

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์
4. การคิดวิเคราะห์
5. ทักษะการทดลอง
6. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
7. ความพึงพอใจ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสาน กับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

2.1.1 เรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการ ในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

2.1.1.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

2.1.1.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

2.1.1.3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

2.1.1.4 แรงแและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

2.1.1.5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

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

2.1.1.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิต บนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลกความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.1.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

2.1.2 คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.1.2.1 เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

2.1.2.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

2.1.2.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.2.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.1.2.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

2.1.2.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.2.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

2.1.2.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

2.1.2.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.2.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.2.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.2.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.1.2.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจาก ผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

2.1.2.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.1.2.15 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.1.2.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.1.2.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผล จากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

2.1.2.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแล ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

2.1.2.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือ แก้ปัญหาได้

2.1.2.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมี คุณธรรม ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของ ระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผล ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากร ธรรมชาติในระดับท้องถิ่นประเทศและโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารการเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็กและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว.4.2 : เข้าใจหลักการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

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

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2.1.4 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี

ในการเรียนการสอนวิชาเคมีมุ่งเน้น ใช้กระบวนการสังเกต การสำรวจตรวจสอบการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และทฤษฎี การเรียนการสอนวิชาเคมีจึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ การจัดการเรียนการสอนเคมีจึงมีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

2.1.4.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในรายวิชาเคมี

2.1.4.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิชาเคมี

2.1.4.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี ชีวภาพ

2.1.4.4 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

2.1.4.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาเคมี เทคโนโลยีชีวภาพ มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

2.1.4.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาเคมีและเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

2.1.4.7 เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ความรู้และเทคโนโลยีชีวภาพอย่างสร้างสรรค์

2.1.5 การจัดการการเรียนรู้วิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

การสอนเคมีสำหรับนักเรียนในกลุ่มที่มีความถนัดและประสงค์จะเรียนต่อในระดับสูงในสาขาวิทยาศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเน้นการเรียนรู้ที่ผ่านกระบวนการคิด กระบวนการปฏิบัติ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเองสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายรูปแบบ เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและสิ่งแวดล้อม ครูต้องปรับบทบาทจากผู้ป้อนข้อมูล (Instructor) เป็นผู้ให้คำแนะนำ (Coaching) และผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator) เนื่องจากมีวิธีการที่ผู้เรียนสามารถหาความรู้ซึ่งมีอยู่มากมายได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำกัดอยู่แค่เพียงความรู้ที่ครูถ่ายทอดให้เท่านั้น ในลักษณะนี้ครูจึงทำหน้าที่ในการชี้แนะสำหรับการแสวงหาหรือนำความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการและแหล่งที่จะได้มาซึ่งข้อมูลในการชี้แนะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองนั้น ครูควรใช้วิธีการจัดกิจกรรมหรือใช้สื่อประกอบให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ในการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ฝึกให้คิดตั้งคำถาม และแสวงหาคำตอบอย่างมีเหตุผล การจัดการเรียนรู้ ดังกล่าวต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนค้นหาคำตอบใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิด และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

2.2 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2.1 ความหมายของการเรียนรู้

นักจิตวิทยาหลายท่านให้ความหมายของการเรียนรู้ไว้ เช่น

Kimble (1961) "การเรียนรู้ เป็นการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างถาวรในพฤติกรรม อันเป็นผลมาจากการฝึกที่ได้รับการเสริมแรง"

Hilgard and Bower (1966) "การเรียนรู้ เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม อันเป็นผลมาจากประสบการณ์และการฝึก ทั้งนี้ไม่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่เกิดจากการตอบสนองตามสัญชาตญาณ ฤทธิ์ของยา หรือสารเคมี หรือปฏิกิริยาสะท้อนตามธรรมชาติของมนุษย์"

(Cronbach) "การเรียนรู้ เป็นการแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลง อันเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลประสบมา "

พจนานุกรมของเว็บสเตอร์ (Webster's Third New International Dictionary) " การเรียนรู้ คือ กระบวนการเพิ่มพูนและปรุงแต่งระบบความรู้ ทักษะ นิสัย หรือการแสดงออกต่าง ๆ อันมีผลมาจากสิ่งกระตุ้นอินทรีย์โดยผ่านประสบการณ์ การปฏิบัติ หรือการฝึกฝน"

ธงชัย ต้นทัพไทย (2548, น. 18) กล่าวว่า การเรียนรู้หมายถึง การสร้างปัญญาที่เกิดจากการเรียนรู้การปฏิบัติ โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ให้เป็นความรู้ที่เป็นจริงโดยเรียนรู้จากตนเองปัญญาที่เกิดก็จะเกิดจากประสบการณ์ของตนเองด้วย

ทิสนา แคมมณี (2544, น. 1-3) กล่าวว่า การเรียนรู้มีขอบเขตที่ครอบคลุมความหมาย 2 ประการ คือ การเรียนรู้ในความหมายของ “ กระบวนการเรียนรู้ ” Learning Process หมายถึง ดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนหรือการใช้วิธีการต่าง ๆ ที่ช่วยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้และการเรียนรู้ในความหมาย “ ผลการเรียนรู้ ” Learning Outcome ซึ่งได้แก่ ความรู้ความเข้าใจในสาระต่าง ๆ ความสามารถในการกระทำการใช้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ รวมทั้งความรู้สึกหรือเจตคติอันเป็นผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้นเมื่อกล่าวถึง “ การเรียนรู้ ” สิ่งที่จะต้องเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ ก็คือเรื่อง ทักษะและเจตคติด้วย

