บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง เปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงน่ารู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 7e กับการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
    - 1.1 วิสัยทัศน์
    - 1.2 จุดมุ่งหมาย
    - 1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
    - 1.4 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
    - 1.5 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
    - 1.6 คุณภาพผู้เรียน
2. ทฤษฎีเรื่อง แสงน่ารู้
    - 2.1 แสงและสมบัติของแสง
    - 2.2 แหล่งกำเนิดแสง
    - 2.3 การสะท้อนของแสง
    - 2.4 การหักเหของแสง
3. การจัดการเรียนรู้แบบ 7e
    - 3.1 ความหมายจัดการเรียนรู้แบบ 7e
    - 3.2 บทบาทของครูและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบ 7e
4. การจัดการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์
    - 4.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์
    - 4.2 วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์
    - 4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์
    - 4.4 ประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 5.2 องค์ประกอบของความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 5.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    6.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    6.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    6.3 การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    6.4 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    7.1 งานวิจัยในประเทศ
    7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 31-46)

2. จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 5 ประการ ดังนี้

2.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.2 มีความรู้ มีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต

2.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

2.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

3.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

3.1.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

3.1.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิด อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3.1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

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

3.1.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม

ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

3.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอัน-พึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

4. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

4.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 8 สาระหลักดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 : พลังงาน

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชาวิทยาศาสตร์มีสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ คือ

สาระที่ 5 : พลังงาน

4.2 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.3 ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

4.4 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 5: พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงานสมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

5. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สาระการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนการสอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยสาระมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่ในช่วงเวลาสั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

6. คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น

2. เข้าใจลักษณะที่ปรากฏและการเปลี่ยนแปลงของวัสดุรอบตัว แรงในธรรมชาติ รูปของพลังงาน

3. เข้าใจสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ดวงอาทิตย์ และดวงดาว

4. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต วัสดุและสิ่งของ และปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว สังเกต สำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง เขียน หรือวาดภาพ

5. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ

6. แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้ และแสดงความซาบซึ้งต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว แสดงถึงความมีเมตตา ความระมัดระวังต่อสิ่งมีชีวิตอื่น

7. ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จนเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

2. เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติของสารและการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง สารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย

3. เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า

4. เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ

5. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

6. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

7. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้

8. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

9. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

10. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สรุปว่าผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาในส่วนของสาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ทฤษฎีเรื่องแสงน่ารู้

1. แสงและสมบัติของแสง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 17-21) กล่าวว่า แสง คือพลังงานรูปหนึ่งที่ไม่มีตัวตน แต่สามารถทำงานได้ แสงช่วยให้เรามองเห็นสิ่งต่างๆ แสงเปลี่ยนมาจากพลังงานรูปหนึ่งแล้วยังเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ แสงสว่างมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

1.1 ประโยชน์ของแสง

1.1.1 ประโยชน์ทางตรง

- ช่วยในการมองเห็นสิ่งต่างๆ
- ช่วยให้ผ้าที่ตากไว้แห้ง
- ช่วยในการถนอมอาหาร

1.1.2 ประโยชน์ทางอ้อม

- ช่วยทำให้เกิดวัฏจักรของน้ำ
- ช่วยให้เกิดกระแสไฟฟ้าจากโซลาเซลล์หรือเซลล์สุริยะ
- ช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชซึ่งเป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ต่างๆ
- ทำให้มีการประดิษฐ์สิ่งที่ใช้เกี่ยวกับแสง ได้แก่ ทัศนูปกรณ์ต่างๆ เช่น กล้องถ่ายรูป กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ กล้องดูดาว กล้องดูแห่ กล้องสองตา และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวกับการมองเห็น ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างมากมาย

1.2 สมบัติของแสง

1.2.1 แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

1.2.2 แสงเดินทางเป็นเส้นตรง ด้วยอัตราเร็ว 3×10^{3} เมตรต่อวินาที หรือ 186,000 ไมล์ต่อวินาที

1.2.3 แสงมีการสะท้อน การหักเห และการกระจายแสง ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ

2. แหล่งกำเนิดแสง

2.1 ดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดและสำคัญที่สุด เมื่อปี พ.ศ.2209 เซอร์ไอแซก นิวตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ทดลองเกี่ยวกับ เรื่องแสง พบว่าถ้าให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านปริซึม แสงจะเกิดการหักเหออกมาเป็นแสงสีต่างๆ 7 สี เรียกว่า “สเปกตรัม” เริ่มจากแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นไปหาแสงสีที่มีความยาวคลื่นยาวได้ดังนี้ คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง ที่สามารถมองเห็นได้ นอกจากนี้ยังมีรังสีอื่นๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ได้แก่ รังสีเหนือม่วงหรือรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นรังสีที่มีความถี่สูงกว่าแสงสีม่วง และรังสีใต้แดงหรือรังสีอินฟาเรด เป็นรังสีที่มีความถี่ต่ำกว่าแสงสีแดง

2.2 สิ่งมีชีวิต เช่น หิ่งห้อย ปลาบางชนิด

2.3 เทียนไข คบเพลิง หลอดไฟฟ้า เป็นแหล่งกำเนิดที่มาจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานรูปอื่นมาเป็นพลังงานแสง ปริมาณพลังงานแสงที่ส่องออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงใดๆ ต่อหนึ่งหน่วยเวลาหรืออัตราการให้พลังงานแสงของแหล่งกำเนิดแสง มีหน่วยการวัดเป็นลูเมน หลอดไฟฟ้าที่นิยมใช้กันตามบ้านเรือนมี 2 ชนิด คือ หลอดไฟฟ้าแบบไส้ และหลอดเรืองแสง หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในจำนวนวัตต์ที่เท่ากัน หลอดเรืองแสงให้ความสว่างมากกว่าหลอดไฟฟ้าแบบไส้ประมาณ 3-4 เท่า

$$\text{ความสว่าง} = \frac{\text{อัตราพลังงานแสงที่ตกบนพื้น}}{\text{พื้นที่รับแสง}}$$

ถ้าพิจารณาพื้นที่ใดๆ ที่รับแสง ความสว่างบนพื้นที่นั้นหาได้จาก

เมื่อ E เป็นความสว่าง (ลักซ์)

F เป็นอัตราพลังงานแสงที่ตกบนพื้น (ลูเมน)

A เป็นพื้นที่รับแสง (ตารางเมตร)

2.4 ความสว่าง 1 ลักซ์ หมายถึง ความสว่างที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ผิว 1 ตารางเมตร เมื่อแหล่งกำเนิดแสงมีความเข้มแห่งการส่องสว่างเท่ากับ 1 แคนเดลา (cd)

โดยปกติแล้ว ความสว่างในสถานที่ต่างๆ นั้นมาจากแหล่งกำเนิดต่างๆ กัน เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟฟ้า เป็นต้น ถ้าแหล่งกำเนิดแสงอยู่ห่างผิววัตถุมากขึ้น จะพบว่าความสว่างบนผิววัตถุจะน้อยลง แต่ถ้าระยะห่างระหว่างผิววัตถุกับแหล่งกำเนิดแสงมีค่าคงตัว พบว่าแหล่งกำเนิดแสงที่ให้พลังงานแสงในหนึ่งหน่วยเวลาออกมามากว่าก็จะมีความสว่างมากกว่า ในการหาความสว่าง ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่งทำได้โดยใช้เครื่องวัดความสว่างที่เรียกว่า **ลักซ์มิเตอร์** ที่ให้ค่าออกมาเป็น **ลักซ์** โดยตรง ค่าความสว่างที่พอเหมาะกับการใช้งานในสถานที่ต่างๆ ดังตัวอย่างข้อมูลในตาราง ต่อไปนี้

ตาราง 1 ความสว่างที่เหมาะสมในสถานที่ต่างๆ โดยประมาณ

สถานที่	ความสว่าง (ลักซ์)
บ้าน	
ห้องนั่งเล่น ห้องครัว ห้องอาหาร	150 - 300
ห้องอ่านหนังสือ ห้องทำงาน	500-1,000
โรงเรียน	
โรงพลศึกษา หอประชุม	75-300
ห้องเรียน	300-750
ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการ ห้องเขียนแบบ	750-1,000
โรงพยาบาล	
ห้องตรวจโรค	200-750
ห้องผ่าตัด	5,000-10,000

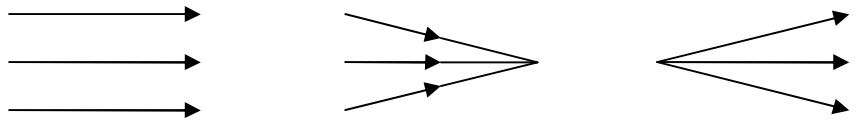
ตาราง 1 (ต่อ)

สถานที่	ความสว่าง (ลักซ์)
สำนักงาน	
บันไดฉุกเฉิน	30-75
ทางเดินภายในอาคาร	75-200
ห้องประชุม ห้องรับรอง	200-750

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 18)

3. การสะท้อนของแสง

การที่เรามองเห็นวัตถุต่างๆ ได้ เพราะมีแสงจากวัตถุนั้นมาเข้าตาเรา ถ้าไม่มีแสงจากวัตถุมาเข้าตา จะเห็นวัตถุนั้นเป็นสีดำ**รังสีของแสง** เป็นเส้นที่แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง เขียนแทนด้วยเส้นตรงมีหัวลูกศร รังสีแสงแบ่งเป็น 3 แบบ คือ รังสีขนาน รังสีลู่เข้า และรังสีลู่ออกวัตถุที่สะท้อนแสงได้ดีจะมีลักษณะเป็นผิวเรียบ มัน เช่น กระจกเงาราบ เป็นต้น



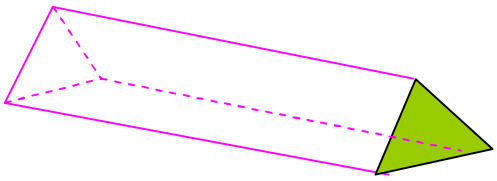
รังสีขนาน รังสีลู่เข้า รังสีลู่ออก

ภาพ 2 รังสีของแสง
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 18)

3.1 ประโยชน์การสะท้อนของแสงบนกระจกเงา

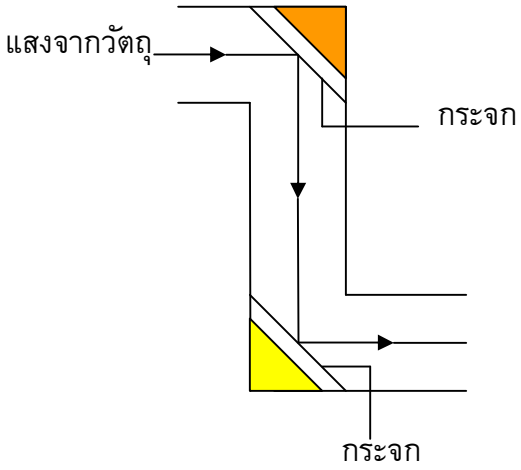
1. ใช้ส่องดูตัวเอง ภาพที่มองเห็นจะเป็นภาพเสมือนมีขนาดและระยะเท่ากับวัตถุ แต่กลับซ้ายเป็นขวากับวัตถุ ซึ่งเรียกว่า “ปรัศวภาวิโลม”

