบด้วย ตะกร้อ ด้ามไม้เทนนิส ด้ามไม้แบดมินตัน

ประเภทที่ 4 เครื่องประดับ ประกอบด้วย กิ๊ปเสียบผม

ประเภทที่ 5 เครื่องเขียน ประกอบด้วย กล่องใส่ดินสอ

ความคิดยืดหยุ่น จะเป็นตัวเสริม ให้ความคิดคล่องแคล่วมีความแปลกแตกต่างออกไป หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อน หรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียด คิดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน หรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น ความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่งขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น

ณัฏฐพงศ์ เจริญทิพย์ (2542, หน้า 115) ได้กล่าวว่า ความคิดละเอียดลออนี้ แม้จะมีความสำคัญต่อความคิดสร้างสรรค์ แต่เป็นองค์ประกอบที่จะทำการวัดหรือประเมินได้ยาก ดังนั้นในการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่พบโดยทั่วไป จึงมักไม่ครอบคลุมถึงเรื่องความคิดละเอียดลออ

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ มีองค์ประกอบ 4 ส่วน ได้แก่ 1) ความคิดริเริ่ม 2) ความคิดคล่อง 3) ความคิดยืดหยุ่น และ 4) ความคิดละเอียดลออ

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ด้าน ได้แก่

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่ เป็นการนำความคิดเดิมมาดัดแปลงเป็นความคิดใหม่โดยอาศัยจินตนาการ

2. ความคิดคล่อง หมายถึง ปริมาณความคิดที่สามารถคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยไม่ซ้ำกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง กลุ่มของความคิดที่ช่วยเสริมให้ความคิดมีความแปลกแตกต่างกันมากขึ้น

สำหรับความคิดละเอียดลออ ในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาเนื่องจากวัดและประเมินความคิดละเอียดลออได้ยาก และต้องใช้แบบทดสอบฉบับรูปภาพเฉพาะบางกิจกรรมเท่านั้น

**4. คุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์**

นักการศึกษาได้สรุปคุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

อารี รังสินันท์ (2528, หน้า 15-16) กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ว่าจากผลการศึกษาวิจัยอย่างกว้างขวางเรื่องลักษณะบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์มีข้อพึงสังเกตว่าคุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จากการศึกษาส่วนใหญ่จะพบลักษณะที่คล้ายคลึงกัน สอดคล้องกันและยังไม่พบการศึกษาวิจัยใดที่ปรากฏลักษณะที่ขัดแย้งกันเลย สรุปได้ว่าลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์คือบุคคลที่มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่างๆ ให้ลุล่วงไปด้วยดี ไม่ชอบทำตามผู้อื่นโดยไม่มีเหตุผล มีจิตใจจดจ่อและผูกพันกับงานและมีความอดทนอย่างทรหด เป็นผู้ที่ไม่ยอมเลิกล้มอะไรง่ายๆ หรือเป็นนักสู้ที่ดี มีความคิดคำนึงหรือจินตนาการสูง มีลักษณะความเป็นผู้นำ มีลักษณะขี้เล่น รื่นเริง ชอบรับประสบการณ์ใหม่ นับถือตนเองและเชื่อมั่นในตนเองสูง มีความคิดอิสระและยืดหยุ่น ยอมรับและสนใจสิ่งแปลกๆ มีความซับซ้อนในการรับรู้ กล้าหาญ กล้าเผชิญความจริง ไม่ยึดมั่นในสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนเกินไป (dogmatism) ชอบทำงานเพื่อความสุขและความพอใจของตนเองและมีอารมณ์ขัน

ณัฏฐพงศ์ เจริญทิพย์ (2542, หน้า 146-147) ได้กล่าวว่าลักษณะของนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ด้าน ได้แก่

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความไวต่อปัญหา
3. ความคิดแหวกแนว
4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
5. ชอบการเปลี่ยนแปลง
6. ทำงานเพื่อความพอใจ
7. มีอารมณ์ขัน

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์ (2542, หน้า 25) ได้กล่าวว่าลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ เป็นคนที่เป็นตัวของตัวเอง ทนความสับสนยุ่งเหยิงได้ดี มีความมุ่งมั่น มีความคิดอิสระไม่ขึ้นต่อกลุ่ม มีอารมณ์ขัน มีความยืดหยุ่น ใช้สามัญสำนึกมากกว่าใช้เหตุผลและมักถูกมองว่าเป็นคนไม่มีระเบียบ โดยทั่วไปมีบุคลิกเป็นคนขี้เล่น เป็นคนแปลก

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ในสายตาของสังคม ไม่ชอบประเพณีนิยม ไม่ชอบผู้มีอำนาจเหนือกว่า ไม่ชอบงานที่มีระเบียบและซ้ำซาก มั่นใจในตนเองและผลงานของตนอย่างสูงสุด แม้จะมีปัญหาก็ไม่ยอมให้ปัญหาเหล่านั้นมาเป็นอุปสรรคต่อผลงานของตน

อารี พันธ์มณี (2543, หน้า 71-76) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ว่า

1. อยากรู้อยากเห็นมีความกระหายใคร่รู้อยู่เป็นนิจ
2. ชอบเสาะแสวงหา สำรวจ ศึกษาและทดลอง
3. ชอบซักถามและถามคำถามแปลกๆ
4. ช่างสงสัย เป็นเด็กที่มีความรู้สึกแปลกประหลาดใจในสิ่งที่พบเห็นเสมอ ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลก ผิดปกติหรือช่องว่างที่ขาดหายไปได้ง่ายและรวดเร็ว
5. ชอบแสดงออกมากกว่าเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดก็จะถามหรือพยายามหาคำตอบโดยไม่รั้งรอ
6. อารมณ์ขัน มองสิ่งต่างๆ ในแง่มุมที่แปลกและสร้างอารมณ์ขันอยู่เสมอ
7. มีสมาธิที่ดีในสิ่งที่ตนสนใจ
8. สนุกสนานกับการใช้ความคิด
9. สนใจสิ่งต่างๆ อย่างกว้างขวางและมีความเป็นตัวของตัวเอง

และได้กล่าวว่าเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์มีบุคลิกภาพประจำตนแตกต่างจากเด็กโดยทั่วๆ ไป พฤติกรรมของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์มีความอยากรู้อยากเห็น มีความกระหายใคร่รู้ ชอบเสาะแสวงหา สำรวจ ศึกษา ค้นคว้าและทดลอง ชอบซักถามและถามคำถามแปลกๆ ช่างสงสัย เป็นเด็กที่มีความรู้สึกแปลกประหลาดใจในสิ่งที่พบเห็นเสมอ ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลก ผิดปกติหรือช่องว่างที่ขาดหายไปได้ง่ายและเร็ว ชอบแสดงออกมากกว่าจะเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดก็จะถามหรือพยายามหาคำตอบโดยไม่รั้งรอ มองสิ่งต่างๆ ในแง่มุมที่แปลกและสร้างอารมณ์ขันอยู่เสมอ มีสมาธิดีในสิ่งที่ตนสนใจสนุกสนานกับการใช้ความคิด สนใจสิ่งต่างๆ อย่างกว้างขวางและมีความเป็นตัวของตัวเอง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, หน้า 71) ได้สรุปลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้ คือ

1. ไม่ยอมให้ความร่วมมือถ้าไม่เห็นด้วย
2. ไม่ร่วมกิจกรรมถ้าไม่ชอบ
3. ชอบทำงานคนเดียวเป็นเวลานาน
4. มีความสนใจอย่างกว้างขวางในเรื่องต่างๆ
5. ชอบซักถาม
6. ชอบพูดเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์หรือวิธีการคิดแบบใหม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

7. เบื่อหน่ายความซ้ำซากจำเจ
8. กล้าทดลองทำเพื่อพิสูจน์ความคิดของตนเองถึงแม้จะไม่แน่ใจในผลที่เกิดขึ้น
9. มีอารมณ์ขันอยู่เนืองนิตย์
10. มีอารมณ์อ่อนไหวง่าย
11. ซาบซึ้งกับสุนทรียภาพ เช่น ซาบซึ้งในดนตรีและศิลปะต่างๆ เป็นต้น
12. ไม่หงุดหงิดกับความไร้ระเบียบหรือความยุ่งเหยิงที่คนอื่นทนไม่ได้
13. ไม่สนใจว่าตนเองจะแปลกกว่าคนอื่น
14. มีปฏิกิริยาโต้แย้งไม่เห็นด้วย
15. ช่างสังเกต ช่างจดช่างจำรายละเอียดสิ่งต่างๆ เป็นอย่างดี
16. ถ้าเป็นสิ่งที่ตนไม่สนใจหรือไม่เห็นด้วยจะหมดความสนใจง่ายๆ
17. ชอบเหม่อลอยสร้างจินตนาการ
18. ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้ ถ้าอธิบายเหตุผล
19. ไม่ชอบการบังคับ กำหนดกฎเกณฑ์ ตีกรอบความคิดให้ทำตามกติกาต่างๆ
20. มีความคิดเป็นอิสระไม่ชอบทำตามผู้อื่น
21. มีความยืดหยุ่น คิดได้หลายทิศทาง เช่น คิดแก้ปัญหาเดียวกันได้หลายวิธี
22. สามารถคิดหรือทำได้หลายๆ อย่างในเวลาเดียวกัน
23. แสดงความคิดได้หลากหลายในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
24. ชอบสร้างแล้วรื้อ รื้อแล้วสร้างใหม่เพื่อความแปลกใหม่
25. ชอบคำถามแปลกๆ ท้าทายให้คิด
26. ชอบคิดหรือริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ มากกว่าผู้อื่น
27. ชอบเป็นคนแรกที่คิดหรือทำเรื่องใหม่
28. มีความรู้สึกรุนแรงเกี่ยวกับอิสรภาพและความเป็นอิสระทางความคิด
29. ชอบหมกมุ่นอยู่กับความคิด
30. ในสายตาของคนทั่วไปดูว่าเป็นคน "แปลก" กว่าคนอื่น
31. เห็นความเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ที่คนทั่วไปมองไม่เห็น
32. มีความวิจิตรพิสดารในการทำสิ่งต่างๆ
33. ช่างสังเกต สามารถเห็นรายละเอียดต่างๆ ที่คนอื่นมองไม่เห็น
34. สามารถผสมผสานความคิดหรือสิ่งที่แตกต่างเข้าด้วยกันโดยไม่มีใครคิดและทำมาก่อน

สรุปได้ว่าคุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ เป็นบุคคลที่มีลักษณะประจำตัว ได้แก่ เป็นตัวของตัวเอง มีความอยากรู้อยากเห็น ช่างสังเกต ช่างสงสัย ชอบแก้ปัญหา ชอบสิ่งท้าทาย ยอมรับความคิดผู้อื่นและมีอารมณ์ขัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

**5. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์**

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ได้มีนักการศึกษาสรุปไว้ ดังนี้

พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2533, หน้า 37 – 41) ได้สรุปเป็นตารางให้เห็นภาพของทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์แต่ละทฤษฎี ในด้านนิยามความคิดสร้างสรรค์ การวัดความคิดสร้างสรรค์ กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ และการนำเอาทฤษฎีแต่ละทฤษฎีไปใช้ ดังนี้

ตาราง 5 แสดงการเปรียบเทียบทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

| ประเด็น | ทฤษฎีของกิลฟอร์ด (Guilford) | ทฤษฎีของทอแรนซ์ (Torrance) | ทฤษฎีของออสบอร์น (Osborn) | ทฤษฎีของวอลแลซ (Wallach), โคแกน(Kokan) | ทฤษฎีของเดอโบโน (de Bono) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. นิยาม | ความสามารถทางสมองที่คิดได้หลายทิศทาง เป็นความคิดอเนกนัย (divergent thinking) ประกอบด้วยความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ | ความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่ขาดหายไปแล้ว รวบรวมความคิด เป็นสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานแล้ว เผยแพร่ผลผลิตที่ได้ | การคิดจินตนาการประยุกต์เป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อแก้ปัญหาที่ต้องการ ไม่ใช่จินตนาการที่ฟุ้งซ่าน เลื่อนลอย | ความสามารถที่จะเชื่อมโยง (association) สิ่งใดสิ่งหนึ่ง กล่าวคือเมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ก็จะกลายเป็นสะพานให้ระลึกถึงสิ่งอื่นในลักษณะที่สัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ | ความสามารถในการคิดนอกกรอบเพื่อสร้างแนวคิดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาได้หลายแนวทางอย่างเหมาะสม |
| 2. การวัด | วัดความคิดอเนกนัย โดยมุ่งวัดตัวประกอบแต่ละเซลล์ตามตัวยทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง | วัดที่กระบวนการคิด โดยวัดว่าผู้ตอบวัดอะไรบ้างจากคำถามที่กำหนดให้แล้ว รายงานคำตอบที่ได้จากการคิดมาให้มากที่สุด | ไม่มีการสร้างแบบวัด | วัดกระบวนการคิดคล้ายทอแรนซ์ แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่วอลแลซและโคแกนสร้างขึ้น | การวัดไม่มีการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานแต่ตามทฤษฎีเห็นว่าควรวัดผลงานที่ออกมาว่าสามารถใช้แก้ปัญหา |