Ausubal (1998) อ้างถึงในสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2540 กล่าวว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีมาก่อน ดังนั้นการให้กรอบความคิดแก่ผู้เรียน ก่อนสอนเนื้อหาสาระใด ๆ จะเป็นสะพานหรือสิ่งที่เรียนใหม่ไปเชื่อมโยงยึดเกาะได้ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมาย

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้ หมายถึง การเชื่อมโยงสิ่งที่เป็นความรู้เดิมกับสิ่งที่เป็นความรู้ใหม่เพื่อให้เกิดปัญญาซึ่งจะประกอบด้วย ความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ

2.2.2 จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้

พฤติกรรมกรเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของนักการศึกษาซึ่งกำหนดโดย บลูม และคณะ (Bloom and Others) มุ่งพัฒนาผู้เรียนใน 3 ด้าน ดังนี้

2.2.2.1 ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) คือ ผลของการเรียนรู้ที่เป็นความสามารถทางสมอง ครอบคลุมพฤติกรรมประเภท ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และประเมินผล

2.2.2.2 ด้านเจตพิสัย (Affective Domain) คือ ผลของการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงด้านความรู้ครอบคลุมพฤติกรรมประเภท ความรู้สึก ความสนใจ ทศนคติ การประเมินค่าและค่านิยม

2.2.2.3 ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) คือ ผลของการเรียนรู้ที่เป็นความสามารถด้านการปฏิบัติ ครอบคลุมพฤติกรรมประเภท การเคลื่อนไหว การกระทำการปฏิบัติงาน การมีทักษะและความชำนาญ

2.2.3 องค์ประกอบการเรียนรู้

ธงชัย ต้นทัพไทย (2548, น. 18) ได้กล่าวไว้ว่าการเรียนรู้นั้นถ้าจะได้ผลดีย่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 5 ประการ คือ

1. วุฒิภาวะ (Maturrify) พัฒนาการของบุคคลที่เกิดตามลำดับขั้นตอนการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ วุฒิภาวะของแต่ละบุคคลจะพัฒนาไปตามลำดับขั้นตอนตามวัย ร่างกายสติปัญญาอารมณ์ สังคม

2. ความพร้อม (Readiness) ความพร้อมจะขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะของแต่ละบุคคลทั้งทางร่างกาย อารมณ์ สติปัญญา และสังคม ความแตกต่างของแต่ละบุคคลจะขึ้นอยู่กับการศึกษาที่เหมาะสม

3. แรงจูงใจ (Motivation) เป็นความปรารถนาหรือความต้องการที่จะเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่อยู่ภายใน เช่น ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน ในการแสวงหา ค้นคว้าความรู้ ตามที่ตนเองต้องการ

4. การเสริมแรง (Reinforcement) เป็นการกระตุ้นให้กำลังใจผู้เรียนในการเรียนรู้อการเสริมแรงจะขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่แสดงออกมาด้านใดด้านหนึ่งการเสริมแรงจะมีทั้งด้านที่เป็นบวกและด้านที่เป็นลบ

5. การถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of Learning) เป็นองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เพราะการเรียนรู้ใหม่บางอย่างต้องอาศัยประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานเพื่อเพิ่มพูนความรู้ใหม่ให้เร็วขึ้นกว่าเดิม

Dallard and Miller เสนอว่าการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ

1. แรงขับ (Drive) เป็นความต้องการที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล เป็นความพร้อมที่จะเรียนรู้ของบุคคลทั้งสอง ระบบประสาทสัมผัสและกล้ามเนื้อ แรงขับและความพร้อมเหล่านี้จะก่อให้เกิดปฏิกิริยา หรือพฤติกรรมที่จะชักนำไปสู่การเรียนรู้ต่อไป

2. สิ่งเร้า (Stimulus) เป็นสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้บุคคลมีปฏิกิริยา หรือพฤติกรรมตอบสนองออกมา ในสภาพการเรียนการสอน สิ่งเร้าจะหมายถึงครู กิจกรรมการสอน และอุปกรณ์การสอนต่าง ๆ ที่ครูนำมาใช้

3. การตอบสนอง (Response) เป็นปฏิกิริยา หรือพฤติกรรมต่าง ๆ ที่แสดงออกมาเมื่อบุคคลได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า ทั้งส่วนที่สังเกตเห็นได้และส่วนที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ เช่น การเคลื่อนไหว ท่าทาง คำพูด การคิด การรับรู้ ความสนใจ และความรู้สึก เป็นต้น

4. การเสริมแรง (Reinforcement) เป็นการให้สิ่งที่มีอิทธิพลต่อบุคคลอันมีผลในการเพิ่มพลังให้เกิดการเชื่อมโยง ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองเพิ่มขึ้น การเสริมแรงมีทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้ของบุคคลเป็นอันมาก

2.2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ (learning theory)