2. ใช้ทำกล้องสลับลายหรือกล้องคาไลโดสโคป ซึ่งทำด้วยกระจกเงาราบยาว 3 แผ่น นำมาประกบทำมุมกัน 60 องศา ดังรูป เมื่อปิดทางด้านหนึ่งแล้วนำกระดาษสีใส่ลงไปแล้วมองเข้าไปดูจะเห็นเป็นลวดลายสวยงามที่เกิดจากการสะท้อนของแสงภายในกล้อง



ภาพ 3 กล้องสลับลายหรือกล้องคาไลโดสโคป
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 19)

3. ใช้ทำกล้องดูแห่หรือกล้องเรือดำน้ำอย่างง่าย (กล้องเพอริสโคป) ประกอบด้วย กระจาเงาระนาบ 2 แผ่นวางทำมุม 45 องศา เพื่อช่วยในการสะท้อนแสง นำไปใช้ส่องดูขบวนแห่ในกรณีที่เรายืนอยู่ด้านหลัง แล้วมองไม่เห็นขบวนแห่



ภาพ 4 กล้องดูแห่หรือกล้องเพอริสโคป
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 20)

4. การใช้กระจกเงาโค้ง (กระจกนูน) ติดข้างรถยนต์เพื่อให้มองเห็นภาพจากด้านหลังให้ได้มุมกว้างกว่าปกติ

5. การใช้กระจกนูนติดไว้ในห้างสรรพสินค้าหรือบริเวณริมถนนซึ่งเป็นทางแยก

6. การใช้กระจกเว้าของทันตแพทย์เพื่อตรวจฟันคนไข้

4. การหักเหของแสง

การหักเหเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางอย่างน้อย 2 ชนิด ที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน การหักเหจะเกิดขึ้นตรงผิวรอยต่อของตัวกลาง ถ้าแสงเดินทางผ่านตัวกลางชนิดเดียว กันแสงจะเดินทางเป็นเส้นตรง

4.1 ชนิดของตัวกลาง

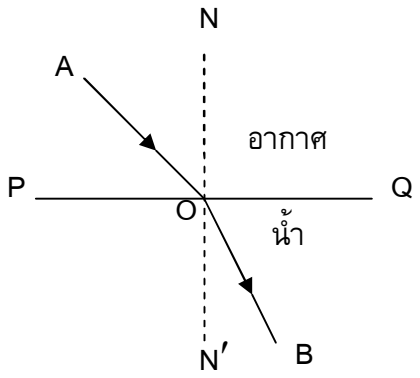
การแบ่งชนิดของตัวกลางโดยการดูทางเดินของแสงผ่านวัตถุต่าง ๆ จะแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ตัวกลางโปร่งใส เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้หมดหรือเกือบทั้งหมดอย่างเป็นระเบียบ สามารถมองเห็นวัตถุอีกชนิดได้ชัดเจน เช่น กระจกใส อากาศ น้ำ กระดาษแก้วใส แผ่นพลาสติกใส เป็นต้น

2. ตัวกลางโปร่งแสง เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้บ้างและไม่เป็นระเบียบ ทำให้การมองเห็นวัตถุด้านตรงข้ามไม่ชัดเจน เช่น กระจกฝ้า กระดาษไข แผ่นพลาสติกขุ่น เป็นต้น

3. ตัวกลางทึบแสง เป็นตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงทะลุผ่าน แต่สะท้อนได้หรือบางชนิดดูดกลืนแสงได้ เช่น ไม้ เหล็ก กระเบื้อง สมุด เป็นต้น

4.2 ส่วนประกอบสำคัญของการหักเห



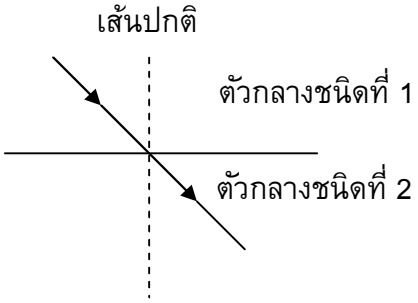
ภาพ 5 การหักเห

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 20)

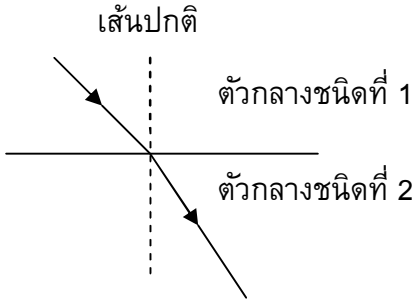
จากรูปอธิบายได้ดังนี้

PQ	คือ ผิวของรอยต่อตัวกลาง 2 ชนิด
NO N′	คือ แนวเส้นปกติ หรือเส้นแนวฉาก
AO	คือ รังสีตกกระทบ
OB	คือ รังสีหักเห
มุม AON	คือ มุมตกกระทบ
มุม BO N′	คือ มุมหักเห

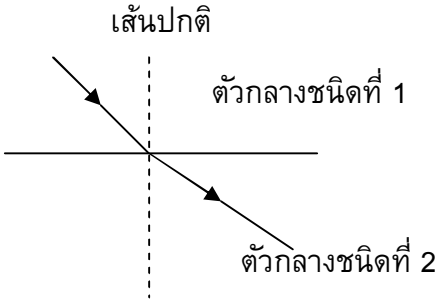
4.3 การเดินทางของแสงผ่านตัวกลาง



ภาพ 6 ตัวกลางที่ 1 และ 2 เป็นตัวกลางชนิดเดียวกัน แสงไม่มีการหักเห
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 21)

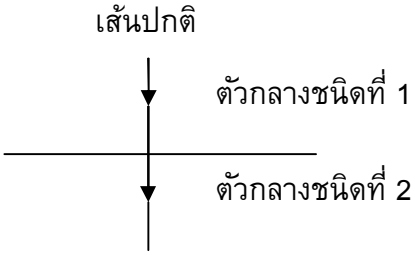


ภาพ 7 แสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ที่มีความหนาแน่นน้อยไปยังตัวกลางที่ 2 ที่มีความหนาแน่นมาก เช่น จากอากาศไปน้ำ รังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นปกติ ทำให้มุมตกกระทบโตกว่ามุมหักเห
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 21)



ภาพ 8 แสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ที่มีความหนาแน่นมากไปยังตัวกลางที่ 2 ที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า เช่น จากแท่งแก้วไปยังอากาศ รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นปกติ ทำให้มุมหักเหโตกว่ามุมตกกระทบ

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 21)



ภาพ 9 แสงเดินทางตกกระทบผิวรอยต่อในแนวตั้งฉากจะเดินทางเป็นเส้นตรงทำให้มองไม่เห็นการหักเหของแสง

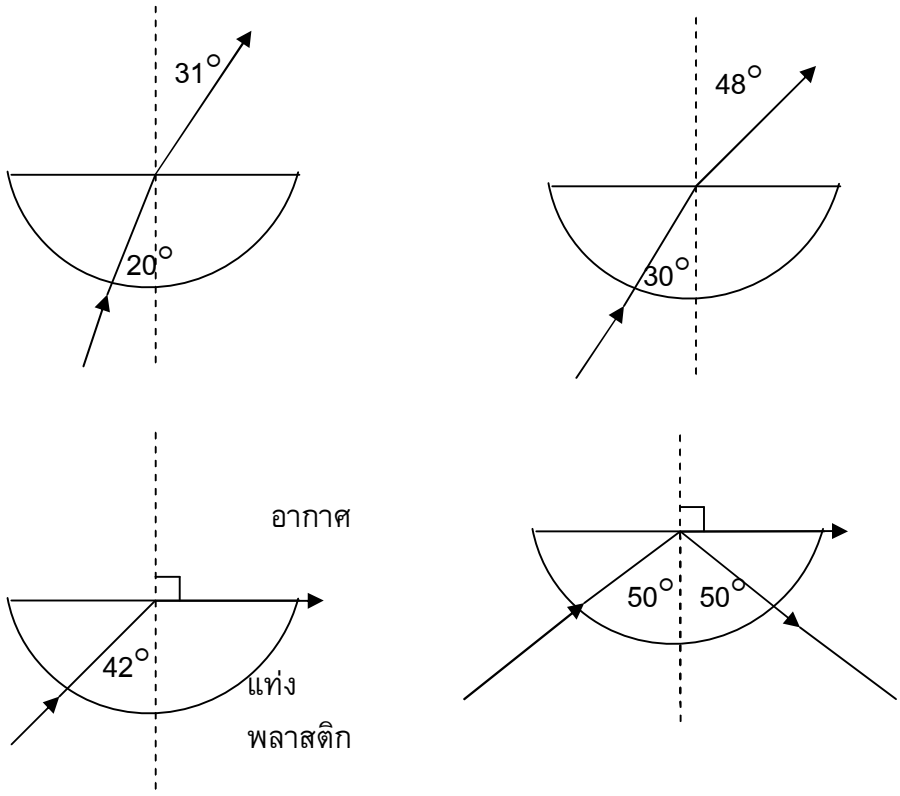
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 21)

การเดินทางของลำแสงที่ผ่านตัวกลางชนิดเดียวกันตลอดจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง แต่ถ้าลำแสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกันที่มีความหนาแน่นต่างกัน แสงจะเกิดการหักเห ซึ่งเป็นไปตามกฎของการหักเห โดยมุมหักเหจะใหญ่หรือเล็กกว่ามุมตกกระทึบขึ้นอยู่กับสมบัติอย่างหนึ่งของตัวกลาง ที่เรียกว่า **ดัชนีหักเห** ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วของแสงในสูญญากาศ ต่ออัตราเร็วของแสงในตัวกลางใดๆ ถ้าลำแสงตกกระทบอยู่ในตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อยกว่ามุมหักเหที่ได้จะเล็กกว่ามุมตกกระทบ ในทำนองเดียวกันถ้าลำแสงตกกระทบอยู่ในตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากกว่า มุมหักเหที่ได้จะโตกว่ามุกตกกระทบ ดังตาราง

ตาราง 2 ดัชนีหักเหและความเร็วของแสงในตัวกลางต่าง ๆ

ตัวกลาง	ดัชนีหักเห	ความเร็วแสง (m/s)
อากาศ	1.00	3.00×10^{8}
น้ำ	1.33	2.23×10^{8}
แอลกอฮอล์	1.36	2.21×10^{8}
แก้ว	1.50	2.00×10^{8}
เพชร	2.42	1.24×10^{8}

มุมวิกฤต คือมุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหกาง 90 องศา เกิดขึ้นได้เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า



ภาพ 10 เมื่อแสงเดินทางจากแท่งพลาสติกครึ่งวงกลมไปยังอากาศ เมื่อมุมตกกระทบกาง 42 องศา จะทำให้มุมหักเหเท่ากับ 90 องศา ดังนั้นมุมวิกฤตของแท่งพลาสติกจึงเท่ากับ 42 องศา

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 22)

ถ้ามุมตกกระทบใหญ่กว่ามุมวิกฤต จะเกิด**การสะท้อนกลับหมดของแสง** ทำให้เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติหลายอย่าง เช่น รุ้งกินน้ำ หรือการเห็นภาพลวงตา เรียกว่า มิราจ เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e)

1. ความหมายการเรียนรู้ 7e

การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e learning cycle) หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะแบบหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง แบ่งขั้นตอนการสอนออกเป็น 7 ขั้นตอน

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 23) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e) หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน หรือกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง

รุจาภา ประถมวงษ์ (2551, หน้า 17) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e) หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาค้นคิดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ลัดดาวัลย์ จิ่มอาษา (2554, หน้า 23) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e) หมายถึง การสอนให้ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกจนทำให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 13) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e) หมายถึง การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบาย หรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เป็นกระเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ

คอสเลท, และเชฟเพท (Collette, & Chiappette, 1986, p.23) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e) หมายถึง การสอนโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่นักเรียนต้องถามคำถามและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยครูต้องสร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัย แปลกใจ สถานการณ์การแก้ปัญหา กิจกรรมอุปมาน หรือกิจกรรมอนุมาน

บีช (Beeth, 1998, p.34) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e) หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะแบบหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการรู้คิด ได้แก่ Intelligibility, Plausibility และ Wide - Applicability ในการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด และพัฒนาการคิดในระดับสูง โดยแต่ละขั้นใช้เทคนิคการรู้คิดเพื่อแสดง ความสามารถของการคิดอย่างมีเหตุผลและสามารถประเมินความเข้าใจของตนได้ โดยการเปรียบเทียบ ชั่งน้ำหนักความน่าเชื่อถือความมีเหตุผลของคิดเดิมกับความคิดใหม่ ๆ ได้ เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกทักษะการรู้คิด มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation phase) โดยใช้การรู้คิดขั้นความสามารถเข้าใจได้ (intelligibility)

2. ขั้นเร้าความสนใจ (engagement phase) โดยใช้การรู้คิดขั้นความสามารถเข้าใจได้ (intelligibility)

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration phase) โดยใช้การรู้คิดขั้นความเชื่อถือได้ (plausibility)

4. ขั้นอธิบาย (explanation phase) โดยใช้การรู้คิดขั้นความสามารถเข้าใจได้ (intelligibility)และขั้นความเชื่อถือได้ (plausibility)

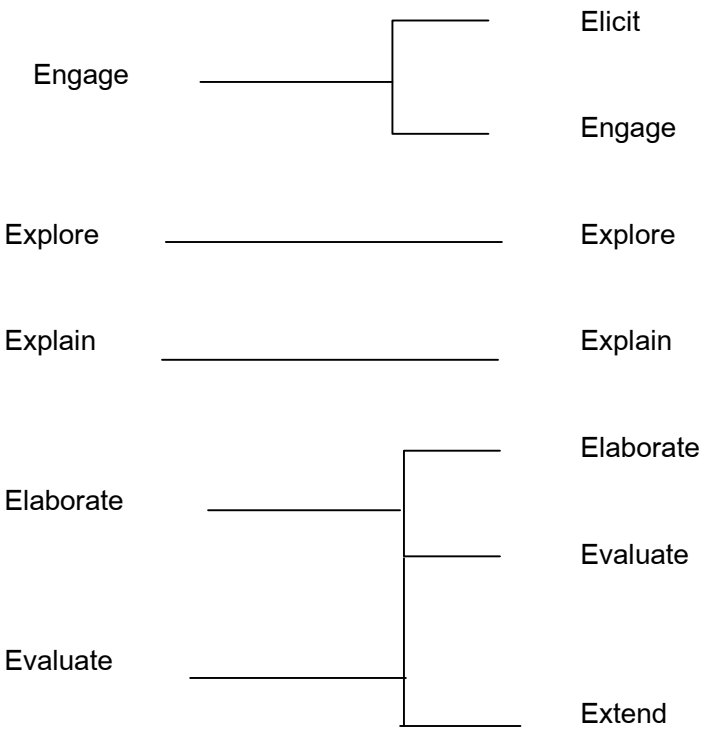
5. ขั้นขยายความรู้ (elaboration phase) โดยใช้การรู้คิดขั้นความสามารถเข้าใจได้ (intelligibility) ขั้นความเชื่อถือได้ (plausibility) และขั้นการใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง (wide-appliciability)

6. ขั้นประเมินผล (evaluation phase) โดยใช้การรู้คิดขั้นความสามารถเข้าใจได้ (intelligibility) และขั้นการใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง (wide-appliciability)

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (extension phase) โดยใช้การรู้คิดขั้นการใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง (wide-appliciability)

บรานส์ฟอร์ด, บราว, และค๊อกกิ้ง (Bransford, Brown, & Cocking, 2000) ได้ขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักร การเรียนรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น เนื่องจากการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ไม่ได้เน้นการถ่ายโอนความรู้ และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลย หรือละทิ้ง เนื่องจากการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็ก จะทำให้ครูได้ค้นพบว่า จะต้องเรียนรู้ อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เกิด การเรียนรู้อย่างมีความหมาย และไม่เกิด

แนวความคิดที่ผิดพลาด และการละเลยหรือเพิกเฉย ในขั้นนี้ทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของเด็ก ซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเพิ่มขั้นมา 2 ขั้น รวมเป็น 7 ขั้น แสดงดังภาพ 11



ภาพ 11 รูปแบบการสอนแบบวัฏจักร การเรียนรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น
ที่มา : บรานส์ฟอร์ด, บราว, และค๊อกกิ้ง (Bransford, Brown, & Cocking, 2000)

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไหร่จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่า นักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนเพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนเองเป็นสำคัญ ในเนื้อหานั้น ๆ

2. ขั้นเร้าความสนใจ (engagement phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่อง ที่สนใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกอย่างรู้ อยากเห็น และสนใจในสิ่งนั้น ๆ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่มเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียน สร้างคำถาม

กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ก็ไม่ได้เป็นการที่จะควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็น หรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษาในการจัดการเรียนรู้สู่ผู้เรียน เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่พัฒนาขึ้นไปในทางที่ดียิ่งขึ้น

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นเร้า ความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลองทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นอธิบาย (explanation phase) ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอ ผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับ สมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถ สร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความคิด (expansion / elaboration phase) เป็นการนำความรู้ ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่า ข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้ที่ได้รับอย่างกว้างขวางขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (evaluation phase) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (extension phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียม โอกาสให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิต ประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้”

อีเซนคราฟ (Eisenkraft, 2003) กล่าวว่า การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7-e learning cycle) หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะแบบหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (inquiry approach) ที่ต้องอาศัยทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง แบ่งขั้นตอนการสอนออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation phase)
2. ขั้นเร้าความสนใจ (engagement phase)
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration phase)
4. ขั้นอธิบาย (explanation phase)
5. ขั้นขยายความรู้ (expansion phase / elaboration phase)
6. ขั้นประเมินผล (evaluation phase)
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (estension phase)

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ 7e หรือ วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น (7e) ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ ประกอบด้วย

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ เดิมออกมา เพื่อจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นความรู้เดิมเท่าไร

2. ขั้นเร้าความสนใจ กระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล ข่าวหรือสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การตรวจสอบ

3. ขั้นสำรวจและค้นหา กระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและให้ผู้เรียนดำเนินการตรวจสอบ สืบค้น รวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การทดลอง การรวบรวมข้อมูล เป็นต้น

4. ขั้นอธิบาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์แปรผล สรุปผล และจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เพื่อให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลการทดลองโดยการอ้างอิงทฤษฎีหรือกฎต่าง ๆ อย่างเป็นเหตุเป็นผล

5. ขั้นขยายความรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้สัญลักษณ์ นิยามคำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่สร้างขึ้นในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหาและนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและค้นคว้าต่อไป

6. ขั้นประเมินผล การประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน และการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนที่ผู้เรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ มีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้ เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้”

2. บทบาทของครูและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารบทบาทของครูและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบ 7e ซึ่งมีผู้รู้และนักการศึกษาได้อธิบายบทบาทของครูและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

ประสาท เนื่องเฉลิม (2550, หน้า 27-30) กล่าวว่า เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อันจะทำให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ ความจริงได้ด้วยตนเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข โดยคำนึงถึงความสำคัญของผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้เสาะแสงหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นผู้ลงมือเลือกเองว่าสนใจเรื่องใด รูปแบบใดที่เหมาะสมกับตนเอง และได้ทำการค้นหาปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา ตัดสินใจลงมือแก้ไขปัญหาและบทสรุปด้วยตนเองในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้น (7e) ในกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และผู้เรียนเองควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือ คอยเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ให้คำแนะนำ เป็นผู้อำนวยการ คอยให้คำแนะนำเมื่อเกิดปัญหาในขณะที่นักเรียนทำการปฏิบัติการด้วยตนเองอยู่คอยตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบความถูกต้องจากผลการกระทำที่ได้ตั้งคำถามไว้ บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ดังนี้

ตาราง 3 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น

ขั้นการเรียน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู้เดิม	- ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้/ประสบการณ์เดิมของนักเรียน - เติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้	- ตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับครู

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นการเรียน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
2. เร้าความสนใจ	- สร้างความสนใจ - กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ดึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน	- ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจ - กระหายอยากรู้คำตอบที่สนใจ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิดเห็น - นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ
3. สำรวจค้นหา	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้นักเรียนเสนอแนะ คำปรึกษาแก่นักเรียน	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐาน - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐาน

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นการเรียน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
4. อธิบาย	- ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด	-ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย
5. ขั้นขยายความรู้	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ใหม่ในสถานการณ์ใหม่ - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้	- นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อน ๆ
6. ประเมินผล	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ ๆ ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้ ทักษะนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ	- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยาน หลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้ - ประเมินตนเองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นการเรียน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
7. นำความรู้ไปใช้	- กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน	- นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรมในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

ที่มา : ประสาท เนื่องเฉลิม (2550, หน้า 27-30)

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2552, หน้า 24-27) กล่าวว่า บทบาทของครูและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ 7e มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม ผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนดึงความรู้ ความเข้าใจจากประสบการณ์เดิมของผู้เรียนหรือทบทวนความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่

บทบาทของครูผู้สอน

1) ตั้งคำถามเพื่อสำรวจความรู้เดิมของผู้เรียน

2) สำรวจค้นหาความรู้หรือความคิดที่ผู้เรียนมีต่อหัวข้อที่ศึกษา

บทบาทของผู้เรียน

- ตอบคำถาม

2. ขั้นสร้างความสนใจ ผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล ข่าวหรือสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การตรวจสอบ

บทบาทของครูผู้สอน

1) สร้างกิจกรรมที่น่าสนใจและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

2) กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น อยากเรียนรู้ของผู้เรียน

บทบาทของผู้เรียน

1) ตั้งคำถาม เช่น อย่างไร ทำไม เพราะเหตุใด

2) แสดงความสนใจต่อเรื่องที่จะเรียน

3. ขั้นสำรวจและค้นหา ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและให้ผู้เรียนดำเนินการตรวจสอบ สืบค้น รวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การทดลอง การรวบรวมข้อมูล เป็นต้น

บทบาทของครูผู้สอน

1) กระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานโดยแก้ปัญหาการทำงานด้วยตัวเอง ไม่ต้องคอยฟังคำชี้แนะจากผู้สอน

2) สังเกตและฟังสิ่งที่ผู้เรียนพูด

3) ในกรณีที่จำเป็น ผู้สอนตั้งคำถามเจาะลึกประเด็นเพื่อช่วยให้การศึกษา สำรวจหรือในการสังเกตของผู้เรียน