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตาราง 5 (ต่อ)

| ประเด็น | ทฤษฎีของ กิลฟอร์ด (Guilford) | ทฤษฎีของ ทอแรนซ์ (Torrance) | ทฤษฎีของ ออสบอร์น (Osborn) | ทฤษฎีของ วอลแลซ (Wallach), โคแกน(Kokan) | ทฤษฎีของ เดอโบโน (de Bono) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐานที่ทอแรนซ์และคณะสร้างขึ้น | | | ในเรื่องที่ต้องการได้หรือไม่ |
| 3. กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ | ไม่ได้อธิบายไว้ แต่เสนอลักษณะความสามารถที่จำเป็นต่อความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้<br>1.ความสามารถที่จะยอมรับปัญหา<br>2.ความสามารถที่จะจัดระบบความคิด<br>3.ความสามารถที่จะจัดระบบความคิด<br>4.ความสามารถที่จะประเมินความคิด | มี 5 ขั้นตอน คือ<br>1. เริ่มมีความรู้สึกกังวลสับสนขึ้นในใจ<br>2. การที่ได้ค้นพบประเด็นปัญหาต้องการคำตอบ,แก้ไข<br>3. การค้นพบคำตอบโดยตั้งสมมติฐานและรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน<br>4. การค้นพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐาน<br>5. การยอมรับการค้นพบและเผยแพร่เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ต่อไป | มี 5 ขั้นตอน คือ<br>1. ปัญหาสามารถชี้ระบุประเด็นที่ต้องการจะใช้ความคิดสร้างสรรค์<br>2. การเตรียมและรวบรวมข้อมูล<br>3. การวิเคราะห์<br>4. การจินตนาการ<br>5. การสร้างจินตนาการและแสดงผลให้เห็นชัดเจน | มี 5 ขั้นตอน คือ<br>1. การเตรียมรวบรวมข้อมูล<br>2. ความคิดฟักตัวสับสนแก้ปัญหาไม่ได้<br>3. คิดกระจ่างชัดรวบรวมข้อมูลเชื่อมโยงสิ่งที่สัมพันธ์กันจนเกิดภาพพจน์<br>4. ทดสอบและพิสูจน์ให้เห็นจริง<br>5. นำผลที่ได้ไปใช้ | มี 2 กระบวนการ คือ<br>1. การคิดนอกกรอบ เพื่อที่ให้ออกมาจากกรอบที่ครอบงำอยู่เพื่อสร้างแนวคิดหลายแนวคิด<br>2. การคิดในกรอบเป็นการคิดแบบมีเหตุผล เพื่อทดสอบแนวคิดให้สามารถใช้แก้ปัญหาตามที่ต้องการ |

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตาราง 5 (ต่อ)

| ประเด็น | ทฤษฎีของกิลฟอร์ด (Guilford) | ทฤษฎีของทอแรนซ์ (Torrance) | ทฤษฎีของออสบอร์น (Osborn) | ทฤษฎีของวอลแลซ (Wallach), โคแกน(Kokan) | ทฤษฎีของเดอโบโน (de Bono) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4. งานวิจัยและการนำเอาทฤษฎีไปใช้ | มีงานวิจัยค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่เป็นการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ | มีงานวิจัยมาก ส่วนใหญ่เป็นการประยุกต์ใช้ในการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและการสร้างแบบทดสอบ | มีงานวิจัยค่อนข้างน้อย มีการนำเอาเทคนิคนี้ไปใช้ในการประชุมค่อนข้างมาก | มีงานวิจัยค่อนข้างน้อย | มีงานวิจัยค่อนข้างน้อย มีการนำเอาทฤษฎีการคิดนอกกรอบไปใช้ในลักษณะการฝึกอบรมทางด้านการบริหารและด้านธุรกิจมาก |

ที่มา: พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2533, หน้า 37 – 41)

สรุปได้ว่า ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด (Guilford) ทอแรนซ์ (Torrance) ออสบอร์น (Osborn) วอลแลซ (Wallach) และโคแกน (Kokan) และเดอโบโน (de Bono) โดยรวมมีลักษณะคล้ายกันทั้งนิยามของความคิดสร้างสรรค์ การวัดความคิดสร้างสรรค์ กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ และงานวิจัยและการนำเอาทฤษฎีไปใช้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษากระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance) มี 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. เริ่มมีความรู้สึกกังวลสับสนขึ้นในใจ
2. การที่ได้ค้นพบประเด็นปัญหาที่ต้องการคำตอบหรือแก้ไข
3. การค้นพบคำตอบโดยตั้งสมมติฐานและรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. การค้นพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐาน
5. การยอมรับ การค้นพบและเผยแพร่เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับขั้นตอนให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสับสน
2. ขั้นค้นพบปัญหา
3. ขั้นตั้งสมมติฐาน
4. ขั้นทดสอบ
5. ขั้นเผยแพร่

**6. การสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์**

นักการศึกษาได้กล่าวถึงวิธีการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2537, หน้า 30) ได้สรุปกลวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ยั่วยุ ครูควรสร้างสถานการณ์ยั่วยุเพื่อสื่อนำไปสู่การฝึกคิดแก้ปัญหาหรือก่อให้เกิดความสนใจที่จะเสาะแสวงหาความรู้ต่อไป ลักษณะของสถานการณ์ยั่วยุ อาจประกอบด้วย ข้อความ คำถามรูปภาพ อุปกรณ์ต่างๆ การใช้สถานการณ์ยั่วยุนั้นอาจจะเริ่มต้นการระบุปัญหาไว้ในสถานการณ์ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ต่อเมื่อผู้เรียนมีความคิดขั้นสูงขึ้น จึงเปลี่ยนเป็นมีแต่สถานการณ์ไม่ระบุปัญหาและไม่บอกวิธีแก้ปัญหา ซึ่งการฝึกในลักษณะนี้ต้องให้เวลาแก่ผู้เรียนพอสมควร เพราะผู้เรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยอยู่กับการที่ครูมีส่วนช่วยเหลืออยู่มาก และการจัดสถานการณ์ยั่วยุตามขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนอาจจัดช่วงใดช่วงหนึ่งหรือจะกำหนดไว้หลายตอนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการสอนของครู โดยทั่วไปครูสอนวิทยาศาสตร์ จะดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ อภิปรายก่อนการทดลอง ทดลอง อภิปรายหลังการทดลอง ครูสามารถที่จะสอดแทรกหรือจัดสถานการณ์ยั่วยุทั้ง 3 ขั้นตอนหรือตอนใดตอนหนึ่งก็ได้

2. การจัดกิจกรรมระดมสมอง การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ซึ่งการจัดกิจกรรมลักษณะนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมกันคิดหาคำตอบมากๆ ในเวลาจำกัด และเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม

3. การจัดกิจกรรมให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่คิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหาให้ กำหนดอุปกรณ์ให้แล้วนำไปวางแผนการทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นหาความรู้เพิ่มเติม หรืออาจกำหนดข้อความให้แล้วผู้เรียนนำไปพิจารณาเลือกรูปแบบที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายอาจจะกระทำโดยใช้กราฟ ตาราง แผนภูมิ การบรรยาย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

4. จัดกิจกรรมแบบให้ประสบผลสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมในลักษณะนี้จะเป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยา ที่จะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้นที่จะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมแบบฝึกเป็นรายบุคคล เป็นกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาความสามารถแห่งตนฝึกความรับผิดชอบ ต่อให้เกิดความมั่นใจ ส่งเสริมความงอกงามทางสติปัญญาและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนตามศักยภาพรายบุคคล

จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบฝึกให้เป็นรายบุคคลคือ

5.1 เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดค้นด้วยตนเองอย่างแท้จริง เป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดเป็นรายบุคคล

5.2 เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างสรรค์ด้านความรู้สึก เกิดความพึงพอใจเกิดความรู้สึกชื่นชมต่อผลงานของตนเอง

5.3 เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดวินัยในตนเอง เป็นคนมีความรับผิดชอบ กล้าแสดงออก มีนิสัยช่างเสาะแสวงหาความรู้ รู้จักแก้ปัญหา รู้จักตัดสินใจ รักความเป็นระเบียบ

วรรณวิไล พูลสวัสดิ์ (2538, หน้า 163-164) ได้กล่าวว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้นและจากสภาพแวดล้อมทั้งที่บ้านและโรงเรียน โดยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่เอื้ออย่างยิ่งที่ครูจะสามารถจัดกิจกรรมที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการจัดสภาพแวดล้อม การสร้างบรรยากาศให้เกิดความคิด และมีอิสระในการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. การฝึกโดยการใช้คำถาม เช่น การสมมติเหตุการณ์ การแก้ปัญหา การคิดประดิษฐ์ การค้นคว้าทดลอง
2. การจัดประกวดสิ่งประดิษฐ์
3. การใช้ภาพปริศนา
4. การระดมพลังสมอง
5. การใช้ปริศนาคำทาย
6. การแต่งนิยายวิทยาศาสตร์
7. การออกแบบต่อภาพตามความคิดอย่างอิสระ
8. การศึกษานอกสถานที่

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2539, หน้า 15) ได้กล่าวว่า การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อาจทำได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยการสอนและฝึกอบรม หรือในทางอ้อม โดยการจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ หลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางอ้อมมีดังนี้

1. ยอมรับในคุณค่าและความสามารถของบุคคลอย่างไม่มีเงื่อนไข

2. แสดงและเน้นให้เห็นว่าความคิดของเขามีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์

3. ให้ความเข้าใจและเห็นใจในตัวของเขาและความรู้สึกของเขา

4. อย่าพยายามกำหนดแบบเพื่อให้ทุกคนมีความคิดและบุคลิกภาพเดียวกัน

5. อย่าสนับสนุนหรือให้รางวัลเฉพาะผลงานที่มีผู้ทดลองทำเป็นที่ยอมรับกันแล้วควรให้ผลงานแปลกใหม่มีโอกาสได้รับรางวัลและคำชมเชยบ้าง

6. แปลกและมีคุณค่า

7. กระตุ้นและส่งเสริมให้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

8. ส่งเสริมให้ถามและให้ความสนใจต่อคำถาม รวมทั้งชี้แนะแหล่งคำตอบ

9. ตั้งใจและเอาใจใส่ความคิดแปลกๆ ของเขาด้วยใจเป็นกลาง

10. พึงระลึกอยู่เสมอว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้เวลาและค่อยเป็นค่อยไปบรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เป็นบรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับ และการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระจะช่วยให้เขาได้พบความคิดใหม่ๆ และสามารถพัฒนาศักยภาพทางด้านความคิดสร้างสรรค์ให้เจริญก้าวหน้าตามขีดความสามารถของเขา แต่เราก็ไม่สามารถคอยให้เขาเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นเองจำเป็นต้องกระตุ้นและส่งเสริมด้วยวิธีการการและเทคนิคต่างๆ

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 188-190) ได้กล่าวว่า การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์มีแนวทาง ดังนี้

1. เกมคุณลักษณะ ครูให้ผู้เรียนเขียนคุณลักษณะของสิ่งของที่กำหนดให้ โดยให้เขียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ พร้อมทั้งบอกข้อแตกต่างที่มีลักษณะเด่นเป็นพิเศษด้วย

2. การระดมสมอง ครูให้ผู้เรียนช่วยกันระดมสมองคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง หรือคิดค้นสิ่งประดิษฐ์สิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยที่ครูยังไม่ต้องประเมิน

3. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ ครูให้ผู้เรียนดูภาพ เช่น รูปภาพแสดงสัตว์เป็นฝูงกำลังวิ่งอย่างรวดเร็ว แล้วให้ผู้เรียนเขียน หลายสิ่งหลายอย่างมากมายที่อาจเกิดขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

4. การทำให้ได้ความสมบูรณ์ ครูให้ผู้เรียนเขียนเรื่องที่ได้อ่านที่ยังไม่ได้ความสมบูรณ์ให้จบตอน หรือครูให้ผู้เรียนดูภาพยนตร์ตอนหนึ่งแต่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้เรียนคิดวิธีสร้างให้จบตอน

5. การสร้างปริศนาและเกมในการเรียน ครูให้ผู้เรียนช่วยกันสร้างเกมที่เป็นปริศนาสำหรับทายปัญหา

6. บทบาทสมมติ ครูให้ผู้เรียนเล่นบทบาทสมมติ เช่น สมมติว่าแสดงบทบาทเป็นนักวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นหลุยปาสเตอร์ กำลังค้นพบวิธีการเตรียมวัคซีนในการป้องกันโรคกลัวน้ำ

7. การฝึกบันทึกหลังจากที่ได้อ่านหรือได้ฟังเรื่องราวบางอย่าง ให้ได้แนวคิดหลายอย่างเกี่ยวกับหัวข้อนั้นๆ เช่น ครูให้ผู้เรียนเขียนเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องว่า ปีก เท่าที่จะคิดได้

8. การเขียนโปสเตอร์ที่สื่อความหมาย ความรู้สึก ซึ่งจะช่วยให้มีลักษณะนิสัยที่สร้างสรรค์ เช่น ครูให้ผู้เรียนเขียนโปสเตอร์เกี่ยวกับมลพิษ การดูแลสัตว์ เป็นต้น

9. การแก้ปัญหาใหม่ จากเงื่อนไขข้อบกพร่องที่ได้รับ เมื่อผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วแต่พบอุปสรรคข้อบกพร่อง ทำให้แก้ปัญหาไม่สำเร็จ ครูให้ผู้เรียนพยายามแก้ปัญหาใหม่โดยศึกษาจากอุปสรรคข้อบกพร่องต่าง ๆ

10. การเรียนเรื่องราวใหม่ ครูให้ผู้เรียนเขียนเรื่องใหม่เพื่อให้เรื่องนั้นดูน่าเชื่อถือและทันสมัย

11. การเขียนแนวทางที่จะทำให้เกิดการสร้างสรรค์ในบ้าน ในชั้นเรียน ครูให้ผู้เรียนคิดแนวทางให้มีการสร้างสรรค์ในบ้าน หรือในชั้นเรียนในระหว่างปิดภาคเรียน หรือในช่วงเวลาที่ว่าง

12. การเขียนข้อความที่ตรงกันข้ามกับความรู้สึกของคนทั่วไป โดยการสร้างสถานการณ์ หรือความเชื่อที่ดูเหมือนว่าตรงกันข้ามกับความรู้สึกของคนทั่วไป แต่อาจเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ เช่น ครูให้ผู้เรียนทำกิจกรรม ให้คลิบหนีบกระดาษลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งสามารถทำได้โดยให้คลิบวางอยู่ใต้แม่เหล็กแท่งหนึ่ง ใช้เชือกผูกติดกับคลิบแล้วดึงไว้เพื่อไม่ให้คลิบถูกแม่เหล็กดูดไปติดและลอยอยู่ได้

13. ผลิตงานศิลปะหรือดนตรี ครูให้ผู้เรียนประดิษฐ์งานศิลปะหรือดนตรีบางอย่าง

14. การเขียนภาพที่สร้างสรรค์ ครูกำหนดวงกลม รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแล้วให้ผู้เรียนนำรูปเหล่านั้นมาเขียนเป็นภาพที่มีความหมาย ซึ่งครูอาจใช้แบบฟอร์มเช่นนี้กระตุ้นให้มีการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์ให้ได้ความหมาย