การเรียนรู้คือกระบวนการที่ทำให้คนเปลี่ยนแปลง พฤติกรรม ความคิด คนสามารถเรียนรู้ได้จาก การได้ยิน การสัมผัส การอ่าน การใช้เทคโนโลยี การเรียนรู้ของเด็กและผู้ใหญ่จะต่างกัน เด็กจะเรียนรู้ด้วยการเรียนในห้อง การซักถาม ผู้ใหญ่มักเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ที่มีอยู่ แต่การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากประสบการณ์ที่ผู้สอนนำเสนอ โดยการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ผู้สอนจะเป็นผู้ที่สร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ที่จะให้เกิดขึ้นเป็นรูปแบบใดก็ได้ เช่น ความเป็นกันเอง ความเข้มงวดกวดขัน หรือความไม่มีระเบียบวินัย สิ่งเหล่านี้ผู้สอนจะเป็นผู้สร้างเงื่อนไข และสถานการณ์ เรียนรู้ให้กับผู้เรียน ดังนั้น ผู้สอนจะต้องพิจารณาเลือกรูปแบบการสอน รวมทั้งการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism Theories) : รู้จักทั่วไปในทฤษฎี S-R ซึ่งมีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดจากพฤติกรรมที่เป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้า และสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อพฤติกรรมของมนุษย์ ดังนั้น ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม

2. ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive Theories) : เป็นกลุ่มที่อาศัยการใช้เหตุผล เป็นเครื่องมือในการอธิบายปรากฏการณ์ทางจิตวิทยา และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว เพื่อจะได้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมาย

3. ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มมนุษยนิยม (Humanism Theory) : ในกลุ่มนี้จะเน้นความเป็นคนของคน เชื่อว่ามนุษย์เกิดมาพร้อมความดี และมีอิสระที่สามารถนำตนเอง พึ่งตนเอง และทำประโยชน์ในสังคม ดังนั้นการจัดการเรียนคือ การสอนที่เด็กเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการเลือกเรียนในสิ่งที่ตนสนใจ และผู้สอนจำเป็นต้องกระตุ้นและจัดบรรยากาศการเรียนรู้ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียน

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Constructivism Theory) : เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เชื่อว่าโครงสร้างทางปัญญาเป็นผลของความพยายามทางความคิด (Mental effort) ดังนั้น ผู้เรียนจะได้รับการกระตุ้นให้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีการเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยภายใน (ปัญญานิยม) และปัจจัยภายนอก (พฤติกรรมนิยม) ผู้เรียนต้องมีคุณธรรมและสามารถเลือกที่จะเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

2.2.4.1 การเรียนรู้ตามทฤษฎีของ Bloom (Bloom's Taxonomy)

บลูม (Blom) เป็นนักศึกษาวาอเมริกันเชื่อว่า การเรียนการสอนที่จะประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนแน่นอน เพื่อให้ผู้สอนกำหนดและจัดกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งวัดการประเมินผลได้ถูกต้อง และบลูมได้แบ่งประเภทของพฤติกรรมโดยอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาพื้นฐานว่า มนุษย์จะเกิดการเรียนรู้ใน 3 ด้านคือ ด้านสติปัญญา ด้านร่างกาย และด้านจิตใจ และนำหลักการนี้จำแนกเป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาเรียกว่า Taxonomy Of Educational Objectives (อดิญาณ์ ศรีเกษตริน, 2543, น. 72-74 ; อ้างถึงใน บุญชม ศรีสะอาด, 2537 ; Bloom, 1976, p. 18) Bloom ได้แบ่งการเรียนรู้เป็น 6 ระดับ

- 1) ความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) ซึ่งเป็นระดับต่ำสุด
- 2) ความเข้าใจ (Comprehend)
- 3) การประยุกต์ (Application)
- 4) การวิเคราะห์ (Analysis) สามารถแก้ปัญหา ตรวจสอบได้
- 5) การสังเคราะห์ (Synthesis) สามารถนำส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นรูปแบบใหม่ได้ให้แตกต่างจากรูปเดิม เน้นโครงสร้างใหม่
- 6) การประเมินค่า (Evaluation) วัดได้ และตัดสินใจว่าอะไรถูกหรือผิด ประกอบการตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่แน่ชัด

2.2.4.2 การเรียนรู้ตามทฤษฎีของเมเยอร์ (Mayor)

ในการออกแบบสื่อการเรียนการสอน การวิเคราะห์ความจำเป็น เป็นสิ่งสำคัญ และตามด้วยจุดประสงค์ของการเรียน โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ 3 ส่วนด้วยกัน

- 1) พฤติกรรม ควรเป็นพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถสังเกตได้
- 2) เงื่อนไข พฤติกรรมสำเร็จได้ควรมีเงื่อนไขในการช่วยเหลือ
- 3) มาตรฐาน พฤติกรรมที่ได้นั้นสามารถอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดผู้เรียนอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง เนื้อหาควรถูกสร้างในภาพรวมความต่อเนื่อง (Continuity)

2.2.4.3 การเรียนรู้ตามทฤษฎีของบรูเนอร์ (Bruner)