4) ให้เวลาผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างเพียงพอ

5) ปฏิบัติตนเป็นที่ปรึกษาของผู้เรียน

บทบาทของผู้เรียน

1) คิดอย่างอิสระ แต่ต้องคงอยู่ในขอบเขตที่นำเสนอ

2) ทดสอบสมมุติฐาน

3) สร้างคำทำนาย หรือสมมุติฐานใหม่

4) ลองหาวิธีการที่ต่างออกไปและอภิปรายร่วมกับเพื่อน

5) บันทึกการสังเกตและความคิด

6) ไม่ด่วนลงความคิดเห็นหรือด่วนสรุป

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เพื่อให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลการทดลองโดยการอ้างอิงทฤษฎีหรือกฎต่าง ๆ อย่างเป็นเหตุเป็นผล นอกจากนี้ผู้สอนยังมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายความคิดของผู้เรียนด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนแสดงหลักฐาน เหตุผลประกอบคำบรรยาย

บทบาทของครูผู้สอน

1) กระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายมโนทัศน์ คำจำกัดความและหลักการด้วยคำพูดของผู้เรียน

2) ถามเพื่อความกระจ่างและปรับแก้ไขจากตัวผู้เรียนเอง

3) ใช้คำจำกัดความ คำอธิบายสั้น ๆ และคำต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่งอย่างเป็นทางการ

4) ใช้ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการอธิบายมโนทัศน์ คำจำกัดความและหลักการ

บทบาทของผู้เรียน

1) อธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และตอบคำถามเพื่อนได้

2) ฟังคำอธิบายของเพื่อนอย่างตั้งใจและอย่างมีวิจารณญาณ

3) ตั้งคำถามต่อการอธิบายของเพื่อน

4) ฟังและพยายามทำความเข้าใจคำอธิบายของผู้สอน

5) เชื่อมโยงประสบการณ์กับกิจกรรมอื่น ๆ

6) ใช้ข้อมูลจากการบันทึกในการให้คำอธิบาย

5. ขั้นขยายความรู้ ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้สัญลักษณ์ นิยามคำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่สร้างขึ้นในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหาและนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและค้นคว้าต่อไป

บทบาทของครูผู้สอน

1) พยายามให้ผู้เรียนใช้คำจำกัดความ มโนทัศน์ และอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้ไป

2) กระตุ้นให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะที่ได้เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

3) ให้ผู้เรียนใช้ข้อมูล หรือหลักฐานที่มีอยู่แล้วตอบคำถาม

บทบาทของผู้เรียน

1) ประยุกต์คำศัพท์ คำนิยามและคำอธิบายที่ได้เรียนรู้ใหม่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

2) ใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือการออกแบบการทดลอง

3) ลงข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลจากหลักฐาน

4) บันทึกการสังเกตและการอธิบาย

5) ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน

6. ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน และการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนที่ผู้เรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยผู้สอนและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

บทบาทของครูผู้สอน

1) สังเกตการณ์ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะใหม่ ๆ ของผู้เรียน

2) ประเมินความรู้ ทักษะ และเจตคติของผู้เรียน

3) พยายามหาหลักฐานที่แสดงว่าผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงความคิดและพฤติกรรม

4) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน

5) ถามคำถามปลายเปิด

บทบาทของผู้เรียน

1) ตอบคำถามของผู้สอนโดยใช้ข้อมูลจากการสังเกตและอธิบายสิ่งที่ได้เรียน

2) แสดงว่าตนเองมีความรู้ ความเข้าใจหรือทักษะเรื่องนั้น ๆ

7. ขั้นความคิดรวบยอด ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดที่ได้จากการเรียนรู้ไปสู่กระบวนการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ต่อไป อาจเริ่มจากการเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างเรื่องที่ศึกษากับเรื่องใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่ยังไม่ได้ทำการศึกษาและนำไปสู่การเริ่มวัฏจักรใหม่

บทบาทของครูผู้สอน
ถามคำถามปลายเปิด
บทบาทของผู้เรียน
ตอบคำถาม

อีเซนคราฟ (Eisenkraft, 2003, p.58) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ 7e หรือการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และ ให้ความสำคัญเกี่ยวกับ การตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้และการตรวจ สอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไร ก่อนก่อนที่จะเรียนรู้ใน เนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นของการเรียนรู้ มีเนื้อหาสาระ ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation phase) ใน ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ

2. ขั้นเร้าความสนใจ (engagement phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ที่จะกระตุ้นโดยการ เสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็น เรื่องที่จะใช้ศึกษา

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นเร้าความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่อง แท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางควรสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นอธิบาย (explanation phase) ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และ

นำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตารางฯลฯการค้นพบในด้านนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใด ก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความคิด (expansion phase/elaboration phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้า เพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อกำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้สึกกว้างขวางขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (evaluation phase) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆ

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (extension phase) ในขั้นนี้เป็นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้ เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้”

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการของอีเซนคราฟ (Eisenkraf) ในการจัดการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น (7e) โดยผู้สอนมีบทบาทในการเป็นผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือเอื้อเฟื้อ และแบ่งปันประสบการณ์ คอยเป็นผู้อำนวยการ โดยจะต้องวางแผนในการจัดสถานการณ์ สร้างสิ่งเร้าให้ผู้เรียนได้คิด ค้นพบได้ด้วยตนเอง ตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบ ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานความเหมาะสม ความถนัดและความแตกต่างระหว่างบุคคล

การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่จะเน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูล การทำโครงงาน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรง ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการศึกษาหาความรู้

1. ความหมายของการจัดการเรียนแบบวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์หรือการสอนแบบวิทยาศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายในลักษณะแตกต่างกัน ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ (2550, หน้า 39) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ไว้ หมายถึงกระบวนการเรียนรู้ที่ได้นำเอาระเบียบวิธีทาง

วิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนพยายามคิดค้นหาวิธีแก้ปัญหาต่างๆ โดยใช้ลำดับขั้นตอนวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาด้วยตนเอง

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 65) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง วิธีแสวงหาความรู้หรือค้นพบความรู้ หลักการหรือข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่มีอยู่ในธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 76) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการเน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นโดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมต่างกันที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนเหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว จะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร (2544, หน้า 6) กล่าวถึงการจัดการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ว่า ครูผู้สอนต้องจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษานักเรียนควรมีส่วนร่วมให้มากที่สุด มีโอกาสค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และได้ฝึกการคิดคามขั้นตอนวิธีการวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาต่างๆได้ และปรับตัวอยู่ในสังคมได้ดี กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือผู้เรียนและกระบวนการเรียนกับผู้สอนและกระบวนการสอนองค์ประกอบทั้งสิงส่วนนี้ มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุผลตามจุดประสงค์และเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

จากการให้ความหมายดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการที่นักเรียนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองอย่างเป็นระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และฝึกคิดด้วยขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์

วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะคล้ายกับวิธีการแสวงหาความรู้ใหม่ๆของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีวิธีสอนที่หลากหลายดังนี้

กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช, และคนอื่นๆ (2550, หน้า 25-44) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้หรือวิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ว่ามีหลายวิธี ดังนี้

1. วิธีสอนโครงงานวิทยาศาสตร์
2. วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน
3. วิธีสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
4. วิธีสอนแบบโมเดลซิปปา
5. วิธีสอนแบบร่วมมือ
6. วิธีสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT)
7. วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์
8. วิธีสอนแบบใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
9. วิธีสอนแบบหมวกหกใบ
10. วิธีสอนแบบกรณีศึกษา
11. วิธีสอนโดยใช้เกม
12. วิธีสอนแบบแก้ปัญหา
13. วิธีสอนแบบบูรณาการ
14. วิธีสอนแบบสตอรีไลน์
15. วิธีสอนแบบความคิดรวบยอด

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 57) ได้กล่าวถึงวิธีสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. วิธีสอนแบบโครงงาน (project method)
2. วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ (scientific method)
3. วิธีความคิดรวบยอด (concept)
4. วิธีสอนแบบทดลอง (laboratory method)
5. วิธีการสอนแบบศึกษากรณีตัวอย่าง (case study techniques)

จากการจัดการเรียนรู้หรือวิธีสอนวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกแบบวิทยาศาสตร์เป็นวิธีแสวงหาความรู้หรือค้นพบความรู้หลักการหรือข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริงโดยมีขั้นตอนในการแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบ

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์วิธีทางวิทยาศาสตร์ หรือระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนวิธีการทำงานที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ใน

การแก้ปัญหา ซึ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักศึกษาหลายท่านได้สรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 10) ได้กำหนดวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตและ/หรือการทดลอง
4. ขั้นสรุปผลการสังเกต และ/หรือทดลอง

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2543, หน้า 33-34) ได้กำหนดวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทดลองและรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. การสรุปผลและการนำไปใช้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) การสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมเป็นขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา เมื่อพบสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดปัญหา จะทำให้เกิดการตั้งปัญหาและคำตอบ ดังนั้น ปัญหาก็คือคำถามที่ต้องการคำตอบ ลักษณะคำถามอาจเป็นคำถามเพื่อหาสาเหตุหรือความสัมพันธ์ระหว่างส่วนที่เป็นสาเหตุกับส่วนที่เป็นผล เช่น เหตุใดเรือทำจากเหล็กจึงลอยน้ำได้ เหตุใดปลาเค็มจึงไม่เน่าเสีย เป็นต้น คำถามที่ตั้งขึ้นควรกำหนดขอบเขตปัญหา มีข้อจำกัดอะไรบ้าง ต้องระบุให้ชัดเจน

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนหรือหาคำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหาโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตสถานการณ์ที่เกิดขึ้น คำตอบที่คาดคะเนนั้นอาจเป็นจริงหรือไม่ก็ได้ ดังนั้น จึงควรหาคำตอบได้หลากหลายแล้วเลือกคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุดมาตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานที่ดีจะช่วยเป็นแนวทางการวางแผนการทดลองได้ถูกต้องชัดเจน

ตัวอย่าง ปัญหา : ของเหลวทุกชนิดนำไฟฟ้าได้หรือไม่
สมมติฐาน : ของเหลวทุกชนิดนำไฟฟ้าได้
หรือ : ของเหลวบางชนิดนำไฟฟ้าได้บางชนิดไม่นำไฟฟ้า

จากสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น จะเลือกมาเพียง 1 สมมติฐาน เพื่อใช้ในการศึกษาหรือออกแบบการทดลอง

ขั้นที่ 3 ทำการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ในขั้นนี้อาจเป็นการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสมมติฐานแล้วทำการทดลอง บันทึกผลการทดลองไว้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองแต่ในบางปัญหา ขั้นนี้อาจเป็นขั้นที่ไปศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆและรวบรวมข้อมูลไว้อย่างเป็นระบบมีการจัดกระทำข้อมูล ให้อยู่ในรูปที่วิเคราะห์ได้ง่าย อาจจัดทำเป็นตาราง แผนภูมิหรือกราฟก็ได้

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำข้อมูลมาตีความหมาย หาความสัมพันธ์ ความเหมือน ความแตกต่าง แล้วใช้เหตุผลประกอบ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปเพื่อหาคำตอบเป็นการตรวจสอบสมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่ เมื่อได้คำตอบแล้วจะมีการสรุปผลเป็นหลักกว้าง ๆ ซึ่งเป็นความรู้ที่ได้จากการค้นพบ เช่น สรุปว่า ของเหลวมีทั้งนำไฟฟ้าและไม่นำไฟฟ้า