15. การเขียนคำตอบ เพื่อให้ผู้อื่นคาดคะเนตัวคำถามหรือปัญหา ครูอาจเขียนคำตอบ สำหรับคำถามบางคำถาม แล้วให้ผู้เรียนเดาคำถามนั้น

16. การเสนอแนะว่าควรปรับปรุงเครื่องมือบางชิ้นอย่างไร ครูอาจให้ผู้เรียนเสนอแนะว่าควรปรับปรุงเครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์อย่างไร

17. การสื่อสารกันโดยใช้เสียงด้วยวิธีไม่ปกติ ครูอาจให้ผู้เรียนทำให้เกิดเสียงจากวัตถุที่แตกต่างกัน

18. การใช้ฟิล์มสตริป (filmstrips) หรือฟิล์มภาพยนตร์ในทางสร้างสรรค์ ขณะที่ครูกำลังเสนอให้ผู้เรียนดูฟิล์มภาพยนตร์ ครูอาจหยุดเสนอชั่วคราวแล้วถามผู้เรียนว่าถ้าผู้เรียนเป็นผู้สร้างสื่อเหล่านี้ การสร้างต่อไปควรทำอย่างไร

19. การใช้ฟิล์มสตริป ฟิล์มภาพยนตร์ หรือรูปภาพอื่นอย่างสร้างสรรค์ ครูอาจให้ผู้เรียนบอกถึงสิ่งหรือเรื่องราวที่กำลังศึกษาจากฟิล์ม

20. การบันทึกภาพ เรื่องราวที่ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับกิจกรรมในชั้นเรียน ครูอาจให้ผู้เรียนช่วยกันบันทึกภาพและเรื่องราวของผึ้ง นกที่ไม่ชอบอยู่กับที่ การฟักไข่ออกเป็นลูกไก่

21. การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีความไหวตัว ครูอาจให้ผู้เรียนบอกความรู้สึกว่าเป็นอย่างไรเมื่อสัมผัสการเคลื่อนที่ของใบไม้ เมื่อได้ยินเสียงลมพัด

22. การเขียนบางสิ่งบางอย่างลงในกระดาษให้บรรยายถึงหัวข้อที่กำลังศึกษาว่าเรื่องราวเกี่ยวกับการศึกษาสิ่งแวดล้อม ครูให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นถึงหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

23. การเขียนสัญลักษณ์ รูปแบบ การเป็นตัวแทน ครูอาจให้ผู้เรียนเขียนสัญลักษณ์ที่เป็นเครื่องหมายของวิทยาศาสตร์

24. การฟังอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดจินตนาการ ครูอาจเล่าเรื่องให้ผู้เรียนฟังเพื่อให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการ ได้แนวคิดใหม่ มากกว่าที่จะให้ผู้เรียนจดจำ และสามารถนึกถึงข้อมูลได้

25. การรวบรวมปัญหาหรือสิ่งต่างๆ ที่ใช้เสาะแสวงหาความรู้ ครูอาจให้ผู้เรียนช่วยกันเขียนรายงานการแก้ปัญหาที่จะต้องเสาะแสวงหาความรู้ในการที่จะใช้สำหรับแก้ปัญหานั้น

26. การออกหนังสือพิมพ์วิทยาศาสตร์ที่สร้างสรรค์ ครูอาจให้ผู้เรียนช่วยกันทำหนังสือพิมพ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สร้างสรรค์

27. การสร้างสิ่งของบางอย่างที่ก่อให้เกิดประโยชน์จากสิ่งที่เรียน ครูอาจให้ผู้เรียนสร้างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นเครื่องกลอย่างง่าย โดยจัดหาสิ่งของที่จำเป็นให้

28. การอ่านอย่างสร้างสรรค์ เมื่อครูให้ผู้เรียนอ่านเรื่องใดก็ตาม หลังจากที่ผู้เรียนอ่านแล้ว ครูควรให้ผู้เรียนแสดงความคิดใหม่ มโนมติหรือหลักการที่ได้จากการอ่าน

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์ (2542, หน้า 43-74) ได้กล่าวถึงบรรยากาศชั้นเรียนที่ส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ว่า ควรสอดคล้องกับลักษณะมนุษย์ (Humanism) และลักษณะเฉพาะของผู้เรียนในชั้น กล่าวคือ มีลักษณะที่ส่งเสริมหรือกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากเห็น ความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของเด็กแต่ละวัย และความถนัดในการเรียนของผู้เรียน สิ่งต่างๆ รอบตัว ควรมีส่วนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้สึกรับผิดชอบที่ดีต่อการเสาะแสวงหาความรู้และเรียนรู้สิ่งต่างๆ อย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนควรได้รับโอกาสได้เรียนกับครู เรียนในกลุ่มย่อยหรือทำงานอิสระด้วยตัวของตัวเองได้อย่างดี การจัดบรรยากาศชั้นเรียนที่เหมาะสมควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ประการ คือ บรรยากาศด้านกายภาพ (physical climate) บรรยากาศด้านสมอง (mental climate) และบรรยากาศด้านอารมณ์ (emotion climate) ดังนี้

1. การจัดบรรยากาศชั้นเรียนด้านกายภาพ(physical climate) เป็นบรรยากาศที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อมกายภาพ เช่น การจัดที่นั่งเรียน การจัดมุมเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ การจัดป้ายนิเทศ การจัดแสดงผลงานของผู้เรียนและการจัดตกแต่งสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน การจัดสิ่งดังกล่าวควรต้องมีความแปลกใหม่ มีคุณค่าและท้าทายให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมแสดงออกอย่างกว้างขวาง

2. บรรยากาศด้านสมอง (mental climate) เป็นบรรยากาศที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา คิดหาเหตุผล คิดยืดหยุ่น คิดแปลกใหม่และคิดจินตนาการ กิจกรรมต่างๆ เหล่านี้อาจนำการใช้การทายปัญหาพาสนุกเข้ามาใช้ในชั้นเรียน เช่น ปัญหาพาสนุกเกี่ยวกับตัวเลข ภาษา หรือรูปภาพและสัญลักษณ์ เป็นต้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้สมองในการคิดอย่างสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี

3. บรรยากาศด้านอารมณ์ (emotion climate) เป็นบรรยากาศที่เกี่ยวข้องกับการช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าตนเองมีคุณค่า มีพลัง รู้สึกว่าตัวเองเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม เคารพตนเองและผู้อื่น การทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกดังกล่าว ครูควรต้องมีเจตคติที่ดีต่อผู้เรียน ใจกว้าง รับฟังปัญหา ให้ความรู้สึกอบอุ่นและเป็นกันเองกับผู้เรียน จึงจะทำให้ผู้เรียนกล้าคิดและกล้าแสดงออกอย่างกว้างขวาง

บรรยากาศชั้นเรียนมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสร้างสรรค์ (creative behavior) ของผู้เรียน โรงเรียนที่มีบรรยากาศเต็มไปด้วยความอบอุ่น ยืดหยุ่นและมีมิตรภาพต่อกัน จะเป็นบรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

สรุปได้ว่า การสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทำได้โดยการจัดกิจกรรมการสอนด้วยกลวิธีต่างๆ ได้แก่ การจัดสถานการณ์ยั่วยุ การจัดกิจกรรมระดมสมอง การปฏิบัติจริง การจัดกิจกรรมแบบประสบผลสำเร็จและการจัดกิจกรรมฝึกแบบรายบุคคล การจัดบรรยากาศที่เหมาะสม ทั้งบรรยากาศในชั้นเรียน ด้านสมองและด้านอารมณ์

**7. การวัดความคิดสร้างสรรค์**

การวัดความคิดสร้างสรรค์สามารถทำได้หลายวิธี แต่แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่นิยมใช้และรู้จักกันแพร่หลาย คือ แบบทดสอบของทอแรนซ์ (Torrance, 1965, p.89 ) ซึ่งกำหนดกรอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความคิดคล่อง หมายถึง จำนวนความคิดที่ตอบปัญหา ผู้ที่สามารถคิดแนวทางแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้มาก แสดงว่ามีความคล่องในการคิดสูง ฉะนั้นคะแนนความคิดคล่องจึงขึ้นอยู่กับจำนวนคำตอบของผู้ตอบ

2. ด้านความคิดยืดหยุ่น หมายถึง จำนวนของกลุ่มหรือประเภท (set,kind) ของสิ่งที่คิด ผู้ที่สามารถคิดได้หลายทิศทาง แสดงว่าสามารถค้นหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคิดหาคำตอบได้หลายแง่หลายมุม เช่น นาย ก กับ นาย ข ตอบคำถามที่ว่า "ชอล์กมีประโยชน์อย่างไรบ้าง" ต่างกัน ดังนี้

คำตอบของนาย ก คือ ใช้วาดวงกลม วาดภาพ ทำเครื่องหมายในสนามบาสเกตบอล ขีดเครื่องหมายแสดงระดับความสูงของเราบนฝาผนัง เขียนข้อความเพื่อช่วยความจำ

คำตอบของนาย ข คือ ใช้ทำล้อรถเล็กๆ วาดการ์ตูน คาบแทนบุหรี่ขณะแสดงละคร เป็นอุปกรณ์การสอน เรื่อง การนับ แกะสลักทำตุ๊กตาหน้ารถ

จะเห็นได้ว่าคำตอบของนาย ก มีทิศทางการคิดเพียงทางเดียว คือ การใช้ขีดเขียน จึงได้คะแนน 1 คะแนน ส่วน นาย ข ตอบได้ 5 ทิศทาง จึงได้คะแนน 5 คะแนน

3. ด้านความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ เช่น ถามว่าใบตองมีประโยชน์อย่างไรบ้าง ผู้ที่ตอบว่าใช้ห่อขนม จะได้คะแนนความคิดริเริ่มเป็นศูนย์ เพราะคนส่วนใหญ่ตอบเช่นนั้น แต่ถ้าตอบว่าใช้ทำปุ๋ยหมัก ก็จะได้คะแนนความคิดริเริ่ม เพราะเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ สำหรับเกณฑ์ความแปลกใหม่ ทอแรนซ์ (Torrance) กำหนดไว้ ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน 1% แรก | ให้ | 4 | คะแนน |
| คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน 2% | ให้ | 3 | คะแนน |
| คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน 3-5% | ให้ | 2 | คะแนน |
| คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน 6-12% | ให้ | 1 | คะแนน |
| คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกันมากกว่า 12% | ให้ | 0 | คะแนน |

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

4. ด้านความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถที่จะให้รายละเอียดเพิ่มเติมจากแนวคิดเริ่มแรก เช่น เมื่อกำหนดรูปสี่เหลี่ยมให้แล้วให้วาดภาพต่อเติม ปรากฏว่าเขาเพิ่มรายละเอียดลงไปโดยมีสายยูบานพับอยู่ข้างๆ มีลูกบิด ฯลฯ แล้วเขียนชื่อภาพว่า "ประตู" ส่วนที่เขาเพิ่มเติมนี้จะได้คะแนนความคิดละเอียดลออ ซึ่งคะแนนนี้จะให้เฉพาะข้อสอบฉบับรูปภาพบางกิจกรรมเท่านั้น

การใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538, หน้า 19-21)

**ส่วนที่ 1** แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (thinking creativity with work) มี 7 กิจกรรม คือ

1. เขียนทุกคำถามที่เขาจำเป็นต้องถามเพื่อค้นหาว่าเกิดอะไรขึ้น
2. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
3. เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
4. เขียนวิธีการปรับปรุงเครื่องเล่น เพื่อให้เด็กได้เล่นอย่างสนุกสนานยิ่งขึ้น
5. เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้ เช่นเดียวกับแบบทดสอบการใช้ประโยชน์ของกิลฟอร์ด
6. เขียนคำถามทั้งหมดที่อาจถามเกี่ยวกับสิ่งของสิ่งเดียวกัน
7. เขียนเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจเป็นไปได้ ถ้าสภาพการณ์ที่กำหนดให้เกิดขึ้นจริงเช่นเดียวกับแบบทดสอบการสรุปผลลัพธ์ของกิลฟอร์ด

กิจกรรมทั้ง 7 กิจกรรมนี้ให้คะแนนวัดในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม

**ส่วนที่ 2** แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (thinking creativitive with pictures) มี 3 กิจกรรม คือ

1. การสร้างรูปภาพ (picture construction) ให้ผู้สอบลอกกระดาษสี แล้วติดลงบนแผ่นกระดาษใหม่ วาดภาพเพิ่มเติมให้เป็นภาพที่ไม่มีใครนึกถึง เสร็จแล้วตั้งชื่อและเล่าเรื่องที่น่าสนใจตื่นเต้น
2. ต่อเติมรูปให้สมบูรณ์ (picture completion) เป็นการต่อเส้นให้กับรูปที่ไม่สมบูรณ์หรือเพิ่มเติมเป็นรูปภาพที่ไม่มีใครนึกถึงเสร็จแล้วตั้งชื่อและเล่าเรื่องในแต่ละภาพ
3. เส้น (lines) กำหนดเส้นคู่ขนานสั้นๆ แล้วให้สร้างรูปเพิ่มเติมให้มากที่สุด

กิจกรรมในส่วนที่ 2 ให้วัดในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ ความประณีต

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

**ส่วนที่ 3** แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำ (thinking creatively with sounds & words) มี 2 กิจกรรม โดยให้ผู้สอบฟังจากเครื่องบันทึกเสียง แล้วเขียนความสัมพันธ์ของเสียงในแต่ละครั้งทั้ง 2 กิจกรรมนี้วัดความคิดริเริ่มเท่านั้น

ส่วนวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ตามวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของอารี พันธ์มณี (2545, หน้า 209-212) มีขั้นตอนของการวัดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์ โดยอาจใช้หลากหลายวิธีและใช้แบบต่าง ๆ ของความคิดจินตนาการ ซึ่งวิธีการสังเกตเป็นวิธีการวัดวิธีหนึ่งในหลาย ๆ วิธี การวัดความคิดจินตนาการของเด็กจากพฤติกรรมการเล่นและการทำกิจกรรม โดยการสังเกตพฤติกรรม การเลียนแบบ การทดลอง การปรับปรุงและตกแต่งสิ่งต่าง ๆ การแสดงละคร การใช้คำอธิบายและบรรยายให้เกิดภาพพจน์ชัดเจน ตลอดจนการเล่านิทาน การแต่งเรื่องใหม่ การเล่นและคิดเกมใหม่ รวมถึงพฤติกรรมที่แสดงความรู้สึกซาบซึ้งต่อความสวยงาม เป็นต้น

2. การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม สี่เหลี่ยมแล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ ลักษณะดังกล่าวได้มีการทดลองใช้และศึกษากันมาเป็นเวลานานแล้ว อาจใช้จุดวงกลมเล็ก ๆ 40 จุด จำนวน 50 ชุด เป็นสิ่งเร้าให้เด็กวาดแล้วพิจารณาความคิดคล่องตัว ความคิดริเริ่มและความคิดยืดหยุ่นจากภาพที่เด็กวาด นอกจากนี้อาจได้ใช้วิธีการให้เด็กวาดภาพพร้อมกับให้อธิบายประกอบภาพที่กำลังวาด หรือใช้สิ่งเร้าที่เป็นสี่เหลี่ยม ให้เด็กวาดภาพได้เช่นกัน สำหรับการออกแบบสิ่งเร้าในลักษณะเดียวกันนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก และสามารถพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในแง่ของความแปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบและความละเอียดลออในการตกแต่งภาพ

3. การหยดหมึก (inkblots) หมายถึง การให้เด็กดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็นมักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี การใช้รอยหยดหมึกโดยให้เด็กดูภาพแล้วตอบโดยไม่จำกัดให้อิสระในการคิดฝันตอบได้เต็มที่ ส่วนคำสั่งก็สั้น ๆ ไม่เฉพาะเจาะจงและสิ่งเร้ารอยหยดหมึกก็เป็นแบบคลุมเครือไม่ชัดเจน คำตอบของเด็กจะได้รับการพิจารณาจากความสามารถในการประดิษฐ์ อารมณ์ขัน ลักษณะจินตนาการ ความรู้สึกและความสามารถในการรับรู้ที่ดีต่อรอยหยดหมึก

4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนดและประเมินจากงานศิลปะของผู้เรียน นักจิตวิทยามีความเห็นสอดคล้องกันว่าเด็กในวัยประถมศึกษามีความสำคัญยิ่ง หรือจัดเป็นช่วงวิกฤติของการพัฒนาความคิดเชิงสร้างสรรค์ เด็กมีความสนใจในการเขียนสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์

ในงานศิลปะจากการศึกษาประวัติบุคคลสำคัญของนักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์เอกของโลก เช่น นิวตัน เจมส์ ฮิลเลอร์ และปาสคาล พบว่าบุคคลเหล่านี้ได้แสดงแววสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์และสร้างผลงานชิ้นแรกเมื่ออยู่ในวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่ เด็กวัยนี้จะมีพัฒนาทางภาษาดี การเขียนบรรยายหรือแสดงความรู้สึกจินตนาการเป็นที่สนใจของเด็ก การใช้วิธีการให้เด็กเขียนเรียงความและวัดความคิดแปลกใหม่ ความคิดจินตนาการ ความมีอารมณ์ขันของเด็ก จากสิ่งที่เด็กได้เขียนออกมา หรือทดลองให้เด็กเขียนคำกลอนก็ได้ หรือการใช้วิธีให้เด็กเขียนเรียงความจากเรื่องที่คาดคิดไม่ถึง โดยกำหนดหัวข้อให้เขียน เช่น "ผู้ชาย ที่ร้องไห้" "ครูที่ไม่พูด" "สุนัขที่ไม่เห่า" ฯลฯ ซึ่งปรากฏว่าเขาพบความคิดแปลกใหม่และน่าสนใจจากความคิดจินตนาการของเด็ก

5. แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อและที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ซึ่งมีการกำหนดเวลาไว้ด้วย

สรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบของทอแรนซ์ (Torrance) ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ วัดในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ วัดในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ และความประณีต และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำวัดความคิดริเริ่มเท่านั้น

**8. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์**

นักการศึกษาหลายท่านในประเทศไทยได้สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะต่างๆ ดังนี้

ทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2517, หน้า 85-90) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific creativity test) ขึ้นเป็นฉบับแรก ซึ่งยังไม่มีใครเคยพัฒนาขึ้นมาก่อนทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยอาศัยแนวคิดการวัดความคิดสร้างสรรค์ทั่วไปของทอแรนซ์ (Torrance) โดยมุ่งวัดความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ลักษณะแบบทดสอบ มี 3 ข้อ มีลักษณะการเขียนคำถามเกี่ยวกับ

1. "สมมติว่า" สร้างสถานการณ์สมมติเพื่อให้ผู้เรียนเดา
2. "ไข่ตก" การให้ผู้เรียนคิดหาวิธีปล่อยไข่ลงจากที่สูงโดยไข่ไม่แตก
3. "ปลาทอง" การให้ผู้เรียนคิดหาวิธีนำปลาทองไปทดลองโดยไม่ให้ปลาทองเป็นอันตราย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สุมาลี กาญจนชาตรี (2525, หน้า 65-73) ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอายุ 11-15 ปี ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และผลการวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance) ข้อสอบมี 3 ข้อ ดังนี้

1. "การใช้ประโยชน์" กำหนดสถานการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติให้บอกประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้

2. "นักประดิษฐ์" กำหนดอุปกรณ์ให้ ให้เลือกอุปกรณ์ที่กำหนดให้นั้นมาประกอบเป็นเครื่องมือ เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ

3. "นักค้นคว้า" กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ให้วางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหานั้น

ปรียาภรณ์ ทองมาก (2537, หน้า 52-55) ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยสร้างขึ้นตามแนวคิดของทอร์แรนซ์ (Torrance, 1965, pp.9-13) เป็นแบบเขียนตอบ จำนวน 4 ข้อ คือ

1. "นักคิด" โดยกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนว่าในปัจจุบันพบว่าวัสดุเหลือใช้ภายในบ้านที่มีอยู่มาก คือ พวกพลาสติก ผู้เรียนคิดว่าจะใช้ประโยชน์จากขวดพลาสติกเปล่าในลักษณะต่างๆ ได้อย่างไรบ้าง

2. "นักประดิษฐ์" ให้ผู้เรียนบอกวิธีสร้างและนำไปใช้จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้คือกระดาษหนังสือพิมพ์ ลวด กาวและกรรไกร หรือใช้อุปกรณ์อื่นเพิ่มเติมได้

3. "นักพิชิตปัญหา" ถ้ามีประกาศว่า ปีนี้ประเทศไทยจะประสบกับภัยแล้งน้ำจะขาดแคลน ก่อให้เกิดปัญหาแก่ประชาชนทั้งประเทศ ผู้เรียนมีแนวทางแก้ปัญหาในเรื่องนี้อย่างไรบ้าง

4. "นักพยากรณ์" ถ้าประเทศไทยกลายเป็นทะเลทราย ผู้เรียนคิดว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้างและมีผลต่อผู้คน สัตว์ พืชและสิ่งไม่มีชีวิตต่างๆ อย่างไรบ้าง

ณัฏฐพงศ์ เจริญทิพย์ (2542, หน้า 357-359) ได้กล่าวว่าชาติชาย วิโรจนะ (2531) สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย คำถาม 3 ข้อ ดังนี้

1. "สมมติ" กำหนดเหตุการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้นและสมมติว่ามันเกิดขึ้น

2. "ออกแบบการทดลอง" กำหนดสถานการณ์ว่าผู้เรียนมีลูกฟุตบอลพลาสติกอยู่ 1 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร จะนำมาใช้ในการทดลองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรบ้างและมีวิธีการทดลองอย่างไร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

3. "การตั้งคำถาม" โดยกำหนดรูปภาพให้ผู้เรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพนั้นให้มากที่สุด พร้อมทั้งคาดคะเนในสิ่งที่จะเกิดขึ้นและเป็นคำตอบของคำถาม และศรีผกา เจริญยศ (2533) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 2 ข้อ ดังนี้

1. "การใช้ประโยชน์" กำหนดรูปภาพขยะให้ผู้เรียนบอกการนำไปใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด

2. "สมมติว่า" กำหนดข้อความให้ว่าน้ำเป็นตัวทำละลายสารต่างๆ ได้ดี ถ้าน้ำไม่สามารถละลายสารต่างๆ ได้ จะเกิดปรากฏการณ์อะไรขึ้นกับสิ่งมีชีวิต

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา พบว่ามีลักษณะคล้ายกัน คือ การกำหนดสถานการณ์ให้คิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ โดยสถานการณ์จะมีลักษณะในทางการแก้ปัญหาและจินตนาการ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (Torrance, 1965) ซึ่งนำมาปรับใช้ในประเทศไทยเป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์ตามแนวทางของสุมาลี กาญจนชาตรี (2525) โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 ข้อ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ นักประดิษฐ์ และนักค้นคว้า มุ่งวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

**9. เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์**

ณัฏฐพงศ์ เจริญทิพย์ (2542, หน้า 345-376) ได้กล่าวถึงการตรวจให้คะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะแยกตรวจคราวละสถานการณ์ เมื่อตรวจให้คะแนนครบทุกสถานการณ์แล้วจึงนำคะแนนในด้านเดียวกัน (คือ ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม) ของทุกสถานการณ์มารวมกันเป็นคะแนนในด้านนั้นๆ ของผู้เข้าสอบแต่ละราย โดยในการตรวจให้คะแนนของแต่ละสถานการณ์จะตรวจให้คะแนนด้านความคิดคล่องก่อน จากนั้นจึงตรวจให้คะแนนความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม

ทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2517, หน้า 85-90) ได้สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (Torrance) ฉบับทดสอบด้วยภาษาเขียน เป็นแบบทดสอบประเภทกำหนดสถานการณ์ประกอบด้วยสถานการณ์ 3 สถานการณ์ คือ "สมมติว่า" "ทิ้งไข่" และ "ปลาทอง" ดังนี้

**1) "สมมติว่า"**

เหตุการณ์ข้างล่างนี้เป็นเหตุการณ์ซึ่งไม่เกิดขึ้น เราจะสมมติว่ามันเกิดขึ้นกิจกรรมนี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสคิดจินตนาการ คาดคะเนทุกอย่างที่น่าตื่นเต้นอาจจะเกิดขึ้น ถ้าเหตุการณ์ที่สมมตินี้เป็นจริง

ให้ผู้เรียนคิดว่า เหตุการณ์ที่บรรยายข้างล่างนี้เกิดขึ้นจริงๆ แล้วลองคิดดูว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากเหตุการณ์นี้บ้าง ให้พยายามคิดหรือคาดคะเน โดยมีเหตุผลประกอบให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ไม่ต้องกลัวว่าจะผิด เพราะจะไม่มีคำตอบใดที่ถือว่าผิด แต่จะพิจารณาคำตอบที่น่าสนใจและที่คนอื่นคิดไม่ถึง ดังนั้นจงคิดให้แปลกใหม่และน่าตื่นเต้นมากที่สุด

สมมติว่า บนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนคนมองเห็นกันแค่ขาเท่านั้น อะไรจะเกิดขึ้น? มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง?

จงเขียนความคิดของผู้เรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ พร้อมทั้งอ้างเหตุผลประกอบ (ในแบบทดสอบต้นฉบับเว้นที่ไว้ให้ตอบ 18 ข้อ)

2) "ทิ้งไข่"

ให้ผู้เรียนคิดหาวิธีที่จะทิ้งไข่ดิบ (ไข่ไก่หรือไข่เป็ดก็ได้) 1 ฟอง ลงมาจากตึกชั้น 3 โดยที่เมื่อไข่ถึงพื้นดินนั้น ไข่ยังไม่แตก (ผู้เรียนจะใช้อุปกรณ์ใดๆ ช่วยก็ได้)

พยายามคิด วิธีแปลกๆ ใหม่ๆ ให้มากวิธีที่สุด เท่าที่จะคิดได้ อธิบายวิธีที่ผู้เรียนคิดได้ในที่ว่างข้างล่าง (ในแบบทดสอบต้นฉบับเว้นที่ไว้ให้ตอบ 7 วิธี)

3) "ปลาทอง"

จะเอาปลาทองไปทดลองอะไรได้บ้าง

ถ้าผู้เรียนมีอ่างเลี้ยงปลา และปลาทอง (ที่ยังมีชีวิตอยู่) 1 ตัว ผู้เรียนจะสามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์อย่างไรได้บ้าง โดยที่ไม่ทำให้ปลาทองบาดเจ็บถึงพิการหรือตาย

ให้คิดหาวิธีทดลองที่แปลกๆ ให้มากที่สุด อธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อๆ ด้วย ผู้เรียนจะใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่นใดประกอบการทดลองด้วยก็ได้ (ดูตัวอย่าง)

**วิธีที่ 1** ต้องการศึกษาว่า ถ้าอากาศน้อยลงปลาจะจมน้ำหรือจะลอยน้ำได้ดีขึ้น

**การทดลอง** เอาครอบแก้วที่มีที่สูบอากาศออกครอบอ่างปลาไว้ แล้วสูบอากาศออกเรื่อยๆ คอยสังเกตระดับของตัวปลาว่าจะลอยสูงขึ้นหรือจะจมลงกันอ่าง

**วิธีที่ 2** ต้องการศึกษาว่าปลาทองว่ายน้ำได้เพราะครีบอกและครีบหลังใช่หรือไม่

**การทดลอง** เอาสก๊อตเทปพันรอบตัวปลาทองเพื่อไม่ให้ครีบอกและครีบหลังเคลื่อนไหวได้ แล้วปล่อยปลาทองลงน้ำ สังเกตดูว่าปลายังว่ายน้ำได้อยู่หรือไม่ ถ้าว่ายไม่ได้แสดงว่าปลาทองว่ายน้ำได้เพราะครีบอกและครีบหลังจริง แต่ถ้าติดสก๊อตเทปแล้วปลายังว่ายน้ำได้อยู่ก็แสดงว่าครีบอกและครีบหลังไม่ใช่สิ่งจำเป็นที่สุดที่ทำให้ปลาทองว่ายน้ำได้

จงเขียนเรื่องที่ผู้เรียนต้องการศึกษา โดยใช้ปลาทองเป็นเครื่องมือ และวิธีการทดลองในที่ว่างข้างล่าง พยายามคิดการทดลองใหม่ๆ ให้มากที่สุด