บรูเนอร์ได้เสนอว่า ในการจัดการศึกษาควรคำนึงถึง การเชื่อมโยง ทฤษฎีพัฒนาการ กับทฤษฎีความรู้กับทฤษฎีการสอน เพราะการจัดเนื้อหาและวิธีการสอนจะต้องคำนึงถึงพัฒนาการ และปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับความสามารถในการคิด หรือการรับรู้ การใช้ภาษาที่เหมาะสม รวมถึงการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน บรูเนอร์เชื่อว่าครูสามารถช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมได้โดย ไม่ต้องรอเวลา

บรูเนอร์ให้ความสำคัญกับสมดุลระหว่างผลลัพธ์กับกระบวนการเรียนการสอน และเชื่อว่า มนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง แนวคิดที่สำคัญ ๆ ของ บรูเนอร์ (ทิสนา แจมมณี, 2545, น. 66) มีดังนี้ 1) การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก 2) การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียนและสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ 3) การคิดแบบหยั่งรู้ เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ 4) แรงจูงใจภายใน เป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ 5) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม 6) การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดคือการให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

บรูเนอร์ ได้กล่าวไว้อีกว่าความรู้ถูกสร้างหรือหล่อหลอมโดยประสบการณ์ผู้เรียนมีบทบาทรับผิดชอบในการเรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความหมายขึ้นมาจากแง่มุมต่าง ๆ ผู้เรียน อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง ผู้เรียนเลือกเนื้อหาและกิจกรรมเองและเนื้อหาควรถูกสร้างในภาพรวม

2.2.4.4 การเรียนรู้ตามทฤษฎีของไทเลอร์ (Tyler)

องค์ประกอบหลักหรือวัตถุประสงค์หลักของการเรียนรู้ตามทฤษฎีของไทเลอร์ นั้นประกอบด้วย

1) ความต่อเนื่อง (Continuity) หมายถึง ในวิชาทักษะ ต้องเปิดโอกาสให้มีการฝึกทักษะในกิจกรรมและประสบการณ์บ่อย ๆ และต่อเนื่องกัน

2) การจัดช่วงลำดับ (Sequence) หมายถึง หรือการจัดสิ่งที่มีความง่าย ไปสู่สิ่งที่มีความยาก ดังนั้นการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ ให้มีการเรียงลำดับก่อนหลัง เพื่อให้ได้เรียนเนื้อหาที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

3) บูรณาการ (Integration) หมายถึง การจัดประสบการณ์จึงควรเป็นในลักษณะที่ช่วยให้ผู้เรียน ได้เพิ่มพูนความคิดเห็นและได้แสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกัน เนื้อหาที่เรียนเป็นการเพิ่มความสามารถทั้งหมด ของผู้เรียนที่จะได้ใช้ประสบการณ์ได้ในสถานการณ์ต่าง ๆ กัน ประสบการณ์การเรียนรู้ จึงเป็นแบบแผนของปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างผู้เรียนกับสถานการณ์ที่แวดล้อม

2.2.4.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ 8 ขั้น ของกาเย่ (Gagne)

ทฤษฎีของกาเย่นีจะให้ความสำคัญในการจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้สิ่งเร้า สิ่งแวดล้อมภายนอกกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ และสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ว่ามีการตอบสนองอย่างไร เพื่อที่จะจัดลำดับขั้นของการ

เรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ถูกต้อง ประกอบด้วย

- 1) การจูงใจ (Motivation Phase) การคาดหวังของผู้เรียนเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้
- 2) การรับรู้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Apprehending Phase) ผู้เรียนจะรับรู้สิ่งที่สอดคล้องกับความตั้งใจ
- 3) การปรุงแต่งสิ่งที่รับรู้ไว้เป็นความจำ (Acquisition Phase) เพื่อให้เกิดความจำระยะสั้นและระยะยาว
- 4) ความสามารถในการจำ (Retention Phase)
- 5) ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว (Recall Phase)
- 6) การนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว (Generalization Phase)
- 7) การแสดงออกพฤติกรรมที่เรียนรู้ (Performance Phase)
- 8) การแสดงผลการเรียนรู้กลับไปยังผู้เรียน (Feedback Phase) ผู้เรียนได้รับทราบผลเร็ว จะทำให้มีผลดี และประสิทธิภาพสูง

การสอนด้วยสื่อตามแนวคิดของกาเย่

- 1) เร้าความสนใจ มีโปรแกรมที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เช่น ใช้ การ์ตูนหรือ กราฟิกที่ดึงดูดสายตา
- 2) ความอยากรู้อยากเห็นจะเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียน การตั้งคำถามก็เป็นอีกสิ่งหนึ่ง
- 3) บอกวัตถุประสงค์ ผู้เรียนควรทราบถึงวัตถุประสงค์ ให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียน เพื่อให้ทราบว่าบทเรียนเกี่ยวกับอะไร
- 4) กระตุ้นความจำผู้เรียน สร้างความสัมพันธ์ในการโยงข้อมูลกับความรู้ที่มีอยู่ก่อน เพราะสิ่งนี้สามารถทำให้เกิดความทรงจำในระยะยาวได้เมื่อได้โยงถึงประสบการณ์ผู้เรียน โดยการตั้งคำถาม เกี่ยวกับแนวคิด หรือเนื้อหานั้น ๆ
- 5) เสนอเนื้อหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการอธิบายเนื้อหาให้กับผู้เรียน โดยใช้สื่อชนิดต่างๆ ในรูป กราฟิก หรือ เสียง วิดีโอ
- 6) การยกตัวอย่าง การยกตัวอย่างสามารถทำได้โดยกรณีศึกษา การเปรียบเทียบ เพื่อให้เข้าใจได้ซาบซึ้ง
- 7) การฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดทักษะหรือพฤติกรรม เป็นการวัดความเข้าใจว่าผู้เรียนได้เรียนถูกต้อง เพื่อให้เกิดการอธิบายซ้ำเมื่อรับสิ่งที่ผิด
- 8) การให้คำแนะนำเพิ่มเติม เช่น การทำแบบฝึกหัด โดยมีคำแนะนำ