วีลซ์ (Weisz, 1965, pp.4-7) ได้กำหนดวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นการสังเกต
2. ขั้นตั้งปัญหา
3. ขั้นตั้งสมมติฐาน
4. ขั้นทดลอง
5. ขั้นตั้งทฤษฎี

โดยผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา สรุปได้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้คือ

1. ขั้นกำหนดปัญหา เมื่อพบสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดปัญหา จะทำให้เกิดการตั้งปัญหาและคำตอบ คำถามที่ตั้งขึ้นควรกำหนดขอบเขตปัญหา มีข้อจำกัดอะไรบ้าง ต้องระบุให้ชัดเจน

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนหรือหาคำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหาโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตสถานการณ์ที่เกิดขึ้น คำตอบที่คาดคะเนนั้นอาจเป็นจริงหรือไม่ก็ได้

3. ขั้นทดลองและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ในขั้นนี้อาจเป็นการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสมมติฐาน แล้วทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง

4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาตีความหมาย หาความสัมพันธ์ ความเหมือน ความแตกต่าง แล้วใช้เหตุผลประกอบ

5. ขั้นสรุปผล นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปเพื่อหาคำตอบเป็นการตรวจสอบสมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่

4. ประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 58) ได้กล่าวถึงประโยชน์และข้อจำกัดในการจัดการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์ ไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ดังนี้

1. ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์

1.1 ฝึกผู้เรียนให้เป็นคนช่างสังเกต มีความระเอียดรอบคอบ ระมัดระวัง มีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง

1.2 ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติจริง หรือศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ

1.3 ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม

1.4 ส่งเสริมให้มีความเป็นประชาธิปไตยรู้บทบาทหน้าที่ มีเหตุผลไม่งมงาย

1.5 สร้างนิสัย ความรับผิดชอบมีความมานะพยายามในการแสวงหาความรู้

1.6 สร้างผู้เรียนให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ ตามเกณฑ์มาตรฐานการศึกษา คือ รู้วิธีการศึกษาค้นคว้า หาความรู้ด้วยตนเองเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต

1.7 ช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นมีกิจกรรมที่น่าสนใจ สร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้ไม่น่าเบื่อ

1.8 ช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจอย่างชัดเจนเกิดความคงทน

1.9 ช่วยให้ผู้เรียนได้วิธีแก้ปัญหา หรือแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบสามารถนำวิธีทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี

ยาเกอร์ (Yager, 1993, pp.8-9) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและจริยธรรม มาใช้ในการแก้ปัญหา การตัดสินใจอย่างมีเหตุผลในชีวิตประจำวันทั้งในขณะทำงานและเวลาว่าง

2. มีส่วนรวมรับผิดชอบในหน้าที่ปฏิบัติทั้งส่วนตัว และตามหน้าที่พลเมือง หลังจากการพิจารณาไตร่ตรอง ผลที่เกิดจากหลายๆทางเลือก

3. ให้เหตุผลโต้แย้งเกี่ยวกับการตัดสินใจ

4. มีส่วนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. แสดงถึงความอยากรู้อยากเห็น ความชื่นชมกับสิ่งต่างๆในโลก

6. เป็นผู้มีความสงสัย มีความรอบคอบ มีเหตุผลและมีความคิดสร้างสรรค์

7. รู้จักไตร่ตรองคุณประโยชน์และโทษ ของการพัฒนาวิทยาศาสตร์

8. มีความเข้าใจและจำบทเรียนได้ดี

9. มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ชีวิต

2. ข้อจำกัดของการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์

2.1 ผู้สอน ต้องมีความสามารถ ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นปัญหา เข้าใจปัญหาคิดวิเคราะห์และสรุป

2.2 ผู้สอนต้องเตรียมแหล่งความรู้ สื่อ อุปกรณ์ให้พร้อม และทำการทดลองก่อนการสอนจริงเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้อง

2.3 ต้องกำกับ ดูแลการปฏิบัติงานของผู้เรียน

2.4 ต้องให้ผู้เรียน สรุปความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนช่วยตรวจสอบ แนะนำและไม่ควรสรุปให้

จากการศึกษาข้างต้น พอสรุปได้ว่า วิธีการเรียนการสอนทุกวิธีย่อมมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ผู้สอนต้องเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะสอน เพราะไม่มีวิธีการสอนใดดีที่สุด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ สามารถชี้ บ่งบอกถึงความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน และเนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สามารถบอกถึงคุณภาพการศึกษา ดังที่

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 4) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมิฉะนั้นก็ต้องอาศัยความรอบรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

ไพศาล หวังพานิช (2551, หน้า 137) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการศึกษาอบรม หรือจากการสอบ การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือระดับความสัมฤทธิ์ผล (level of accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถแค่ไหน ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น ซึ่งการวัดต้องใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ” (performance test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ (Content) อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนรวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์”

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2552, หน้า 20) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนได้รับหลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทราบว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด ก็อาจจะกระทำได้โดยวัดได้จากการสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, หน้า 5) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ในเนื้อหาสาระที่เรียนมาแล้วว่าเกิดการเรียนรู้เท่าใดมีความสามารถชนิดใด โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ลักษณะต่าง ๆ และการวัดผลตามสภาพจริง เพื่อบอกถึงคุณภาพการศึกษาความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รัตนาวรรณ ธนานุรักษ์ (2547, หน้า 34) กล่าวว่า องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในโรงเรียนว่าประกอบด้วย

1. คุณลักษณะของตัวผู้เรียน
2. คุณภาพการสอนของครูและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งคุณลักษณะของตัวผู้เรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด คุณภาพการสอนของครูและปัจจัยอื่น ๆ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์รองลงมา

ปรางทอง ตรีพงษ์ (2550, หน้า 42) สรุปองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ไว้ว่าประกอบด้วย

1. ผู้เรียน รวมถึงแรงจูงใจในการเรียน
2. หลักสูตร เนื้อหา วิธีการวัดการเรียนการสอน สื่อ อุปกรณ์
3. คุณภาพของครูผู้สอน

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย ผลการวัด การเปลี่ยนแปลงและประสบการณ์การเรียนรู้ ในเนื้อหาสาระที่เรียนมาแล้วว่าเกิดการเรียนรู้เท่าใดมีความสามารถชนิดใด โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ในลักษณะต่าง ๆ และการวัดผลตามสภาพจริง เพื่อบอกถึงคุณภาพการศึกษาความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวัดจากแบบทดสอบเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการเรียนรู้ เรื่อง ดิน ประกอบด้วย การกำเนิดของดิน ชนิดของดิน สมบัติของดิน และประโยชน์ของดิน

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 9) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดว่านักเรียนมีความรู้ หรือความสามารถที่เกิดจากการเรียนการสอนมากน้อยปานใด

พัคเคทท์, และแบล็ค (Puckett, & Black, 2000, p.211) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว หรือสิ่งที่เป็นทักษะที่ผู้เรียนได้รับจากการสอน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจจากการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาที่ได้ศึกษามา

3.2 ชนิดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชวาล แพรัตกุล (2552, หน้า 112-115) ได้แบ่งแบบทดสอบเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์หรือภาษา เป็นต้น โดยแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ 1) แบบให้ตอบเสรี และ2) แบบจำกัดคำตอบ ซึ่งคุณประโยชน์ของแบบทดสอบชนิดนี้อยู่ที่สามารถพลิกแพลงให้เหมาะกับสภาพและเหตุการณ์ได้

2.แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบมาตรฐานเป็นตัวอย่างของการกระทำหรือความรู้ของบุคคลแต่ละคนของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ซึ่งรับมาภายใต้สภาพการณ์ที่กำหนด การให้คะแนนเป็นไปตามกฎเกณฑ์และการตีความหมายก็เป็นไปตามตารางเกณฑ์ปกติ แบบทดสอบมาตรฐานผู้สอนใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือรายห้องได้อย่างมั่นใจและประหยัดถูกต้องตามหลักวิชามากกว่าการวัดด้วยวิธีอื่นๆ ใช้สำหรับวัดพิสัยความรู้ของผู้เรียนของแต่ละชั้นและแต่ละกลุ่มว่ามีระดับความรู้ทัดเทียมกัน หรือแตกต่างกัน เพื่อจะได้ปรับปรุงการสอนให้เหมาะสมกับสภาพการณนั้น ๆ ใช้สำหรับแยกประเภทผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ตามความสามารถ เพื่อจะได้เรียนอย่างมีความสุข ใช้ในการวินิจฉัยสมรรถภาพว่าแต่ละคนเก่ง - อ่อน ในวิชาใดบ้าง มากน้อยเพียงใด และเพราะสาเหตุใด

ผดุงชัย ภู่พัฒน์ (2553, หน้า 5-7) วิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้มีหลากหลาย ผู้สอนควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้ที่นิยมใช้ เช่น การทดสอบ การสัมภาษณ์ การสอบถาม การสังเกต การตรวจผลงาน การใช้แฟ้มสะสมงานเป็นต้น แต่ละวิธีสามารถใช้เครื่องมือวัดได้แตกต่างกันตามความเหมาะสม ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 4

ตาราง 4 วิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้และตัวอย่างเครื่องมือ

วิธีการวัด ตัวอย่างเครื่องมือ	วิธีการวัด ตัวอย่างเครื่องมือ
1. การทดสอบ (testing) แบบสอบข้อเขียน (written test)	แบบสอบภาคปฏิบัติ (performance test)
2. แบบวัด (scale)	การสัมภาษณ์ (interview) แบบสัมภาษณ์ (interview guide)
3. การสอบถาม (inquiry) แบบสอบถาม (questionnaire)	การสังเกต (observation) แบบตรวจสอบรายการ (checklist)
4. แบบมาตรประเมินค่า (rating scale)	แบบบันทึก (record)
5. การตรวจผลงาน แบบประเมินผลงาน	การใช้แฟ้มสะสมงาน (portfolio) แบบบันทึก (record)
6. แบบประเมินผลงาน	แบบประเมินตนเอง
7. การใช้ศูนย์การประเมิน	(assessment center method)

ที่มา : ผดุงชัย ภู่พัฒน์ (2553, หน้า 7)

3.3 หลักการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ฮ็อปกิ้นส์, และ แอนทีส (Hopkins, & Antes, 1990, p.155) กล่าวว่า การสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุม และ ถูกต้องตามหลักวิชานั้น มีหลักการสร้างข้อสอบ ดังนี้

1. ควรเขียนข้อสอบในระหว่าง หรือเพิ่งเสร็จสิ้นการเรียนการสอนในเรื่องนั้น ๆ เพราะจะทำให้ผู้เขียนข้อสอบยังจำและเข้าใจในเนื้อหานั้นดีอยู่

2. ข้อสอบต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การศึกษา และ ตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3. ข้อสอบต้องถามในเรื่องที่มีความสำคัญ ไม่ถามในรายละเอียดปลีกย่อย หรือ เรื่องที่ไม่ใช่แก่นสาระของเนื้อหา

4. ข้อสอบต้องถามให้ผู้สอบ ตอบโดยการสะท้อนถึงความรู้ที่ได้จากการศึกษาหลักการสร้างข้อสอบ

5. การเลือกประเภทของข้อสอบต้องคำนึงว่า ข้อสอบจะทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ (needed data) ข้อสอบที่นำมาสอบต้องตรง (straight forwardly) กับสิ่งที่จะวัดให้มากที่สุด

6. ควรมีการศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เช่น จากข้อสอบมาตรฐานคำสั่งต้องกระชับ ชัดเจน ว่าจะให้ผู้สอบทำอะไร ตอบอย่างไร ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และ ถูกต้องไม่ควรลอกข้อความโดยตรงจากหนังสือมาสร้างเป็นข้อสอบ เพราะจะทำให้ผู้สอบตอบได้ง่าย

7. หลีกเลี่ยงข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งไปแนะคำตอบอีกข้อหนึ่ง

8. ควรมีการตรวจสอบ และวิจารณ์ข้อสอบ โดยผู้สอนในรายวิชา หรือระดับชั้นเดียวกันเพื่อปรับปรุงข้อสอบให้ดีขึ้น

3.4 คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 47) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีไว้ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้น มีคุณภาพ เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือวัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดประสงค์ วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้

2. มีความเชื่อมั่นสูง (reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีวัดสิ่งเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก

3. มีความเป็นปรนัย (objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเอง เช่น ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย จะมีความชัดเจนอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้าย คือ แปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน

4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า p อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก ปานกลางและค่อนข้างง่าย

5. มีอำนาจจำแนก (discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ หมายถึง ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับ คนเก่งจะตอบผิดแต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ คนเก่งและคนอ่อนจะตอบถูกและผิดพอ ๆ กัน ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนัก อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่า r อยู่ระหว่าง -1.00 ถึง +1.00 ค่า r เป็นเครื่องหมายลบ หมายความว่า จำแนก

ไม่ได้ คนเก่งตอบถูกน้อยกว่าคนอ่อน r เป็นเครื่องหมายลบ หมายความว่า จำแนกได้ คนก่งตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ข้อสอบที่มีค่า r ใกล้ศูนย์ (r = -0.19 ถึง +0.19) เป็นข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ เพราะคนเก่งตอบถูก พอ ๆ กับคนอ่อน ข้อสอบที่ดีควรมีค่า r อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00

6. มีประสิทธิภาพ (efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มากโดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อยและใช้แรงงานน้อย

7. มีความยุติธรรม (fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน

8. ใช้คำถามถามลึก (searching) ข้อสอบที่ดีต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ

9. ใช้คำถามยั่วยุ (examplary) มีลักษณะที่ท้าทายให้ผู้สอบอยากคิดอยากตอบและทำด้วยความเต็มใจ

10. คำถามจำเพาะเจาะจง (definite) ไม่ถามวงกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือให้คิดได้หลายแง่หลายมุม

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ มีความเที่ยงตรง แม่นยำ ชัดเจน มีความเป็นปรนัย มีความยากง่ายที่สมดุล มีอำนาจจำแนก มีประสิทธิภาพ มีความยุติธรรม ใช้คำถามถามลึก ใช้คำถามยั่วยุ และคำถามจำเพาะเจาะจง เหมาะสมและตรงตามตัวชี้วัดที่กำหนด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนพยายามเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนรู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา หรือเป็นทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ดังนี้

ศรินทิพย์ ภู่สำลี (2542, หน้า 6) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบและเป็นความสามารถในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2545, หน้า 84) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการใช้การคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา

ประดับ จรตระการ (2548, หน้า 36) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทำการทดลอง การแสดงความสามารถของนักเรียนในการแสดงการคิด การปฏิบัติอย่างมีเหตุผล มีระบบโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสะสมอยู่ในตัวผู้เรียนและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและแสวงหาความรู้ได้

พเยาว์ ยินดีสุข (2548, หน้า 9) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทำการทดลอง การแสดงความสามารถของนักเรียนในการแสดงการคิด การปฏิบัติอย่างมีเหตุผล มีระบบโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสะสมอยู่ในตัวผู้เรียนและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและแสวงหาความรู้ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550,หน้า 1) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา

ครอ๊ฟเฟอร์ (Klopfer, 1971, pp.568-573) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่จำเป็นที่จะต้องฝึกฝนให้เกิดขึ้นกับนักเรียนจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เพื่อใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ สามารถนำกระบวนการที่ได้รับการฝึกฝนไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการสังเกต การวัด การทดลองและออกแบบการทดลอง การอธิบาย การสรุปหลักเกณฑ์การพิจารณาเหตุผลเชิงนิรนัย

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1978, p.15) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ความหมายที่สำคัญของกระบวนการในการเสาะแสวงหาความรู้ทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญา

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบเป็นกระบวนการทางปัญญา โดยใช้ความสามารถความชำนาญ ในการเลือกใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหา อย่างถูกต้อง

2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จงรัก สุวโจ (2543, หน้า 24–25) แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. ทักษะในการแสวงหาความรู้ (acquisitive skills) ได้แก่ การฟังอย่างตั้งใจและถามเมื่อสงสัย การสังเกตอย่างถี่ถ้วน การค้นคว้าหาข้อมูล การสืบเสาะหาความรู้โดยการสัมภาษณ์หรือสอบถาม การตั้งปัญหา การรวบรวมข้อมูล การทดลอง วิเคราะห์ ผลการทดลอง

2. ทักษะในการรวบรวม (organization skills) ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ การเรียบเรียงข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่ การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง การจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ การเขียนโครงร่าง การประเมินผล หาวิธีแก้ไข และการวิเคราะห์แล้วนำผลที่ได้ไปใช้

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (creative skills) ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้า การออกแบบความคิดใหม่ การคิดค้นเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ และการสังเคราะห์สิ่งที่มีอยู่ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (manipulative skills) ได้แก่ การใช้และดูแลรักษาเครื่องมือ การสาธิตแสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ การซ่อมแซม การสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ ในการทดลอง และการวัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (communicative skills) ได้แก่การตั้งคำถาม การอภิปราย การเขียนรายงานผลการทดลอง การวิจารณ์ข้อมูล การเขียนกราฟแสดงผลการทดลอง และการถ่ายทอดความรู้

สมชัย โกมล (2549, หน้า 39 - 42) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามลักษณะการนำไปใช้เป็น 3 ประเภท คือ

1. กระบวนการแสวงหาข้อมูลมี 6 กระบวนการ คือ
   1.1 การสังเกต
   1.2 การวัด
   1.3 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
   1.4 การตั้งสมมติฐาน
   1.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
   1.6 การทำนาย
2. กระบวนการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล มี 5 กระบวนการ คือ
   2.1 การจำแนกประเภท
   2.2 การคำนวณ
   2.3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติฯ
   2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.5 การสื่อความหมายข้อมูล

3. กระบวนการตรวจสอบข้อมูล มี 2 กระบวนการ คือ

3.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

3.2 การทดลอง

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 46-51) กล่าวว่า ทักษะที่เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทักษะต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต (observing) คือ การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ผิวกาย ตา หู จมูก และลิ3น เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ปรากฏการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลอย่างละเอียด ถูกต้อง รวดเร็ว แม่นยำ โดยไม่ใช้ความรู้สึก ความคิดของผู้สังเกตเข้าไปเกี่ยวข้อง พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ เช่นน้ำหนัก ขนาดอุณหภูมิ เป็นต้น

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลำดับขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด (measuring) คือ ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยเครื่องมือสำหรับการวัด ค่าที่ได้จากการวัดต้องเป็นตัวเลขและมีหน่วยกำกับตัวเลขที่ได้จากการวัด สามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้อง และใกล้เคียงความเป็นจริงพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (using number) คือ การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัดการ ทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดกรณฑ์ เป็นต้น ใช้ในการสรุปผลการทดลอง การอธิบายและทดสอบสมมติฐาน ค่าใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะทำให้สื่อความหมายชัดเจน และเหมาะสม

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณ มีดังต่อไปนี้

3.1 คำนวณได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

3.2 บอกหรือแสดงวิธีการคิดคำนวณได้

3.3 ระบุหน่วยที่ใช้ได้อย่างถูกต้อง

3.4 นับและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนสิ่งของที่นับได้ถูกต้อง

3.5 ตัดสิน

4. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) คือ การจัดจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือแตกต่างกันกับสิ่งของหรือเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทต่าง ๆ จากเกณฑ์จะต้องมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

4.1 เรียงลำดับหรือบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (speace and space space and time relaionships) ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความชำนาญในการสังเกตรูปร่างของวัตถุ โดยการเปรียบเทียบกับตำแหน่งของผู้สังเกตกับการมองในทิศทางต่าง ๆ กัน โดยการเคลื่อนที่ การผ่า การหมุน การตัดวัตถุ ผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงได้ สังเกตการณ์เคลื่อนไหวของวัตถุโดยสามารถนึกเห็นและจัดกระทำกับวัตถุ และเหตุการณ์เกี่ยวกับรูปร่าง เวลา ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติและภาวะการณ์นั้น หรือความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลาจะมีความสามารถดังต่อไปนี้

5.1 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้

5.2 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

5.4 หาเส้นสมมาตรหรือระนาบสมมาตรของวัตถุได้

5.5 บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยการใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์

5.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุ กับเวลาได้

6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล เป็นความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรือปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น การลงความเห็นจากข้อมูลอาจจำแนกประเภทเป็น 2 ประเภท คือ การลงความเห็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลถ้าฝึกจนเป็นความชำนาญจะช่วยพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐาน

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

6.1 ความละเอียดของข้อมูล

6.2 ความถูกต้องของข้อมูล

6.3 ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น

6.4 ความสามารถในการสังเกต

7. ทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล (manipulating and communicating data) การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการวัดหรือแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การแยกประเภท การจัดเรียงลำดับการสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาพูดหรือภาษาท่าทางเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ต้องการสื่อความหมายให้ชัดเจนและรวดเร็ว องค์ประกอบของการสื่อความหมาย มี 4 ชนิด ได้แก่ ผู้ส่งสาร ผู้รับสาร สาร ช่องทางรับสาร พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

7.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

7.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ได้

7.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

7.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

7.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ใดๆ ด้วย ข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

8. ทักษะการพยากรณ์หรือทำนาย (predicting) เป็นความสามารถในการคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทำนาย จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

สมาคมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science-AAAS, 1998, pp.25-26) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทั้งสิ้น13ทักษะโดยจัดแบ่งออกเป็น 2 หมวดดังนี้

1. ทักษะพื้นฐาน หรือทักษะเบื้องต้น (basic science process skill) ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่ทักษะที่ 1-8 ประกอบด้วย

1.1 การสังเกต

1.2 การวัด

1.3 การจัดจำแนกประเภท

1.4 การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับเวลา

1.5 การคำนวณใช้ตัวเลข

1.6 การลงความเห็นจากข้อมูล

1.7 การจัดการกระทำสื่อความหมายของข้อมูล

1.8 การพยากรณ์หรือการทำนาย

2. ทักษะขั้นบูรณาการ หรือ ทักษะเชิงซ้อน (integrated science process skill) ประกอบด้วย 5 ทักษะได้แก่ทักษะที่ 9-13 ประกอบด้วย