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทัศนีย์ พฤกษชลธาร มีความตรงเชิงประจักษ์ เท่ากับ 0.83 มีความตรงตามเกณฑ์เทียบ 0.87 และมีความเที่ยง

(หาด้วยวิธี Hoyt's analysis of variance) 0.63

ตัวอย่างการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ ข้อ 3) "ปลาทอง" ของทัศนีย์ พฤกษชลธาร มีรายละเอียดดังนี้

**1. การตรวจให้คะแนนความคิดคล่อง**

ให้คะแนนคำตอบที่อธิบายเรื่องที่ต้องการศึกษาและวิธีทดลองที่เป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหา (คือ ไม่ทำให้ปลาทองพิการ หรือตาย) คำตอบละ 1 คะแนน เช่น

ผู้เข้าสอบ ก. เขียนตอบมา 8 ข้อ และเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมดจะได้คะแนนความคิดคล่อง 8 คะแนน

ผู้เข้าสอบ ข.เขียนตอบมา 9 ข้อ แต่เป็นไปตามเงื่อนไข 6 ข้อ จะได้คะแนนความคิดคล่อง 6 คะแนน เป็นต้น

การตรวจให้คะแนนความคิดคล่องนี้สามารถตรวจให้คะแนนคำตอบของผู้เข้าสอบได้เป็นรายๆ ไป โดยไม่ต้องนำคำตอบไปพิจารณาร่วมกับคำตอบของผู้เข้าสอบรายอื่นๆ

**2. การตรวจให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น**

ให้เริ่มจากการนำคำตอบของผู้เข้าสอบครั้งนั้นทุกคนมาพิจารณาเป็นภาพรวม แล้วจัดคำตอบที่มีสาระใกล้เคียงกันเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ได้กลุ่มของคำตอบหลายกลุ่ม (โดยปกติควรมีอย่างน้อย 5 กลุ่ม) จากนั้นจึงย้อนกลับมาให้คะแนนคำตอบของผู้เข้าสอบแต่ละรายโดยพิจารณาให้คะแนนตามจำนวนกลุ่มของคำตอบ เช่น

ผู้เข้าสอบ ก. เขียนตอบมา 8 ข้อ จัดเข้ากลุ่มได้ 3 กลุ่ม (กลุ่มแรก 4 ข้อ กลุ่มที่สอง 3 ข้อ และกลุ่มที่สาม 1 ข้อ) จะได้ 3 คะแนน

ผู้เข้าสอบ ข. เขียนตอบมา 9 ข้อ เป็นไปตามเงื่อนไข 6 ข้อ จัดเข้ากลุ่มได้ 4 กลุ่ม (กลุ่มแรก 2 ข้อ กลุ่มที่สอง 2 ข้อ กลุ่มที่สาม 1 ข้อ และกลุ่มที่สี่ 1 ข้อ) จะได้ 4 คะแนน

สำหรับคำตอบที่ไม่เข้ากลุ่มใดๆ จะให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน

ตัวอย่างการตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ "ปลาทอง" ของทัศนีย์ พฤกษชลธาร ได้จัดกลุ่มคำตอบไว้เป็น 11 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 การทดลองที่เกี่ยวกับการหายใจของปลา

กลุ่มที่ 2 การทดลองที่เกี่ยวกับการมองเห็น

กลุ่มที่ 3 การกินอาหาร

กลุ่มที่ 4 การว่ายน้ำ

กลุ่มที่ 5 การเจริญเติบโต

กลุ่มที่ 6 การสืบพันธุ์

กลุ่มที่ 7 การขับถ่าย

กลุ่มที่ 8 การรับความรู้สึก

กลุ่มที่ 9 ความจำ

กลุ่มที่ 10 ปฏิกิริยาที่มีต่อสิ่งแวดล้อม (แสงสว่าง อุณหภูมิ สี)

กลุ่มที่ 11 เรื่องอื่นๆ

ให้คะแนนกลุ่มคำตอบละ 1 คะแนน คำตอบที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 11 ให้คะแนนเป็นรายคำตอบ คำตอบละ 1 คะแนน

**3. การตรวจให้คะแนนความคิดริเริ่ม**

โดยการนำคำตอบของผู้เข้าสอบทุกคนมาบันทึกความซ้ำซ้อนเพื่อหาความถี่ของคำตอบที่ซ้ำซ้อน (มีสาระเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน) จากนั้นจึงให้คะแนนในลักษณะ "ผกผัน" กับความถี่ที่ซ้ำซ้อน กล่าวคือ คำตอบที่มีความซ้ำซ้อนน้อยได้คะแนนมาก ส่วนคำตอบที่มีความซ้ำซ้อนมากได้คะแนนน้อย ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป | ให้ | 0 | คะแนน |
| คำตอบที่มีความถี่เป็น 5 | ให้ | 1 | คะแนน |
| คำตอบที่มีความถี่เป็น 4 | ให้ | 2 | คะแนน |
| คำตอบที่มีความถี่เป็น 3 | ให้ | 3 | คะแนน |
| คำตอบที่มีความถี่เป็น 2 | ให้ | 4 | คะแนน |
| คำตอบที่มีความถี่เป็น 1 | ให้ | 5 | คะแนน |

ตัวอย่างการให้คะแนนคำตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สถานการณ์ "ปลาทอง" มีรายละเอียดดังนี้

คำตอบต่อไปนี้ให้คะแนนความคิดริเริ่ม คำตอบละ 5 คะแนน ได้แก่ สองตัวปิดตาทั้งคู่ ตามองได้รอบทิศหรือไม่ ใส่ปลาปลอมมีไฟฟ้า เบ็ดตกปลาปล่อย 3 ครั้งกินเหยื่ออีกหรือไม่ ความรักของคนมีผลต่อการเจริญเติบโต ว่ายถอยหลัง แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตหรือไม่ อยู่รวมกับสัตว์อื่นๆ ไร้แรงดึงดูด และอยู่ในน้ำมะพร้าว

คำตอบต่อไปนี้ให้คะแนนความคิดริเริ่ม คำตอบละ 4 คะแนน ได้แก่ การแย่งชิงตัวเมีย ว่ายน้ำเมื่ออยู่ในสภาวะฉุกเฉิน แสดงความรู้สึกได้หรือไม่ การตัดสินใจเลือก ความถ่วงจำเพาะ-ความหนาแน่น และพบอาหารเรียกเพื่อนหรือไม่

คำตอบต่อไปนี้ให้คะแนนความคิดริเริ่ม คำตอบละ 3 คะแนน ได้แก่ ต้องเคี้ยวก่อนกลืนหรือไม่ ชอบความมืดหรือสว่าง สัญชาตญาณการเป็นแม่ และทนแรงปะทะมากหน่อย

คำตอบต่อไปนี้ให้คะแนนความคิดริเริ่ม คำตอบละ 2 คะแนน ได้แก่ กลัวแสงหรือไม่ ชอบน้ำตื้นหรือลึก ความสามารถในการหลบศัตรู/ภัย และชอบอยู่เป็นฝูง

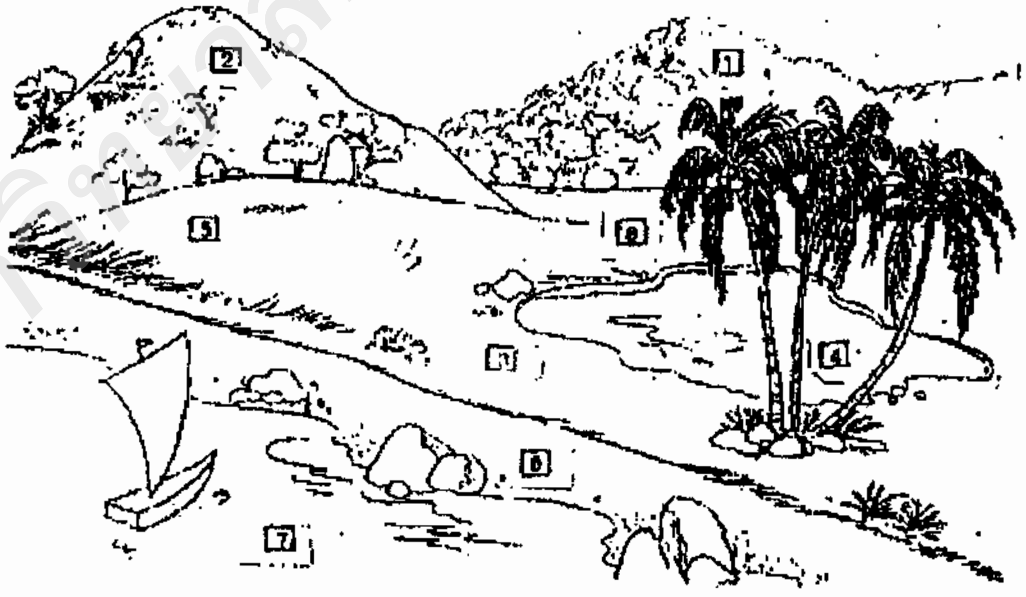
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

คำตอบต่อไปนี้ให้คะแนนความคิดริเริ่ม คำตอบละ 1 คะแนน ได้แก่ ผสมพันธุ์กับปลาอื่น เลือกกินหรือไม่ ชอบอะไร กินเหล้าเมา กินเนื้อปลาด้วยกันหรือไม่ เพลงคนละประเภทพฤติกรรมต่างกันหรือไม่ ชอบน้ำอุ่น เย็น ร้อน ทนความร้อนได้เท่าใด และปฏิกิริยาต่อเสียง

ต่อมาในปี พ.ศ.2525 สุมาลี กาญจนชาตรี ได้สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นใหม่ โดยให้เหตุผลว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ทัศนีย์ พฤกษชลธาร สร้างขึ้นค่อนข้างยากและไม่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน โดยในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของสุมาลี กาญจนชาตรี แบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 หาความตรงร่วมสมัย (concurrent validity) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อายุ 11 – 15 ปี จำนวน 154 คน และตอนที่ 2 หาค่าความเชื่อมั่น อำนาจจำแนกและเกณฑ์การให้คะแนน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนของโรงเรียนต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,220 คน

สุมาลี กาญจนาตรี (2525, หน้า 65-73) ได้สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ 3 สถานการณ์ คือ "การใช้ประโยชน์" "นักประดิษฐ์" และ "นักค้นคว้า" รายละเอียดดังนี้

**1) "การใช้ประโยชน์"**



ภาพ 2 แสดงการใช้ประโยชน์ตามแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ที่มา: สุมาลี กาญจนาตรี (2525, หน้า 66)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

หมายเลข 1 ภูเขาที่มีต้นไม้
หมายเลข 2 ภูเขาที่ไม่มีต้นไม้ (อาจจะมีหญ้าหรือพืชขนาดเล็ก)
หมายเลข 3 ที่ราบ
หมายเลข 4 หนองน้ำ (น้ำจืด)
หมายเลข 5 ที่เนิน
หมายเลข 6 หาดทราย
หมายเลข 7 ทะเล

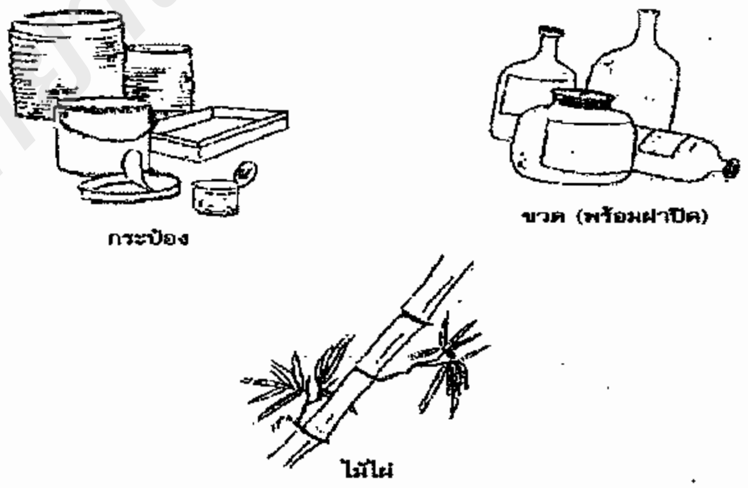
ถ้าผู้เรียนมีที่ดินเป็นของตนเอง และมีลักษณะดังปรากฏในภาพข้างล่างนี้ ผู้เรียนคิดว่าจะใช้ประโยชน์จากที่ดินผืนนี้ได้อย่างไรบ้าง

พยายามคิดเรื่องการใช้ประโยชน์ที่เป็นไปได้แปลกๆ ใหม่ๆ ให้มากวิธีที่สุดเท่าที่จะคิดได้ เขียนการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณต่างๆ ที่กำหนดให้ในช่องว่างข้างล่างนี้ (ในแบบทดสอบต้นฉบับเว้นที่ไว้ให้ตอบ 21 รายการ)

**2) "นักประดิษฐ์"**

ให้ผู้เรียนเลือกวัสดุใช้แล้วที่กำหนดให้นี้มาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ ที่จะนำไปใช้ในด้านต่างๆ เช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การใช้สอยในชีวิตประจำวันและอื่นๆ

อุปกรณ์ที่กำหนดให้




ภาพ 3 แสดงอุปกรณ์ที่กำหนดให้ "นักประดิษฐ์" ตามแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สุมาลี กาญจนาตรี (2525, หน้า 69)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ผู้เรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้นี้กี่ชนิดก็ได้ เปลี่ยนขนาดหรือใช้วัสดุซ้ำกันก็ได้และอาจจะดัดแปลงวัสดุที่กำหนดให้นี้ให้เป็นรูปแบบที่ผู้เรียนต้องการ

ผู้เรียนจะใช้วัสดุอื่นๆ เช่น มีด กรรไกร ค้อน กาว เทปติดกระดาษ ฯลฯ ประกอบด้วยก็ได้

พยายามคิดเครื่องมือหรือของใช้ที่เป็นไปได้และแปลกๆ ใหม่ๆ ให้มากวิธีที่สุดเท่าที่จะคิดได้ บอกการนำไปใช้และวาดรูปหรือบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้แต่ละชุดที่ผู้เรียนคิดได้อย่างย่อๆ ในที่ว่างข้างล่างนี้ (ดูตัวอย่างประกอบ)