9) การสอบ เพื่อวัดระดับความเข้าใจ

10) การนำไปใช้ กับงานที่ทำในการทำสื่อควรมี เนื้อหาเพิ่มเติม หรือหัวข้อต่าง ๆ ที่ควรจะรู้เพิ่มเติม

แนวคิดของกาเย่ สามารถนำมาใช้ในระบบการเรียนการสอนได้โดยตรง โดยการสร้างสถานการณ์หรือเหตุการณ์เพื่อสร้างความตั้งใจแก่ผู้เรียน เมื่อผู้เรียนเกิดความสนใจและตั้งใจที่จะเรียนแล้ว ผู้สอนก็แจ้งวัตถุประสงค์ในการเรียนให้แก่ผู้เรียน โดยพยายามเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ได้เรียนมาก่อนหน้ากับความรู้ใหม่ให้เข้ากันได้ จากนั้นก็เสนอบทเรียนใหม่ มีการแนะนำชี้แนวทางในการเรียนเพื่อจะให้เกิดการเรียนรู้ สร้างกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติจริงและแจ้งผลการปฏิบัติงานให้นักเรียนทราบเป็นระยะเพื่อเป็นการประเมิน และมีการสรุปเสริมบทเรียนเพื่อสร้างความแม่นยำและการถ่ายโยงความรู้ไปใช้กับสิ่งอื่น ๆ

องค์ประกอบที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ คือ

- 1) ผู้เรียน (Learner) มีระบบสัมผัสและระบบประสาทในการรับรู้
- 2) สิ่งเร้า (Stimulus) คือ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
- 3) การตอบสนอง (Response) คือ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้

2.3 หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของการสืบเสาะ มีความแตกต่างกันมากมาย ขึ้นอยู่กับแนวความเชื่อและความเข้าใจ พอจะกล่าวเป็นสังเขปดังนี้

การสืบเสาะ หมายถึง วิธีการเรียนรู้ที่มีเงื่อนไขหรือกำหนดให้นักเรียนต้องรับรู้และกำหนดปัญหา ซักถามเกี่ยวกับปัญหาเพื่อติดตามหาคำตอบและรับรู้ว่าการตอบของปัญหาดังกล่าวจะเป็นทั้งผลลัพธ์ที่ได้ และเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาต่อไป (Herron, 1991, pp. 171-181)

การสืบเสาะ หมายถึง การเสาะแสวงหาคำตอบโดยอาศัยวิธีการแก้ปัญหาย่างวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ (Nagalski, 1980, pp. 26-27)

การสืบเสาะ เป็นกระบวนการทางสติปัญญาทั่วไป ที่มนุษย์ใช้เสาะแสวงหาความรู้หรือความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ ดังนั้นจึงเป็นวิธีการหรือกระบวนการคิดนั่นเอง และการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) เป็นกระบวนการหนึ่งของการสืบเสาะทั่วไป (General Inquiry) ที่มุ่งเน้นการหาความรู้-ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ โดยอาศัยความเชื่อกรอบความคิดและข้อตกลงเบื้องต้นเป็นแนวทางในการศึกษา (Welch, 1981, pp. 53-64)

การสืบเสาะ เป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่ครอบคลุมถึงการใช้ยุทธศาสตร์ด้านต่าง ๆ ได้แก่ การแก้ปัญหา การใช้หลักฐาน การใช้ตรรกศาสตร์ การทำความเข้าใจในคุณค่าหรือค่านิยมต่าง ๆ การตัดสินใจ ตลอดจนการรู้จักใช้ระเบียบข้อบังคับการสืบเสาะอย่างเหมาะสม (Harm, 1981, P. 54)

2.3.2 การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และแนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method)

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่นำมาใช้ได้ผลในวิชาวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 ; ศาโรช, 2546 ; จันทรดา, สุวิมล, และ สุรัชย์, 2549) ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ คู่ขนานกับกระบวนการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่ประเด็นทางสังคมและประเด็นเกี่ยวกับบุคคลได้ (National Research Council [NRC], 2000 ; Zion, Michalsky and Mevarech, 2005) Roehrig (2004) กล่าวว่า “การเรียนวิทยาศาสตร์โดยไม่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เหมือนกับการล่องเรือไปโดยไม่มีจุดหมาย” การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผู้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลาย ดังนี้

สาขาชีววิทยา สสวท. (2550) การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า

คณะศึกษานิเทศก์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กลุ่มนิเทศ ติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1, 2549 ; Budnitz, 2003 ; Wikipedia, 2007) การสืบเสาะหาความรู้ คือ การถามคำถามที่สงสัยและเป็นปัญหา ที่สามารถสืบค้นหาคำตอบได้ และสื่อสารคำตอบออกมาได้