2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.2 การตั้งสมมติฐาน

2.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.4 การทดลอง

2.5 การตีความหมายข้อมูล

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้เป็นทักษะพื้นฐานเบื้องต้น 8 ทักษะคือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจัดจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณใช้ตัวเลข ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการพยากรณ์หรือการทำนาย ส่วนทักษะขั้นบูรณาการหรือทักษะเชิงซ้อนเป็นเนื้อหาที่ไม่เอื้อต่อการจัดการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุวิทย์ มูลคำ (2550, หน้า 17) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนโดยปกตินั้น ถ้าไม่นับสื่ออุปกรณ์และเทคนิควิธีการต่าง ๆ แล้วบุคคลก็นับได้ว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด บุคคลที่กล่าวถึงนี้สามารถแบ่งออกได้เป็นสองฝ่ายด้วยกันคือ ผู้สอนฝ่ายหนึ่งและผู้เรียนอีกฝ่ายหนึ่ง โดยปกติผู้สอนและผู้เรียนจะปฏิสัมพันธ์หรือมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยกัน เว้นแต่ในบางโอกาสที่ผู้สอนอาจจะต้องมีบทบาทมากกว่าและ บางครั้งผู้เรียนก็จำเป็นที่จะต้องมีบทบาทมากกว่าเช่นกัน เมื่อใดที่ผู้สอนมีบทบาทมากกว่าจะเรียกการเรียนการสอนลักษณะนั้นว่า การเรียนการสอนที่เน้นผู้สอนหรือครูเป็นศูนย์กลาง ถ้าผู้สอนมีบทบาทมากกว่าเรียนเมื่อใด เมื่อนั้นการสอนได้เกิดขึ้นแล้ว และเมื่อผู้ใดผู้เรียนเริ่มมีบทบาทมากกว่าผู้สอน เมื่อนั้นการสอนกำลังเปลี่ยนไปสู่การเรียน ข้อสังเกตข้างต้นนี้ย่อมเกิดขึ้นได้และฟังดูดี แต่ในทางครุศาสตร์แล้วถือว่าการสอนคือกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างร้อยรัดเกี่ยวเนื่องผูกพันกัน การพยายามที่จะแยกการเรียนและการสอนออกเป็นอิสระเด็ดขาดจากกัน ก็เท่ากับการแยกครูออกจากศิษย์นั่นเอง ซึ่งอาจไม่ใช่ซึ่งควรกระทำ

1. Participation คือ การให้ผู้เรียนมีบทบาท และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ให้มากที่สุด

2. Process/Product คือ การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ กระบวนการ ควบคู่ไปกับผลงานและข้อความรู้ที่สรุปได้

3. Application คือ การให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

พันธ์ ทองชุมนุม (2551, หน้า 36-41) กล่าวว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญ สามารถเลือกใช้ทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมในการแก้ปัญหาแต่ละด้าน ซึ่งสามารถฝึกฝนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. การพัฒนาทักษะการสังเกต

การสังเกตเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างร่วมกัน ดังนั้นการพัฒนาทักษะการสังเกตจึงเป็นการพัฒนาความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสเหล่านั้น วิธีการที่ครูจะช่วยพัฒนาทักษะการสังเกตของนักเรียนได้แก่การฝึกฝนสิ่งดังต่อไปนี้

1.1 ฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ โดยอาจจะใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างรวมกันได้ เพราะการได้ฝึกใช้บ่อย ๆ จะทำให้ผู้ถูกฝึกเกิดความชำนาญในการบอกข้อมูลที่สัมผัสได้แม่นยำขึ้น

1.2 ฝึกให้นักเรียนได้ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยการสังเกต นอกจากนี้ต้องให้เวลาแก่ผู้เรียนอย่างเพียงพอในการได้ฝึกฝนเพื่อให้เกิดความชำนาญ

1.3 ฝึกให้นักเรียนรู้จักการจัดหมวดหมู่ของสิ่งของที่จะทำการศึกษา เพราะการจัดหมวดหมู่ของสิ่งต่าง ๆ จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความเหมือนหรือความแตกต่างของสิ่งของเหล่านั้นซึ่งถือเป็นการสังเกตภายในตัว

1.4 ฝึกฝนให้นักเรียนได้เล่าหรืออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต เพราะการเล่าหรืออธิบายจะทำให้ผู้เล่าเกิดข้อคำถามกับตนเองว่า ข้อมูลที่มีอยู่มีความสมบูรณ์หรือไม่ ยังขาดอะไรอยู่บ้าง และหากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมต้องทำอย่างไร

1.5 ฝึกฝนให้นักเรียนได้เล่าหรือบรรยายว่า นอกเหนือจากที่ตนเองมีข้อมูลอยู่แล้วถ้าสังเกตต่อไปควรจะมีข้อมูลลักษณะอย่างไร เพราะการคาดคะเนข้อมูลล่วงหน้าดังกล่าวแสดงถึงความละเอียดหรือความเข้าใจในข้อมูลของผู้สังเกตว่า มีความละเอียดรอบคอบในการสังเกตเพื่อให้ได้ข้อมูลในครั้งนั้นมากน้อยเพียงใด

2. การพัฒนาทักษะการวัด

ทักษะการวัดเป็นความสามารถในการเลือกใช้วิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้ในการวัดปริมาณให้มีความเหมาะสมกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ ดังนั้นการพัฒนาทักษะการวัดจึงเป็นการพัฒนาเพื่อฝึกฝนให้นักเรียนเกิดความสามารถในทักษะการใช้วิธีการวัดหรือวิธีการใช้เครื่องมือ การวัดเป็นทักษะที่แสดงถึงความสามารถเชิงปริมาณในการลำดับสิ่งต่าง ๆ ตามคุณลักษณะ ทำให้ทราบความสัมพันธ์ชัดเจนขึ้น วิธีการที่จะช่วยพัฒนาทักษะการวัดสามารถทำได้ ดังนี้

2.1 ให้นักเรียนฝึกการใช้เครื่องมือทุกประเภทให้เกิดความชำนาญทั้งเทคนิคการใช้เครื่องมือและวิธีการวัด

2.2 ให้นักเรียนฝึกการจำแนกประเภทของเครื่องมือว่าเครื่องมือว่าเครื่องมือชนิดใดเหมาะกับการวัดข้อมูลจากแหล่งใด

2.3 ให้นักเรียนฝึกการใช้หน่วยการวัดที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการจะวัดและเครื่องมือวัด

2.4 ให้นักเรียนฝึกการเปลี่ยนหน่วยให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เมื่อเกิดข้อจำกัดหรือความจำเป็น

3. การพัฒนาทักษะการคำนวณ

การพัฒนาทักษะการคำนวณเป็นการพัฒนาการจัดกระทำข้อมูลโดยการบวก ลบ คูณหรือหาร ตามจุดประสงค์ของการอธิบายข้อมูลนั้นๆ ทักษะการคำนวณจึงเป็นทักษะที่แสดงถึงความสามารถที่เป็นนามธรรมของผู้เรียน การคำนวณจะต้องคำนึงถึงหน่วยซึ่งต้องเป็นหน่วยเดียวกันหรือแปลงให้เป็นหน่วยเดียวกันได้ วิธีการที่ผู้สอนจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะในการคำนวณ สามารถทำได้ดังนี้

3.1 ฝึกให้นักเรียนได้ฝึกการคำนวณคือ การบวก ลบ คูณ และหาร ปริมาณต่าง ๆ

3.2 ฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้เครื่องมืออื่น ๆ ที่จะช่วยให้การคำนวณในแต่ละครั้งมีประสิทธิภาพมากขึ้นทั้งความแม่นยำและเวลา

3.3 ฝึกให้นักเรียนได้กะประมาณปริมาณต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความชำนาญในการคำนวณปริมาณเหล่านั้นอย่างหยาบ ๆ เป็นเบื้องต้น

4. การพัฒนาทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภทเป็นความสามารถในการแบ่งประเภทวัตถุ สิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่มหรือเป็นหมวดหมู่โดยเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งการพัฒนาทักษะการจำแนกประเภทจึงเป็นการพัฒนาความสามารถในการจำแนกหรือแบ่งพวก จัดกลุ่มวัตถุ สิ่งของหรือเหตุการณ์ ต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์ที่จะบอกการจำแนกเหล่านั้น ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นเกณฑ์เกี่ยวกับความเหมือนหรือความสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างใดอย่างหนึ่ง การพัฒนาทักษะการจำแนกประเภทสามารถกระทำได้ดังนี้

4.1 ฝึกให้นักเรียนมีการจัดกลุ่มสิ่งของ วัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆโดยใช้เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งที่ครูกำหนดขึ้นมา

4.2 ฝึกให้นักเรียนมีการจัดกลุ่มจำแนกประเภทของวัตถุ สิ่งของหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ที่นักเรียนเป็นคนกำหนดขึ้นมา

4.3 ฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสตรวจสอบสิ่งของ วัตถุหรือเหตุการณ์และอธิบายผลจากการใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกัน

5. การพัฒนาทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา

การพัฒนาทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติและมิติกับเวลา ได้แก่ การพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ เช่น รูปทรงต่าง ๆ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุ เช่น ตำแหน่งของสิ่งของในสนามฟุตบอล เราสามารถพัฒนาทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลาได้ดังนี้

5.1 ฝึกให้นักเรียนได้สังเกตและบอกความแตกต่างของรูป 1 มิติ 2 มิติ และ 3 มิติ ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

5.2 ฝึกให้นักเรียนได้สังเกตภาพของตัวเองจากกระจกว่ามีความเปลี่ยนแปลงอย่างไร

5.3 ฝึกให้นักเรียนสังเกตเงาของวัตถุต่าง ๆ เช่นเงาตึก เงาต้นไม้ ว่ามีลักษณะอย่างไรและมีความสัมพันธ์กับเวลาอย่างไร

6. การพัฒนาทักษะการลงความเห็นข้อมูล

การพัฒนาทักษะการลงความเห็นข้อมูล เป็นการพัฒนาความสามารถในการเพิ่มเติมความคิดเห็นของนักเรียนต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลองอย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือมีการอ้างอิงไว้ วิธีการพัฒนาทักษะการลงความเห็นข้อมูลสามารถกระทำได้ดังนี้

6.1 ฝึกให้นักเรียนไว้ตรวจสอบเหตุการณ์ที่สามารถอธิบายและลงความเห็นได้จากข้อมูลหรือประสบการณ์ที่นักเรียนมีอยู่

6.2 ฝึกให้นักเรียนได้ตรวจสอบเหตุการณ์หรือข้อมูลแล้วลงความเห็นว่าข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่ควรจะมีความเห็นแบบใดและเพราะอะไร

6.3 ฝึกให้นักเรียนได้มีการจัดกลุ่มอภิปรายเพื่อระดมพลังสมอง ในประเด็นดังกล่าวจากบุคคลอื่น ๆ เพื่อหาข้อสรุปจากประเด็นนั้นจากการนำความคิดเห็นทั้งหลายมาวิเคราะห์ร่วมกัน

6.4 ฝึกให้นักเรียนได้มีการจัดกลุ่มอภิปรายหรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือจากประสบการณ์ของผู้เรียน

7. การพัฒนาทักษะการจัดการกระทำสื่อความหมายของข้อมูล

การพัฒนาทักษะการสื่อความหมายเป็นการพัฒนาความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์วัด การทดลองหรือจากแหล่งต่าง ๆ มาจัดกระทำเพื่อนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตัวเลข ตาราง แผนผัง กราฟหรือโมเดลต่างๆ เพื่อสื่อให้ผู้บริโภคข้อมูลดังกล่าวเกิดความเข้าใจง่าย รวดเร็ว และตรงกันในระยะเวลาสั้น วิธีการพัฒนาทักษะการสื่อความหมายสามารถทำได้ดังนี้