ตัวอย่าง : การบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้อย่างย่อๆ (นอกจากตัวอย่างเครื่องมือชุดที่ 1 ในแบบทดสอบต้นฉบับ เว้นที่ไว้ให้ตอบอีก 8 ชุด)

เครื่องมือชุดที่ 1

1. เหลาไม้ไผ่ให้กลมมีขนาดสม่ำเสมอยาวประมาณ 1 ชุด

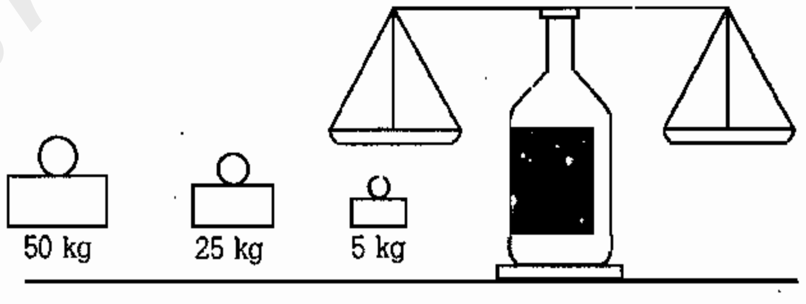
2. ใช้เชือกผูกฝากระป๋องตรงรูที่เจาะทั้ง 3 รู (ฝากระป๋องขนาดเท่ากัน 2 ฝา เจาะรูระยะห่างเท่ากันฝาละ 3 รู) เชือกแต่ละเส้นมีความยาวเท่ากัน

3. รวบปลายเชือกมาขมวดแล้วผูกกับปลายทั้ง 2 ข้างของไม้ไผ่

4. นำไม้ไผ่นี้มาวางบนปากขวดให้ปลายทั้ง 2 ข้างห่างจากขวดเท่ากัน ใช้เทปติดไม้กับขวดให้แน่น

การนำไปใช้ ให้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องชั่งอย่างง่าย) การวาดรูปเครื่องมือ หรือของใช้

**เครื่องมือชุดที่ 1**




ภาพ 4 แสดงเครื่องมือหรือของใช้เพื่อเลือกใช้หรือดัดแปลงตามแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สุมาลี กาญจนาตรี (2525, หน้า 70)

**3) "นักค้นคว้า"**

นักพฤกษศาสตร์ได้เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ในป่าที่ยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน พบพืชชนิดหนึ่งขึ้นอยู่รอบ ๆ แอ่งน้ำ จึงเกิดความสนใจและได้สำรวจแอ่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงกันอีก 3 แห่ง พบว่าพืชชนิดนี้ขึ้นอยู่เฉพาะรอบ ๆ บริเวณแอ่งน้ำเท่านั้น ห่างจากแอ่งน้ำ 5 เมตร จะไม่มีพืชชนิดนั้นอยู่เลย และจากการศึกษาพบว่าบริเวณนั้นจะได้รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยวันละ 6 ชั่วโมง นักพฤกษศาสตร์ท่านนั้นจึงได้นำต้นกล้า กิ่ง ใบ ผล พร้อมทั้งเมล็ดของต้นไม้ชนิดนั้นมาประมาณอย่างละ 10 กิโลกรัม เพื่อใช้ในการศึกษาทดลองต่อไป

สมมติว่าผู้เรียนเป็นนักพฤกษศาสตร์ท่านนั้น ให้ผู้เรียนคิดวิธีทดลอง เพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการเกษตร ด้านอุตสาหกรรมและอื่น ๆ

พยายามคิดวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ อธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ ผู้เรียนจะใช้อุปกรณ์ สารเคมีหรือเครื่องมืออื่นใดประกอบด้วยก็ได้ (ในแบบทดสอบต้นฉบับเว้นที่ไว้ให้ตอบ 10 วิธี)

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของสุมาลี กาญจนชาตรี เหมาะสำหรับผู้เรียนอายุ 11-15 ปี สามารถวัดความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มในการคิดแก้ปัญหาได้ โดยมีความตรงเชิงประจักษ์ 0.8218 และมีค่าความเที่ยง (หาด้วยวิธี Hoyt's analysis of variance) 0.5599

สรุปได้ว่าการให้คะแนนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะแยกตรวจคราวละสถานการณ์ เมื่อตรวจให้คะแนนครบทุกสถานการณ์แล้วจึงนำคะแนนในด้านเดียวกัน (ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม) ของทุกสถานการณ์มารวมกันเป็นคะแนนในด้านนั้น ๆ ของผู้เข้าสอบแต่ละราย โดยจะตรวจให้คะแนนด้านความคิดคล่องก่อน จากนั้นจึงตรวจให้คะแนนความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มตามลำดับ

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

**1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525, หน้า 1-5) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 295) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่จะได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อน

วิลาวัลย์ แก้วภูมิแห่ (2544, หน้า 36) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 109) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของผลสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนโดยการวัด หมายถึง การตรวจสอบสิ่งที่ต้องเรียนรู้นั้นมีปริมาณและคุณภาพหรือไม่ อย่างไรและมากน้อยเพียงใด โดยการประเมิน หมายถึง กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดและเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

น้ำทิพย์ พรหมชัย (2547, หน้า 28) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่จะได้จากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนซึ่งเป็นพฤติกรรมที่วัดได้ ส่วนประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้จำแนกวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

กู๊ด (Good, 1973, p.7) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลของการสะสมความรู้ ความสามารถทางการเรียนเข้าด้วยกัน

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนทางด้านเนื้อหาและด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525, หน้า 182-185) ได้กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์มี 5 ประการ ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ
2. การสืบเสาะหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
4. เจตคติและความสนใจ
5. ทักษะปฏิบัติการ

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531, หน้า 641) ได้กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดความรู้ ความสามารถด้านความรู้ และความคิดของการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการวัดอยู่ทั้งหมด 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา

ครอปเฟอร์ (Klopfer, 1971, p.104) ได้จำแนกระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดไว้ 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ความจำ
2. ด้านความเข้าใจ
3. ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ยึดแนวทางของครอปเฟอร์ (Klopfer) ในการประเมินผลการเรียนด้านสติปัญญาด้านความรู้ความคิด

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จะวัดจากพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ ซึ่งประกอบด้วยด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เจตคติ ความสนใจ และทักษะปฏิบัติการ

สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากพฤติกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้ไปใช้

**3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

สมนึก ภัททิยธานี (2537, หน้า 45) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2549, หน้า 213) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพด้านสมอง มี 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน ซึ่งใช้กันทั่วไปในโรงเรียนทำให้ครูสามารถวัดได้ตรงจุดมุ่งหมายเพราะผู้สอนเป็นผู้ออกข้อสอบเอง

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่ว ๆ ไป เป็นแบบทดสอบที่ได้หาคุณภาพมาแล้ว มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบและมาตรฐานในการแปลความหมายของคะแนนซึ่งมีข้อดีคือคุณภาพของแบบทดสอบเป็นที่เชื่อถือได้ ทำให้สามารถนำผลไปเปรียบเทียบได้กว้างขวางกว่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2549, หน้า 215-216) ได้กล่าวว่า หลักการสร้างแบบทดสอบมีหลักปฏิบัติ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตร และทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อกำหนดเนื้อหา พฤติกรรม หรือสมรรถภาพที่ต้องการจะวัดและจำนวนข้อสอบที่จะสร้างในแต่ละเนื้อหาและแต่ละพฤติกรรมที่จะวัด

2. กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ โดยมีหลักในการพิจารณาเลือกรูปแบบของแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 จุดประสงค์ของการสอบ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกชนิดของข้อสอบ เช่น ถ้าต้องการใช้ผลการสอบเพื่อตัดสินผลการเรียน ควรใช้แบบทดสอบปรนัย แต่ถ้าต้องการวัดการแสดงความคิดเห็น การวิเคราะห์หรือการประเมินค่าควรใช้แบบทดสอบอัตนัย

2.2 เวลาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบและการตรวจให้คะแนน แบบทดสอบแต่ละชนิดใช้เวลาสร้างและการตรวจให้คะแนนแตกต่างกัน แบบทดสอบแบบปรนัยใช้เวลาในการสร้างมาก แต่ใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนน้อย ส่วนแบบทดสอบอัตนัยใช้เวลาในการสร้างน้อย แต่ใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนมาก

2.3 จำนวนนักเรียนที่จะทดสอบ ถ้ามีนักเรียนน้อยควรใช้การทดสอบปากเปล่า หรือแบบทดสอบอัตนัย ถ้ามีนักเรียนจำนวนมากควรใช้แบบทดสอบปรนัย

2.4 เครื่องอำนวยความสะดวกในการจัดทำแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบปรนัย ต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์มากกว่าแบบทดสอบอัตนัย

2.5 แบบทดสอบปรนัยค่อนข้างจะใช้ทักษะในการสร้างมากกว่าแบบทดสอบอัตนัย แต่ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัยต้องใช้ทักษะในการอ่านมากกว่าแบบทดสอบปรนัย

2.6 ขอบเขตของเนื้อหาสาระ แบบทดสอบปรนัยสามารถวัดได้ในขอบเขตของเนื้อหาสาระที่กว้าง ส่วนแบบทดสอบอัตนัยวัดได้ในขอบเขตของเนื้อหาสาระที่ค่อนข้างจำกัด

3. เขียนข้อสอบ โดยใช้วิธีการ ดังนี้

3.1 เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3.2 เขียนข้อคำถามให้ชัดเจน สั้น กะทัดรัด และควรถามในเรื่องที่ผู้เรียนควรต้องรู้

3.3 ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน

3.4 ควรเขียนข้อคำถามให้มีจำนวนมากกว่าจำนวนที่จะใช้จริง ประมาณร้อยละ 5-15 สำหรับไว้คัดเลือกหลังการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบแล้ว

3.5 ควรเขียนข้อคำถามทันที เมื่อเสร็จสิ้นการสอนแต่ละเรื่องหรือแต่ละบท

3.6 ควรหลีกเลี่ยงการเขียนข้อสอบที่ชี้แนะคำตอบเพื่อจะให้ได้ข้อสอบที่วัดความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ

3.7 เมื่อเขียนคำถามเสร็จแล้วควรมีการตรวจสอบ โดยตรวจสอบกับหลักเกณฑ์การเขียนข้อสอบแต่ละแบบที่ใช้ รวมทั้งตรวจสอบความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด

4. พิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยนำข้อสอบที่เขียนไว้แล้วมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบมีคำชี้แจง คำอธิบายวิธีทำข้อสอบ หรือรายละเอียดอื่นๆ ตามความจำเป็น

5. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจใช้วิธีการหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

6. ทดลองสอบและหาคุณภาพรายข้อและคุณภาพทั้งฉบับ โดยนำไปทดลองสอบกับกลุ่มที่คล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการทดสอบจริง แล้ววิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่ดีไว้ และปรับปรุงข้อสอบที่มีคุณภาพไม่ถึงเกณฑ์ เพื่อนำไปทดลองอีกครั้งและหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเพื่อนำไปใช้จริงต่อไป

สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีหลักการสร้างได้แก่ วิเคราะห์หลักสูตร กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัย เวลาที่ใช้ จำนวนนักเรียน ซึ่งการเขียนข้อสอบควรให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ข้อคำถามต้องชัดเจน เหมาะสม มีการตรวจสอบคุณภาพ นำไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพรายข้อและทั้งฉบับ และค่าความเชื่อมั่นก่อนนำไปใช้จริง

สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

## เจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

**1. ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์**

ล้วน สายยศ (2538, หน้า 139) กล่าวไว้ว่า เจตคติเป็นเรื่องราวของความรู้สึกที่พอใจและไม่พอใจที่มีต่อบุคคล เหตุการณ์หรือบุคคลอื่นซึ่งอยู่ล้อมรอบตัวเรา

วรรณวิไล พูลสวัสดิ์ (2538, หน้า 6) ได้กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ลักษณะหรือบุคลิกภาพของบุคคลที่แสดงให้เห็นว่ามีวิธีการคิด การแสวงหาความรู้ หรือการทำงานแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2539, หน้า 42) ได้กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะของสภาพจิตใจหรือบุคลิกภาพอันเกิดจากประสบการณ์หรือการเรียนรู้ที่แสดงออกมาให้เห็นว่า มีวิธีการคิดค้นหาความรู้หรือการทำงานแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2542, หน้า 42) ได้กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ท่าทีหรือแนวโน้มที่จะแสดงออกในลักษณะของความรู้สึก อารมณ์ที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือค่านิยมที่เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546, หน้า 208) ได้กล่าวว่า เจตคติเป็นเรื่องของความชอบความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึก ความเชื่อฝังใจของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จะเกิดขึ้นเมื่อได้รับรู้หรือประเมินเหตุการณ์ในสังคม แล้วเกิดอารมณ์ความรู้สึกควบคู่ไปกับการรับรู้นั้นและมีผลต่อความคิดและปฏิกิริยาในใจของบุคคล ดังนั้นเจตคติจึงเป็นทั้งพฤติกรรมภายนอกที่อาจจะสังสัยได้ หรือเป็นพฤติกรรมภายในที่ไม่สามารถสังเกตได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (2551, หน้า 106) ได้กล่าวว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญและคุณค่า

การิสัน (Garrison, 1972, p.86) ได้กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง แนวโน้มที่บุคคลตอบสนองต่อวัตถุ สัญลักษณ์ สังกัป สถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยวิธีทางที่แน่นอน

ฮิลการ์ด (Hilgard, 1975, p.127) ได้นิยามไว้ว่า เจตคติ หมายถึง การเข้าหาหรือถอยหนีวัตถุ มโนภาพหรือสถานการณ์ต่างๆ เป็นความพร้อมก่อนตอบสนองต่อสิ่งเร้า

สรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ อันเกิดจากประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยประกอบด้วยข้อความเจตคติทางบวกและทางลบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้ข้อความเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทางบวกเท่านั้น

**2. ลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์**

อำนาจ เจริญศิลป์ (2532, หน้า 64) ได้กล่าวไว้ว่า ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะดังนี้

1. อยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อม
2. เชื่อว่าผลต่างๆ จะเกิดขึ้นได้เพราะเหตุ
3. เป็นที่ยอมรับฟังความคิดใหม่ๆ
4. ชอบใช้ความคิดทางวิพากษ์วิจารณ์

5. ไม่เชื่อในโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่มีเหตุผล
6. พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่
7. พร้อมที่จะยอมรับความจริง เมื่อมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
8. ยอมรับนับถือความคิดเห็นของผู้อื่น
9. เป็นผู้ซื่อตรง อดทน ยุติธรรมและละเอียดลออ

วรรณวิไล พูลสวัสดิ์ (2538, หน้า 6-7) กล่าวว่า ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยบุคลิกภาพ ดังต่อไปนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็นและเป็นคนช่างสังเกต
2. มีความละเอียดถี่ถ้วน และมานะบากบั่นในการสังเกตหรือทดลอง
3. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี
4. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน
5. ประเมินค่าของสิ่งต่างๆ ด้วยวิจารณญาณ
6. มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นธรรม ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตน
7. เชื่อมั่นในประจักษ์พยานและความเป็นเหตุเป็นผลไม่ตัดสินใจง่ายๆ โดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ
8. มีความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์
9. มีความซื่อสัตย์และรับผิดชอบในการทำงาน
10. มีคุณธรรมในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองหรือส่วนรวม
11. ให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม
12. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ๆ ที่มีคุณค่าทางวิทยาการ
13. มีเหตุผลไม่เชื่อโชคลาง หรือเชื่อในสิ่งที่ไม่มีการพิสูจน์
14. ยอมรับข้อจำกัดในการแสวงหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 45) ได้กล่าวไว้ว่า ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีคุณลักษณะดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น
2. มีความเพียรพยายาม
3. ความมีเหตุผล
4. มีความซื่อสัตย์
5. มีระเบียบและรอบคอบ
6. ความมีใจกว้าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2544, หน้า 76) ได้กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังว่าจะได้รับการพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ มีดังนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้
2. ความซื่อสัตย์
3. ความอดทน มุ่งมั่น
4. การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น
5. ความคิดสร้างสรรค์
6. มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ
7. ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 13 –14) กล่าวไว้ว่าในการเรียนการสอนครูวิทยาศาสตร์ ควรพยายามปลูกฝังและพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความมีเหตุผล

1.1 เชื่อในความสำคัญของเหตุผล

1.2 ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ ที่ไม่สามารถอธิบายได้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.3 แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น

1.4 ต้องการที่จะระบุว่าปรากฏการณ์ต่างๆ นั้นเป็นอย่างไรและเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

2. มีความอยากรู้อยากเห็น

2.1 มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม

2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม

2.3 ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.4 ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน

3. ความใจกว้าง

3.1 ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

3.2 เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดใหม่ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3.3 เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่คนอื่น

3.4 ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

4. ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

4.1 สังเกตและบันทึกผลต่างๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ

4.2 ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

4.3 ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวมามีอิทธิพลเหนือการตัดสินสิ่งใดๆ

4.4 มีความมั่นคง หนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์

4.5 เป็นผู้ที่ซื่อสัตย์ อดทน ยุติธรรมและละเอียดรอบคอบ

5. ความเพียรพยายาม

5.1 ทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์

5.2 ไม่ท้อถอยเมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว

5.3 มีความตั้งใจ

5.4 การพิจารณารอบคอบก่อนตัดสินใจ

5.5 ใช้วิจารณญาณก่อนที่ตัดสินใจ

5.6 ไม่ยอมรับสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่าเป็นความจริงทันทีถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้

5.7 หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2538, หน้า 33-35) ได้พิจารณาถึงคุณลักษณะบ่งชี้หรือพฤติกรรมที่จำเป็นที่ต้องปลูกฝังให้กับผู้เรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ 6 คุณลักษณะ ตามตารางดังนี้

ตาราง 6 คุณลักษณะบ่งชี้หรือพฤติกรรมที่ต้องปลูกฝังให้กับผู้เรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์

| คุณลักษณะ | ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรม |
|---|---|
| 1. ความอยากรู้อยากเห็น | - ยอมรับการทดลองค้นคว้าจะใช้เป็นวิธีการในการแก้ปัญหาได้<br>- มีความใฝ่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่อยู่เสมอ<br>- มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องราวต่างๆ<br>- ชอบทดลอง ค้นคว้า<br>- ชอบสนทนาซักถาม ฟัง อ่านเพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มเติม |

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตาราง 6 (ต่อ)

| คุณลักษณะ | ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรม |
|---|---|
| 2. ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม | - ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย<br>- เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ<br>- ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ ตรงเวลา<br>- เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายต่อส่วนรวม<br>- ทำงานเต็มความสามารถ<br>- ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้รับคำตอบ ไม่ท้อถอยในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว<br>- มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา |
| 3. ความมีเหตุผล | - ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ<br>- เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่างๆ<br>- พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่เหตุและผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการวิทยาศาสตร์<br>- อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล<br>- หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น<br>- ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ |
| 4. ความมีระเบียบและรอบคอบ | - เสาะแสวงหาหลักฐาน/ข้อมูลจากการสังเกต หรือการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย<br>- รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่างๆ<br>- ยอมรับความมีระเบียบและรอบคอบเป็นสิ่งที่มีประโยชน์<br>- เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบนำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง<br>- มีการใคร่ครวญไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์<br>- มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน |

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตาราง 6 (ต่อ)

| คุณลักษณะ | ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรม |
|---|---|
| | - มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน<br>- ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง<br>- ทำงานอย่างมีระบบและเรียบร้อย |
| 5. ความซื่อสัตย์ | - เสนอ ความจริงถึงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น<br>- เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูล ตามความเป็นจริง<br>- บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริง และไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง<br>- ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง |
| 6. ความใจกว้าง | - รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น<br>- ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง<br>- รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ<br>- ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม |

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538, หน้า 33-35)

สรุปได้ว่า ลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความซื่อสัตย์ ความกระตือรือร้น ความมุ่งมั่น ความรับผิดชอบ ความเพียรพยายาม ความมีใจกว้าง ความคิดสร้างสรรค์และความมีระเบียบรอบคอบ

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการวัดลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ จำนวน 5 ด้าน ได้แก่

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความมีเหตุผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3. ความซื่อสัตย์
4. ความเพียรพยายาม
5. ความมีใจกว้าง

**3. แนวทางการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์**

คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525, หน้า 57-58) ได้กล่าวว่า เป้าหมายสำคัญอันหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ มีแนวทางดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์ เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลอง ทำให้มีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. มอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการทดลองทุกกลุ่มควรได้ทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับความหมาย และขณะนักเรียนทำการทดลอง ครูต้องดูแลหรือให้ความช่วยเหลือบางอย่าง และจะได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนไปด้วย

3. การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

4. ในขณะทำการทดลองควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในรูปต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนฝึกประสบการณ์หลายทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ การให้ความเอาใจใส่ของครู สิ่งเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญต่อการพัฒนาเจตคติ

5. ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะเจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสมของเนื้อหาของบทเรียนและวัยของนักเรียนกับให้มีการพัฒนาเจตคตินั้นๆ

6. นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นปัญหาสังคม แล้วให้นักเรียนช่วยกันคิด เพื่อหาทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว หลังจากได้มีการสรุปแล้ว ครูควรอภิปราย เพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นว่าทุกขั้นตอนจะมีลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปพัฒนากับตนเองได้

7. เสนอแนะแบบอย่างของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจจะศึกษาเลียนแบบได้ เช่น นักวิทยาศาสตร์ ครู บิดา มารดา เพื่อนนักเรียน เป็นต้น

วรรณวิไล พูลสวัสดิ์ (2538, หน้า 7) ได้กล่าวว่า ในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ จะเป็นตัวกำกับความคิด การกระทำและการตัดสินใจในงานวิทยาศาสตร์ทั้งหมด จึงควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ตลอดเวลาที่มีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะเมื่อมีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างไรก็จะมีความโน้มเอียงที่จะกระทำอย่างนั้นออกมา ครูจึงควรค้นหาเทคนิคและวิธีการต่างๆ มาช่วย มิใช่แต่จะให้เกิดขึ้นเองจากการเรียนตามหลักสูตรในชั้นเรียนเท่านั้น เช่น การฝึกให้นักเรียนประดิษฐ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หรือทำการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะโครงงาน และการนำของเล่นและเกมที่มีความหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์มาให้เล่น เพื่อพัฒนาความคิด ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้เรียนรู้หลักความจริงทางวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ

สรุปได้ว่า แนวการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การฝึกประสบการณ์ การจัดกิจกรรมการทดลองเป็นกลุ่ม การใช้คำถามหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้น แปลกใหม่ มีการสอดแทรกลักษณะเจตคติแต่ละลักษณะ นำปัญหาในชีวิตประจำวันมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เสนอแนะแบบอย่างของผู้มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ การประดิษฐ์ การทำโครงงานและการเล่นเกมที่มีความหมายทางวิทยาศาสตร์

**4. การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์**

การวัดเจตคติสามารถวัดได้จากแบบวัดต่างๆ ได้แก่ แบบวัดเจตคติตามวิธีของเทอร์สโตน (Thurstone) วิธีของลิเคอร์ท (Likert) วิธีของออสกูด (Osgood) และวิธีของกัทท์แมน (Guttman) ผู้วิจัยสนใจศึกษาแบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งนิยมนำมาใช้กันมาก ดังนี้

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2550, หน้า 55- 71) ได้กล่าวว่า แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท โดยเรนิส ลิเคอร์ท (Renis Likert) เป็นผู้คิดค้นขึ้น แบบวัดนี้มีมาตรวัด 5 ช่วง ให้คะแนนเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 โดยประกอบด้วยข้อความทางบวกและทางลบ จำนวนพอๆ กัน วิเคราะห์ข้อคำถามที่สร้างขึ้นด้วยการหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ด้วยวิธีการทดสอบค่าที (t-test) โดยต้องได้ค่า t ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป หรือใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รายข้อ (Item Total Correlation) ด้วยการทดสอบค่า r ของคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม ส่วนการหาค่าความเชื่อมั่นใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟา (Alpha-coefficent) รายละเอียด ดังนี้

**วิธีการสร้าง**

1. กำหนดเรื่องที่จะศึกษาว่ามีโครงสร้างลักษณะใด ศึกษาเจตคติต่อสิ่งใด ให้นิยามเจตคติต่อสิ่งนั้นอย่างชัดเจน

2. การเลือกคำถามและรวบรวมข้อความคิดเห็น การเก็บรวมรวมข้อความความคิดเห็นที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงปฏิกิริยาโต้ตอบออกมา ข้อความนั้นควรมีลักษณะดังนี้

2.1 คำถามทุกข้อต้องเป็นข้อความเกี่ยวกับเจตคติ

2.2 คำถามทุกข้อต้องชัดเจน รัดกุมและตรงประเด็นที่ต้องการศึกษา

2.3 ข้อคำถามต้องใช้คำและศัพท์ง่าย อ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

2.4 ผลการตอบคำถามควรกระจายพอสมควร

2.5 ข้อคำถามควรมีคำถามประเภทบวกและประเภทลบอย่างละเท่าๆ กัน

2.6 การใช้คำถามประเภทเลือกตอบ ตัวเลือกต้องสามารถแยกเจตคติได้

2.7 คำถามควรสามารถจำแนกเจตคติของบุคคลในแง่ต่างๆ ได้

3. กำหนดน้ำหนักคำถามเป็น "เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง"

4. นำคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแล้วนำไปทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อคำถามก่อนนำไปใช้จริง

สรุปได้ว่า การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้โดยใช้วิธีของ ลิเคอร์ท (Likert) เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งโดยประกอบด้วยข้อความด้านบวกและด้านลบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้เฉพาะข้อความเจตคติด้านบวกเท่านั้น

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้งงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ มีดังนี้

**1. งานวิจัยในประเทศ**

นันทยา วงศ์ชัย (2543, หน้า 63) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกิจกรรมการพัฒนาสมองซีกขวา กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนสันทรายวิทยาคม อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 35 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกิจกรรมการพัฒนา สมองซีกขวา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการสอนเรื่องกลไกมนุษย์สูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 2) ผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกิจกรรมการพัฒนาสมองซีกขวา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องกลไกล มนุษย์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 3) ผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยเน้นกิจกรรมการพัฒนาสมองซีกขวาอยู่ในระดับดี

สาวิตรี รัตนบุรี (2547, หน้า 70-71) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนก้างปลาวิทยาคม จังหวัดนครศรีธรรมราช กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนก้างปลาวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ผลการวิจัยพบว่า

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดละเอียดลออและความคิดริเริ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุชาดา อ่อนประไพ (2548, หน้า 83-86) ได้ศึกษาความคิดวิจารณญาณและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคิดวิจารณญาณของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน โดยคะแนนความคิดวิจารณญาณหลังการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน โดยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จินตนา ฮาวปินใจ (2548, หน้า 58-59) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการพัฒนาสมองซีกขวา ประชากรเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสันกำแพง อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ที่สมัครเข้าเรียนกิจกรรมเสริมหลักสูตร (ชุมนุมวิทยาศาสตร์) จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้ชุดกิจกรรมที่เน้นการพัฒนาสมองซีกขวา จำนวน 10 ชุดกิจกรรม ดังนี้ คือ กิจกรรมการคิดหยั่งรู้ กิจกรรมการเดาภาพและการแต่งเติมภาพ กิจกรรมการเปรียบเทียบเชิงอุปลักษณ์ กิจกรรมการวาดภาพ กิจกรรมแผนที่ความคิด กิจกรรมการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเขียนการ์ตูน กิจกรรมของเล่นทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมเกมทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการจัดป้ายนิเทศและมุมวิทยาศาสตร์ 2) คะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สมัครเข้าเรียนกิจกรรมเสริมหลักสูตร(ชุมนุมวิทยาศาสตร์) โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการพัฒนาสมองซีกขวาสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่มและด้านความคิดละเอียดลออ

ปวีณ์สุดา ร่มพยอม (2549, หน้า 67-68) ได้ศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประชากรเป็นผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหนองโสน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 28