Wu and Hsieh (2006) การสืบเสาะหาความรู้ เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย คือ การถามคำถาม ออกแบบการสำรวจข้อมูล การสำรวจข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปผล การคิดค้นประดิษฐ์ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสื่อสารคำอธิบาย

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งครูมีหน้าที่เพียงเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ จัดเตรียมสภาพการณ์และกิจกรรมให้เอื้อต่อกระบวนการที่ฝึกให้คิดหาเหตุผล สืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาให้ได้โดยใช้คำถามและสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เช่น ของจริง สถานการณ์ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจ ค้นหาด้วยตนเอง บรรยากาศการเรียนการสอนให้นักเรียนมีอิสระในการซักถาม การอภิปรายและมีแรงเสริม อาจกล่าวได้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้นั่นเอง

มนมณัส สุกสัน (2543) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศ การสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2541) กล่าวว่า หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ จะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ส่วนครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกแนะนำและให้ความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การสำรวจ และการสร้างองค์ความรู้

Good (1973) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญแต่ละครั้ง จะเป็นตัวกระตุ้นการคิดกับการสังเกตกับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์ คิดค้น ตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างชาญฉลาดสามารถทดสอบได้ และสรุปอย่างมีเหตุผล

Sun And Trowbridge (1973) สรุปลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง และเป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิธีการ ทักษะทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งต้องให้อิสระและให้ผู้เรียนมีโอกาสคิด และเป็นการเรียนที่เน้นการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียน ค้นพบด้วย

ตนเอง และการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะกำหนด เวลาสำหรับการเรียนรู้

2.3.3 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนสามารถเลือกจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ในการสืบเสาะหาความรู้ตามบริบทของผู้สอน ผู้เรียน โรงเรียน และแหล่งการเรียนรู้ที่มีอยู่ตามความเหมาะสม โดยครูเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนได้สำรวจปรากฏการณ์ต่าง ๆ และกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (Hogan and Berkowitz, 2000) เปลี่ยนการสอนที่เน้นให้นักเรียนอธิบายจากในหนังสือเป็นการสำรวจคำถามและหัวข้อที่น่าสนใจต่าง ๆ โดยการชี้ค่านักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Keys and Kennedy, 1999) กล่าวคือให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นตั้งคำถามจากความรู้ที่มีอยู่ ให้คำอธิบาย ตั้งสมมุติฐาน วางแผนการสำรวจ ค้นคว้าอย่างง่าย ๆ รวบรวมข้อมูลจากการสังเกต อธิบายความรู้โดยมีหลักฐานอ้างอิง การพิจารณาคำอธิบายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายของตนเอง การสื่อสารคำอธิบายการตรวจสอบคำอธิบาย (National Research Council, 2000) พิมพันธ์ (2544), ทิศนา (2547) และ Budnitz (2003) ได้ให้แนวทางปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

ผู้สอนมีกระบวนการสอน/กิจกรรมการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดวิเคราะห์ในเรื่องที่จะเรียน จนสามารถตั้งคำถามที่ต้องการจะสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเองได้

ผู้สอนมีเอกสาร วัสดุ หรือสื่อที่ผู้เรียนสามารถใช้ประกอบการคิด วิเคราะห์ หรือการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องที่เรียน

ผู้เรียนมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้/คำตอบโดยใช้กระบวนการหาความรู้ที่เหมาะสม

ผู้สอนมีการช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในการศึกษาวิเคราะห์และสรุปข้อมูล หรือสร้างความรู้ที่มีความหมายต่อตัวผู้เรียน เช่น ทักษะการวิเคราะห์สิ่งที่อ่าน การนำเสนอข้อมูล การอภิปรายและโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานกลุ่ม เป็นต้น

2.3.4 การสืบเสาะหาความรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นการสอนแบบสืบเสาะรูปแบบหนึ่งที่ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวเอง การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ระยะแรกพัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Barman, 1989, pp. 28-31) ในเรื่องการปรับขยายโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Assimilation) การปรับหรือโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Accommodation) และจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Organization) จุดเน้นของพัฒนาการและการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียเจต์ไม่ใช่อยู่ที่การจดจำและการจำแนกชั้นของพัฒนาการทางสติปัญญา หากแต่เน้นผลของการค้นพบองค์ความรู้ในเรื่องการเรียนรู้ของเด็กที่สะท้อนให้เห็นความสามารถในการคิด และ

การกระทำตามธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของเขา (ไพทอร์ย์ สุขศรีงาม, 2545 อ้างถึงใน Reilly and Lewis, 1983, p. 60) ประกอบด้วย 3 ชั้น (Renner and Marek, 1990, pp. 185-199) คือ ชั้นสำรวจ (Exploration) ชั้นสร้าง มโนทัศน์ (Concept Introduction) ชั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept Application) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study : SCIS) ต่อมากลุ่มนักการศึกษาได้พัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน (Barman, 1992, pp. 59-63) ได้แก่ ชั้นสำรวจ (Exploration) ชั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept Introduction) ชั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept Application) และขั้นการประเมินผล (Evaluation)