7.1 ฝึกให้นักเรียนได้เลือกรูปแบบการเสนอข้อมูลอย่างเหมาะสม

7.2 ฝึกให้นักเรียนได้ตรวจสอบเหตุการณ์ที่สามารถอธิบายได้จากประสบการณ์

7.3 ฝึกให้นักเรียนได้มีการออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่ได้เลือกไว้และให้เหตุผลว่าเหตุใดจึงใช้รูปแบบดังกล่าวในการนำเสนอข้อมูล

7.4 ฝึกให้นักเรียนได้มีการปรับเปลี่ยนการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ จากข้อมูลชุดเดียวกันเพื่อเป็นการฝึกทักษะการนำเสนอข้อมูลหลาย ๆ วิธี

7.5 ฝึกให้นักเรียนได้มีการใช้สื่อหลากหลายเพื่อให้เกิดความชำนาญต่อการใช้สื่อ ต่าง ๆ

7.6 ฝึกให้นักเรียนใช้วิธีการต่าง ๆ มาผสมผสานกันกับสื่อที่มีอยู่เพื่อถ่ายทอดข้อมูล แก่ผู้คนทั่วไปให้สามารถรับทราบได้ง่ายและเข้าใจในข้อมูลนั้น ๆ

8. การพัฒนาทักษะการทำนาย

การพัฒนาทักษะการทำนายเป็นความสามารถในการพัฒนาความสามารถในการพยากรณ์หรือคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะได้พบเหตุการณ์นั้นหรือก่อนการทดลองจะเกิดขึ้นโดยใช้ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ข้อเท็จจริง หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาช่วยในการทำนายหรือให้คำตอบนั้น ดังนั้นจะเห็นว่าการทำนายไม่ใช่การเดา เพราะการเดาเป็นคำตอบพื้นฐานที่ไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอนหรือเชื่อถือได้ แต่การทำนายเป็นการคาดการณ์คำตอบล่วงหน้าบนพื้นฐานที่น่าเชื่อถือได้ วิธีการพัฒนาทักษะการทำนายสามารถทำได้ดังนี้

8.1 ฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการกฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่

8.2 ฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

8.3 ฝึกให้นักเรียนได้ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

8.4 ฝึกให้นักเรียนได้ทำนายและศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลที่ครูได้จัดเตรียมไว้

สรุปได้ว่า การฝึกและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นควรกระทำควบคู่กันไปกับการให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะจะทำให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ มีประสิทธิภาพใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

4. การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 5) ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะต้องแจกแจงให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้นๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียมิได้ในบทหนึ่งๆ ควรจะกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดมิได้ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายอยู่ที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังจะต้องทราบต่อไปอีกว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรจะถือหลักว่าจะใช้การสอบแบบใด จึงจะวัดพฤติกรรมนั้นได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

นอกจากนี้ ยังได้เสนอลักษณะข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะเป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนรู้มาแล้ว

1.3 สถานการณ์นั้น ๆ ต้องมีความเป็นไปไม่ได้ จะต้องเป็นจริงสมเหตุผล

1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.5 สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กะทัดรัด อ่านเข้าใจได้ง่าย แต่ละสถานการณ์ควรใช้สำหรับถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินความจำเป็น

2. การสร้างคำถาม คำถามที่จะให้คำตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาจะมีคุณสมบัติดังนี้

2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้ – ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหา หรือสมมุติ ฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้วเพราะจะกลายเป็นความจำทั้งๆ ที่ดูคำถามเหมือนกับจะวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามรัดกุม บ่งชัดว่าจะให้ตอบเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะให้แสดงความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ก็ต้องเป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ โดยเฉพาะ

2.4 ข้อความ ที่จะให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่อง และกำหนดระดับคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจให้คะแนน

ถ้าเป็นข้อทดสอบให้ตอบสั้นๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้ถามคิดว่าจำเพาะเจาะจงคำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูที่เหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกก็ต้องยอมรับ

ซาว, และพิคาร์ด (Sund, & Picard, 1999, pp. 31-25) กล่าวถึง การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ต้องศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะ เพื่อใช้เป็นแนวทางการประเมินผลดูว่า นักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ หรือไม่ มากน้อยเพียงใด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

อาร์ม โพธิ์พัฒน์ (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิไลลักษณ์ หิงชาลี (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการ

เรียนรู้ตามแนวคอนตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมด มีการคิดวิจารณญาณผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 40 คะแนนและนักเรียนร้อยละ 98 ของนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 40 คะแนน

สุนัสดา สำราญ (2552, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับวิธีสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรินทร์ อ่อนกล (2552, บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิจารณญาณในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาสาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรค์นิยม แบบอินเตอร์แอกทีฟ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการคิดวิจารณญาณในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บัวเรือน เศรษฐี (2553, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของดอกพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.71/79.74 2) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีค่าเท่ากับ .6467 และ 3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริทัย ธโนปจัย (2553, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย ผลการวิจัยพบว่า 1. เด็กปฐมวัยที่ได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 2.65 โดยเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย คือ ทักษะสังเกต ทักษะการสื่อความหมาย ทักษะการจำแนกและทักษะการวัดตามลำดับ ส่วนผลจากการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รายทักษะ ทั้ง 4 ทักษะ สามารถสรุปผลในแต่ละทักษะได้ดังนี้ 1.1 ทักษะการสังเกต การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย ในด้านทักษะการสังเกต ข้อมูลจากการใช้ชุดกิจกรรมและสังเกตพฤติกรรม พบว่า เด็กปฐมวัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกตอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 2.73 1.2 ทักษะการจำแนก การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สำหรับเด็กปฐมวัย ในด้านทักษะการจำแนก ข้อมูลจากการใช้ชุดกิจกรรมและสังเกตพฤติกรรม พบว่า เด็กปฐมวัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการจำแนกอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 2.63 1.3 ทักษะการวัดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย ในด้านทักษะการวัด ข้อมูลจากการใช้ชุดกิจกรรมและสังเกตพฤติกรรม พบว่า เด็กปฐมวัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการวัดอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 2.51 1.4 ทักษะการสื่อความหมาย การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัยในด้านทักษะการสื่อความหมาย ข้อมูลจากการใช้ชุดกิจกรรมและสังเกตพฤติกรรม พบว่า เด็กปฐมวัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสื่อความหมายอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 2.69 2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการทดลอง พบว่า เด็กปฐมวัยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่แตกต่างกันอย่าง ชัดเจน โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง คือ 1.83 และหลังการทดลอง คือ 2.64 แสดงว่ามีความก้าวหน้าในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ย 0.81

จินดารัตน์ แก้วพิกุล (2554, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 6) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชัยณรี แสนเลิง (2554, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น (7e) เรื่อง งานและพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบฝึกทักษะประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น (7e) เรื่อง งานและพลังงาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ

82.55 /86.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 2) ดัชนีประสิทธิผลของแบบฝึกทักษะประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e) เรื่อง งานและพลังงาน มีค่าเท่ากับ 0. 7408 คิดเป็นร้อยละ 74.08 3) นักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกทักษะประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e) เรื่อง งานและพลังงาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยแบบฝึกทักษะประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7e) เรื่อง งานและพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

พงศ์รัตน์ ธรรมชาติ (2555, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยชุดกิจกรรมเคมีพื้นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูลผลการศึกษา พบว่าชุดกิจกรรมเคมีพื้นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.37/85.67 ซึ่งเป็นไป ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่เรียนโดยการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยชุดกิจกรรมเคมีพื้นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงรียนเดชะปัตตนยานุกูล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงที่เรียนโดยการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยชุดกิจกรรมเคมีพื้นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงรียนเดชะปัตตนยา-นุกูล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้โดยการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วยชุดกิจกรรมเคมีพื้นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงรียนเดชะปัตตน-ยานุกูล หลังเรียนอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.61 , S.D. = 0.52)

2. งานวิจัยต่างประเทศ

โคโม (Como,1992.p.387 - A) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาทางสติปัญญาการเรียนรู้ กรบวนทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 ในชนบทของนอร์ธอีสเทิร์น โอไฮโอ (Northeasten Ohio) สหรัฐอเมริกา วิธีวิจัยคือใช้ครู 3 คน สอนนักเรียนเกรด 7 ดังนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ 1 สอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฐจักร กลุ่มที่ 2 สอนด้วยวิธีปกติ ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่าผลการสอนด้วยวัฐจักรการเรียนรู้แตกต่างจากการสอนปกติกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงในกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน แต่พัฒนาการทางด้านพุทธพิสัย กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 า

มอส, อัลบัม, และร็อบ (Moss, Abrams, & Robb, 2001, pp.771-790) สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 จานวน 5 คน ในสหรัฐอเมริกา โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่า นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้วิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์

เบล, และคนอื่น ๆ (Bell, et al., 2003, pp.487-509) สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 จานวน 10 คน ที่เรียนจบโปรแกรมภาคฤดูร้อนที่จัดให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการกับนักวิทยาศาสตร์ในห้องทดลอง โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี แต่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง Bell et al. ได้แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นนี้ว่า อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความเชื่อบางอย่างที่ขัดขวางการทาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านของกิจการทางวิทยาศาสตร์

เอบราฮิม (Ebrahim, 2004,p1232-A) ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบผลกระทบของวิธีการสอน 2 วิธีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาของนักเรียนในประเทศคูเวต คือวิธีการสอนแบบปกติ และวิธีการสอนแบบสืบเสาะเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ 4-E กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 111 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มทดลองจำนวน56 คน ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ส่วนกลุ่มควบคุม จำนวน 55 คน ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4-E ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าวิธีการสอนแบบปกติ

การ์เซีย (Garcia, 2005 ,p. 1067) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เปรียบเทียบการศึกษาแบบดั้งเดิมโดยใช้สูตรของ Hunter และศึกษาบรรยากาศของการเรียนรวมทั้งเจตคติของการเรียนโดยใช้แบบทดสอบ Tree evolution test และแบบทดสอบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้ทำในโรงเรียนระดับก่อนมัธยมศึกษาซึ่งมีนักเรียนอยู่ 160 คน ระดับเกรด 7 นักเรียนสายวิทยาศาสตร์ การเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในเรื่องวิวัฒนาการและเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นสมควรใช้การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นในการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ปรับปรุงนักเรียนที่มีผลการเรียนที่ต่ำจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรการเรียนรู้ ในการเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บิลลิงส์ (Billings,2007,p.840) ได้ศึกษาการประเมินวิธีการจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้และการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ วิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาเพื่อ

ประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนและปฏิกิริยาตอบสนองต่อการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้พบว่า การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ คือเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ด้วยวิธีการที่น่าสนใจ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศกับการจัดการเรียนแบบ 7e และการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ 7e กับการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิด วิเคราะห์ รู้จักแก้ปัญหา ค้นหาปัญหา และกระบวนการต่าง ๆ ด้วยตัวของตัวเอง โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยการ ให้คำแนะนำ ปรึกษา สนับสนุน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบ 7e เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมในปัจจุบัน ที่มีการแข่งขันสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงน่ารู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 7e กับการจัดการเรียนรู้แบบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีคุณภาพตามเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพัฒนาดีขึ้น และสามารถแก้ปัญหาในการเรียนได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