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 11 ชุด 2) ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับ 77.54/79.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ที่กำหนดไว้ แต่เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.95/77.38, 86.16/100 ตามลำดับ สำหรับความคิดละเอียดลออผ่านเฉพาะประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ โดยได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 73.21/76.19 แต่ความคิดริเริ่มไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 71.31/65.48 และจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนพบว่า พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมากที่สุดระหว่างร่วมกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสนุกสนาน ร่าเริง คิดเป็นร้อยละ 28.57 รองลงมือคือ ความขี้เล่น มีอารมณ์ขัน คิดเป็นร้อยละ 27.60 การมีความกล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก คิดเป็นร้อยละ 25.65 และการแสดงความคิดเห็นแตกต่างจากเพื่อน คิดเป็นร้อยละ 18.50 3) ความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนด้วยชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับเห็นด้วย คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 เมื่อพิจารณาตามประเด็นในการสอบถาม สรุปได้ดังนี้ ผู้เรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ด้านการใช้สื่อในการจัดกิจกรรมและด้านการจัดกิจกรรม คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.61 และ 4.52 ตามลำดับ และเห็นด้วยกับการวัดและประเมินผล เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมและบรรยากาศในการจัดกิจกรรม คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.37 4.18 และ 4.15 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การตอบคำถามปลายเปิดผู้เรียนส่วนใหญ่ตอบว่า ดีใจมากที่ได้ทำกิจกรรมนี้ รู้สึกภูมิใจ มีความสุข มีความสนุกสนานมากที่ได้ทำสิ่งที่สนุกและได้ทำงานแปลกใหม่ไม่เคยทำมาก่อน ผู้เรียนบางส่วนกล่าวว่า ได้คิดได้ทำกิจกรรมหลายอย่างได้ความรู้แบบใหม่ และมีความเพลิดเพลินในการทำงานมาก รู้สึกดีที่ได้ทำงานแบบนี้ ได้รู้จักสีต่างๆ มากขึ้นได้รู้ว่ามีเพื่อนที่รักและครูก็ให้ทำงานที่ยังไม่เคยทำมาก่อน

พิมพ์ชนก พันธ์แจ่ม (2549, หน้า 83-84) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่องสารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนวัดสว่างวงษ์ อำเภอตาคลี จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการเรียนรู้ เรื่องสารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80.40/80.31 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) จิตวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จินตนา เทศเอม (2550, หน้า 69-73) ได้ทำการศึกษาชุดฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บูรณาการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนบ้านบ่อเบี้ย อำเภอบ้านโคก จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 26 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บูรณาการ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.92/80.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 70/70 2) ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บูรณาการอยู่ในระดับดี 3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เท่ากับ 79.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 70

**2. งานวิจัยต่างประเทศ**

ฮาน (Han, 2000, pp.145-A) ได้ศึกษาผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 109 คน เพื่อตรวจสอบเชิงประจักษ์ว่า 1) ความสัมพันธ์ระหว่างการปฏิบัติงานใน 3 ด้านของเด็กเหล่านี้และ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดสร้างสรรค์ทั่วไปของเด็กกับการปฏิบัติเชิงสร้างสรรค์ของเด็กใน 3 ด้าน วิธีการศึกษาทำการประเมินการปฏิบัติเชิงสร้างสรรค์ของเด็กๆ ใน 3 ด้าน (ภาษา ศิลปะและคณิตศาสตร์) โดยการเล่านิทาน การทำภาพศิลปะแปะติดและงานสร้างสรรค์ปัญหาคณิตศาสตร์ แล้วให้กรรมการผู้เชี่ยวชาญ 9 คนตัดสิน ทำการวัดทักษะการคิดชิงสร้างสรรค์ทั่วไปของเด็กโดยใช้แบบทดสอบการคิดย่อย 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบการคิดสร้างสรรค์ของ Wallach-Kagan (1965) และแบบทดสอบการคิดที่แยกย่อยออกไปของโลกจริง ผลการศึกษาสนับสนุนว่าความสามารถเชิงสร้างสรรค์ในเด็กเล็กค่อนข้างจะจำเพาะด้าน เด็กๆ แสดงความสามารถเชิงสร้างสรรค์ข้ามกลุ่มสาขาวิชาต่างๆ มากกว่าความสามารถเชิงสร้างสรรค์อย่างเดียวกันในสาขาที่หลากหลายซึ่งแสดงว่ามีความแปรผันระหว่างแต่ละบุคคลมากพอสมควรในความสามารถเชิงสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน แบบวัดการคิดที่แยกย่อยออกไปไม่ได้มีอำนาจมากในการพยากรณ์การปฏิบัติเชิงสร้างสรรค์อย่างน้อยที่สุด 2 ใน 3 ด้านที่ได้ประเมินแล้วแสดงให้เห็นว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะพยากรณ์ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ของเด็กที่เชื่อมั่นได้เพียงด้านเดียว ซึ่งต้องอาศัยความสามารถเชิงสร้างสรรค์ของเด็กในด้านอื่นๆ ด้วยหรือต้องอาศัยความสามารถในการคิดที่แยกย่อยออกไปโดยรวมของเด็ก

บลอริลส์ (Burrill, 2001, pp.293-A) ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบผลของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีต่อกระบวนการเชิงสร้างสรรค์ซึ่งการตรวจสอบที่เกี่ยวข้องระบุถึงการมีความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้กระบวนการเชิงสร้างสรรค์กับการสร้างศิลปะโดย

ใช้ทฤษฎีทางสรีรวิทยาประสาททางสุนทรียศาสตร์และทางจิตวิทยา เครื่องมือวิเคราะห์กระบวนการเคลื่อนไหว ผลการศึกษาพบว่ามีกิจกรรมที่เป็นทางการซึ่งเป็นอุปสรรคต่อกระบวนการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์กิจกรรมที่เป็นทางการจะควบคุมการเคลื่อนไหวทางร่างกายของเด็ก การศึกษาครั้งนี้ชี้แนะไว้ว่า เด็กในกลุ่มอายุ 4 ปีครึ่งถึง 5 ปี สามารถพัฒนาเอกลักษณ์ของตนเองและสติปัญญาได้เป็นอย่างดี โดยใช้การเคลื่อนไหวทางร่างกายและความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ

แมกเกรเกอร์ (Mcgregor, 2001, pp.168-A) ได้ศึกษาจัดหาโปรแกรมการสอนที่ออกแบบเพื่อเพิ่มการคิดสร้างสรรค์ระหว่างนักศึกษาที่เข้าวิทยาลัยและได้รับการกำหนดว่าเสี่ยงต่อการไม่ประสบความสำเร็จทางการเรียนและเพื่อสอบสวนผลของโปรแกรมที่มีต่อทักษะการเรียนการคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการอ่านและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 97 คน นักศึกษาที่เข้าร่วมโปรแกรมเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนช่วงเวลาเชื่อมโยงฤดูร้อนของชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับภาคเรียนฤดูใบไม้ร่วงฤดูแรก ผลการศึกษาสรุปได้ว่า คำวิจารณ์ของนักศึกษาในเชิงปริมาณก่อนและหลังการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแต่มีแนวโน้มของการปฏิบัติในการทดสอบของนักศึกษาที่สังเกตเห็นได้ไม่แตกต่างกัน กลุ่มระดับมันสมองได้ประโยชน์มากที่สุดตลอดช่วงการใช้โปรแกรมและรับรู้ตนเองว่าประสบความสำเร็จในการเตรียมตัวเพื่อเผชิญกับอนาคตทางการเรียน นักศึกษาในกลุ่มการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้รับประโยชน์น้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ และไม่ได้เขียนบ่อยหรือน่าจูงใจเท่ากับที่โปรแกรมการสอนของตนได้ช่วยให้บรรลุสิ่งที่พวกตนต้องการ นักศึกษาทั้งในกลุ่มการแสดงเชิงสร้างสรรค์และกลุ่มที่ไม่ได้รับการช่วยเหลือได้รับประโยชน์เป็นส่วนน้อยในการทดสอบและเขียนถึงโปรแกรมการสอนของตนในเชิงบวก

ฟาร์คาส (Farkas, 2002, pp.1243-A) ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบปกติและการสอนโดยใช้ชุดการสอนที่มีต่อการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติการเอาใจใส่ในการเรียนและความสามารถในการแปลความหมายของนักเรียนชั้นปีที่ 7 ผลการศึกษาพบว่า ในด้านผลสัมฤทธิ์ชุดการสอนที่มีสื่อหลากหลายทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแปลความหมายดีขึ้น

บลอยด์ (Bloyd, 2003, pp.4023-B) ทำการศึกษาเพื่อพิจารณาว่าความทรหดอดทนมีอิทธิพลต่อการเข้าถึงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ภายใต้สภาพที่ตึงเครียดได้อย่างไร วิธีการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลสองครั้ง จากนักศึกษาและลูกจ้างกลุ่มเดียวกันจำนวน 205 คน ที่วิทยาลัยชุมชนแห่งหนึ่งในภาคตะวันตกตอนกลางตลอดเวลา 12 สัปดาห์ในภาคฤดูใบไม้ร่วง คะแนน 2 ครั้ง ให้รูปแบบการมองเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงในการคิดเชิงสร้างสรรค์กับการเปลี่ยนแปลง

ความเครียด ระหว่างผู้ที่มีโครงสร้างความทรหดอดทนต่ำกับผู้ที่มีโครงสร้างความทรหดสูง ใช้แบบทดสอบความทรหดอดทน 2 ฉบับ คือ แบบสำรวจทัศนะส่วนบุคคล 3R และแบบทดสอบความทรหดอดทนสั้นๆ ของ Bartone ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบการผลิตที่ดึงความคิดเชิงสร้างสรรค์และแบบทดสอบฉบับย่อสำหรับผู้ใหญ่ของทอแรนซ์ (Torrance) ความเครียดวัดด้วยแบบประมาณค่าการปรับตัวซ้ำอีก แบบสำรวจประสบการณ์ชีวิตและแบบวัดความวิตกกังวลในลักษณะของรัฐ ผลบ่งชี้ว่าแต่ละบุคคลที่มีความทรหดอดทนต่ำ การเปลี่ยนแปลงการคิดสร้างสรรค์ลดลงในขณะที่ความเครียดเพิ่มขึ้น (r = -.443, p = .002) ข้อมูลสนับสนุนการเพิ่มขึ้นตามที่พยากรณ์ไว้ในการคิดเชิงสร้างสรรค์ ในขณะที่ความเครียดเพิ่มขึ้นสำหรับกลุ่มที่ทรหดอดทนสูง (r = -.318, p = .50) ผลการศึกษาเสนอแนวโน้มที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ทรหดอดทนต่ำกับกลุ่มตัวอย่างที่ทรหดอดทนสูง เมื่อเปรียบเทียบกันที่จุดที่กำหนดให้ในเวลาถึงแม้ว่าไม่มีสหสัมพันธ์เชิงลบพบว่า มีอยู่ระหว่างความเครียดกับการแสดงความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ และพบอีกหลายประการในภาพรวมข้อค้นพบเหล่านี้ให้ความสนใจใหม่ๆ เกี่ยวกับการคิดเชิงสร้างสรรค์อาจช่วยให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างความทรหดอดทนกับความเครียดได้ มีเหตุผลที่เชื่อได้ว่าภายใต้สภาพความเครียด การคิดเชิงสร้างสรรค์อาจจะได้รับความสะดวกจากความทรหดอดทนทางจิตวิทยา

อเนลโล (Aniello, 2004, pp.2755-A) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความคิดสร้างสรรค์ระหว่างนักศึกษาปริญญาตรีในวิทยาลัยพีบอดีของมหาวิทยาลัยแวนเดอร์บิลด์ การศึกษามุ่งเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับอาจารย์ของพวกตนภายในบริบทของเนื้อหา โดยความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับอาจารย์ได้ออกแบบขึ้นภายในกรอบของสภาพแวดล้อมห้องเรียนของวิทยาลัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านระดับการเกี่ยวข้องของอาจารย์และภาพบรรยากาศเข้าร่วมกันกันจากการวัดด้วยคำตอบของนักศึกษา การศึกษาครั้งนี้จะทำกับนักศึกษาปริญญาตรี จำนวน 36 คน ในภาควิชามนุษย์และการพัฒนาองค์กร ในภาคเรียนฤดูใบไม้ผลิปี 2001 ในรายวิชามนุษย์และพัฒนาองค์กร (HOD) 1200 เรื่อง "ความเข้าใจองค์กร" ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จากการทดลองหลังเรียนแสดงว่าการเกี่ยวข้องของอาจารย์และการเข้าร่วมมีผลทำให้มีการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์จากการทดสอบหลังเรียนด้วย มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่แสดงให้เห็นในการเปลี่ยนแปลงความคิดสร้างสรรค์ในระยะตอนเริ่มต้น โดยมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์มากๆ ยิ่งกว่าให้ผู้เรียนมีประสบการณ์เพิ่มขึ้นมากเท่านั้น อย่างไรก็ตามเพศและอิทธิพลของกลุ่มไม่เพียงทำให้ความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไป

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงกับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ การส่งเสริมกระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรมจริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสม มีทักษะกระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของชัยยงค์ พรหมวงศ์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ศึกษา และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในรูปแบบของกระบวนการกลุ่ม โดยนำแนวคิดทฤษฎีของทอแรนซ์ (Torrance) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสงสัย ขั้นปัญหา ขั้นสมมติฐาน ขั้นทดลองและขั้นเผยแพร่ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้เทคนิคที่เน้นการพัฒนาสมองซีกขวาตามแนวทางของวิลเลียม (Willam) ได้แก่ เทคนิคการใช้การเปรียบเทียบเชิงอุปลักษณ์ (metaphor) การคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อ (visual thinking) การใช้จินตนาการ (fantasy) การเรียนรู้โดยประสาทสัมผัสหลายด้าน (multisensory learning) การใช้ประสบการณ์ตรง (direct experience) การคิดหยั่งรู้ (intuitive expression) การวาดภาพ การเดาภาพ การแต่งเติมภาพ การจัดมุมวิทยาศาสตร์ และการเขียนการ์ตูน ซึ่งจะสามารถพัฒนาคุณภาพผู้เรียนได้ตามความมุ่งหมายของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551