ต่อมาในปี ค.ศ. 1992 นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนการเรียนรู้แบบวัฏจักรออกเป็น 5 ขั้นตอน (Bybee And Others, 1991, p. 244) ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่หน่วย (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบด้วยคำถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. ชั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้ว มาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้ เป็นการเน้นนักเรียนเป็นสำคัญกระตุ้นความไม่สมดุลความคิดของนักเรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด ครูอาศัยทักษะการถามเพื่อ แนะนำแนวทางการเรียนรู้ และต้องไม่อธิบายแนวคิดด้วย

3. ชั้นอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนกิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจจะประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลอภิปรายครูจะหาสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน เพื่อว่าแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนจะได้รับการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกันครูเลือกและจัดสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนที่พึงประสงค์ครูขอให้นักเรียนใช้ข้อมูลจริงครูแนะนำให้รู้จักภาษาเฉพาะที่ต้องการแนวคิดให้มาก จะช่วยนำไปสู่การปรับขยายความคิดดังที่ทฤษฎีเพียร์เจต์อธิบายไว้ นักเรียนต้องมุ่งมั่นข้อค้นพบเบื้องต้น จากการสำรวจของพวกตนครูงดจากการบอกนักเรียนในสิ่งที่นักเรียนควรจะค้นพบแล้ว ถึงแม้ว่าความเข้าใจของนักเรียนยังไม่สมบูรณ์ และสามารถช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนเองสร้างแนวคิดที่ถูกต้องได้

4. **ขั้นขยายความคิด (Expansion)** ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะช่วยให้ นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวคิดหลักของตนเองในกรณีที่สอดคล้อง หรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใดรวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้ภาพรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท.) (2546) และ สาขาวิชาชีววิทยา สสวท. (2550) ได้กล่าวถึงแต่ละขั้นตอนไว้ดังนี้

1. **การสร้างความสนใจ** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ชั่วๆ หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย ใครรู้ อยากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาการศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูสามารถจัดกิจกรรมได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูลเล่าเรื่อง/เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า/อ่านเรื่อง อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจ ที่ น่าสงสัยแปลกใจ

2. **การสำรวจและค้นคว้า** นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูลวางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3. **การอธิบาย** นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุป และอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิง และหลักฐานชัดเจน

4. การขยายความรู้

4.1 ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลองเพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระฉับในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้นหรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5. การประเมิน ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิตเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปรายประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหาให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์ เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

บทบาทของครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

การที่จะจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องมีคุณสมบัติและปฏิบัติหน้าที่ในประเด็นหลัก ๆ ต่อไปนี้ โดยตัวครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกต้อง มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ และรู้ความสามารถของตนเอง ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ครูวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทเป็นผู้เรียนรู้เสมอภาคกับผู้เรียน ไม่ใช่ครูเป็นผู้นำการเรียนรู้ และสนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ร่วมมือร่วมใจและมีความรับผิดชอบ ในการทำงาน ให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น และให้นักเรียนเข้าใจว่าพฤติกรรมและการปฏิบัติอะไรที่ต้องแสดงออกมา (NRC, 2000) ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน จะประสบความสำเร็จ นอกจากประเด็นดังกล่าวข้างบนแล้ว ในแต่ละขั้นตอนครูต้องแสดงบทบาทของตนเองดังตารางที่ 2.1 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2550)

ตารางที่ 2.1

บทบาทครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

ขั้นตอนการเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
1. การสร้างความสนใจ	<ol style="list-style-type: none"> 1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด 4. ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือแนวคิดหรือเนื้อหา 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายแนวคิด 2. ให้คำจำกัดความและคำตอบ 3. สรุปประเด็นให้ 4. จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ 5. บรรยาย
2. การสำรวจและค้นหา (Explore)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ 2. สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน 3. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 4. ให้นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ 5. ทำหน้าที่ให้ปรึกษาแก่นักเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมคำตอบไว้ให้ 2. บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา 3. จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ 4. บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก 5. ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา 6. นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	สิ่งที่ควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
3. การอธิบาย (Explain)	<ol style="list-style-type: none"> ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผล และอธิบายให้กระจ่าง ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความ และชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด 	<ol style="list-style-type: none"> ยอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐาน หรือให้เหตุผลประกอบ ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิด หรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	<ol style="list-style-type: none"> คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ให้นักเรียนอธิบายอย่างมีความหมาย ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร 	<ol style="list-style-type: none"> บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก ใช้เวลามากในการบรรยาย นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน อธิบายวิธีแก้ปัญหา

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
5. การประเมินผล (Evaluate)	<ol style="list-style-type: none"> 1. สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ 2. ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน 3. หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม 4. ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม 5. ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง 2. ให้แนวคิดใหม่ 3. ทำให้คลุมเครือ 4. ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะ

สรุป

การนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้ สิ่งที่ครูควรระลึกอยู่เสมอในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการสอนนี้ คือ การจัดเตรียมกิจกรรม ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน เมื่อครูเตรียมกิจกรรมแล้ว ครูควรพิจารณาตรวจสอบบทบาทของครูและนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนว่าสอดคล้องกับรูปแบบการสอน 5E หรือไม่ เพื่อครูจะได้ปรับหรือพัฒนา กิจกรรมให้สอดคล้องกับรูปแบบการสอน รูปแบบการสอนนี้สามารถสะท้อนให้เห็นว่า ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร และผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ดังนั้น รูปแบบการสอนนี้เป็นทั้งรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนและเป็นรูปแบบการสอนของครู

นอกจากนี้แล้วยังมีบรรยากาศการเรียนการสอนที่เป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อให้ผู้เรียนอยากสืบเสาะหาความรู้ ครูผู้สอนและนักเรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศ ครูจะเป็นผู้ริเริ่มสร้างบรรยากาศ ผู้เรียนเป็นผู้ตอบสนองและเพิ่มสีสันให้กับบรรยากาศการเรียนการสอนให้เป็นที่ไปในรูปแบบต่าง ๆ

1. การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คำว่า “บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์” ตามความหมายในพจนานุกรมไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542 ยังไม่ได้บัญญัติคำนี้ไว้ แต่ได้ให้ความหมายของคำว่า “ปฏิบัติการ” ซึ่งหมายถึงการทดลอง พิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎี นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายในลักษณะที่เป็นการสอนวิธีหนึ่งที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

วิมล สําราวานิช (2532, น. 79-80) ได้ให้ความหมายการสอนแบบปฏิบัติการหรือการทดลอง (Laboratory Method) ว่าการทดลองหมายถึง การที่นักเรียนได้ทำงาน ได้ปฏิบัติ และเรียนรู้จากการทดลองด้วยตนเองภายใต้การแนะนำของครูซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกันขณะปฏิบัติการทดลอง ได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ รู้จักรับผิดชอบงานร่วมกัน

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, น. 167-168) ได้ให้ความหมายการสอนแบบทดลอง (Experimental Method) ว่าเป็นการสอนเพื่อจัดประสบการณ์ในการทดลองและการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนให้มีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อเท็จจริง กฎ หลักการหรือทฤษฎีได้ถูกต้อง เป็นการทดลองเพื่อทดสอบหรือยืนยันสิ่งที่ทราบคำตอบแล้วและเป็นการปฏิบัติการเพื่อแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นการเน้น การหาแนวทางในการแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองโดยใช้การทดลองเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2541, น. 68) ได้ให้ความหมายการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (Laboratory) คือ การสอนที่ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยทำการทดลองปฏิบัติการฝึกการใช้ทฤษฎีโดยผ่านการทดลอง

อรอุมา ละมุล (2541, น. 14) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการอันเป็นหัวใจวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้มีโอกาสปฏิบัติการร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง มีโอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ของวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ

พองฤดี พวงประดิษฐ (2546, น. 14) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงโดยผ่านสื่อ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยฝึกทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้แนะนำปรึกษาและดูแล

สันติ พันธุ์ชัย (2553, น. 34) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คือ ชุดการทดลองหรือชุดปฏิบัติการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำการทดลองด้วยตนเอง เป็นผู้วางแผนการทดลอง เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ ดำเนินการทดลอง การสังเกต บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ผล แปลผลและสรุปผลด้วยตนเองช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบหรือยืนยันสิ่งที่ทราบคำตอบแล้วและแสวงหาความรู้ใหม่ภายใต้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดของครูผู้สอน

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, น. 87-88) ได้ให้ความหมาย วิธีสอนแบบทดลอง (Experimental Approach) ว่าวิธีสอนแบบทดลองเป็นเทคนิควิธีสอนแบบหนึ่งของวิธีสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นการพิสูจน์หรือหาคำตอบที่นักเรียนสงสัย หรือคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานแล้ววางแผนการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำการทดลองด้วยตนเอง หาแนวทางในการแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองโดยใช้การทดลองเป็นศูนย์กลาง เพื่อทดสอบหรือยืนยันสิ่งที่ทราบคำตอบแล้วและแสวงหาความรู้ใหม่ภายใต้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดของครูผู้สอน เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ที่เป็นข้อเท็จจริง กฎ หลักการหรือทฤษฎีได้ถูกต้อง

2. จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

2.1 เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจความคิดแบบวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจในกิจกรรมของมนุษย์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

2.2 เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น ทักษะการสืบสอบ ความพึงพอใจเจตคติ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่น ๆ ได้

2.3 เพื่อช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เกิดความรู้สึกรักชอบซึ่ง และเลียนแบบบทบาทของนักวิทยาศาสตร์

2.4 เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีและแบบจำลองรวมทั้งเข้าใจต่อความมีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.5 เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และความสามารถทางสติปัญญา

2.6 เพื่อพัฒนาความสามารถทางการปฏิบัติการ

สรุปได้ว่า การเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อมุ่งพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีอยากรู้อยากเห็น มีความพึงพอใจและสามารถนำทักษะต่าง ๆ ไปใช้แก้ปัญหาได้

3. รูปแบบการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

วิมล สำนวนานิช (2532, น. 80-81) ได้กำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเป็น 2 แบบดังนี้

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) เป็นการทดลองที่ครูกำหนดปัญหาไว้ก่อนบอกวิธีการแก้ปัญหาและอื่น ๆ ไว้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งชี้แจงในคู่มือการทดลอง (Lab Direction) ก็สามารถได้คำตอบจึงเป็นรูปแบบที่เก่าแก่เป็นการปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์หลักการในบทเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory Works) เป็นการทดลองที่ให้นักเรียนค้นหาคำตอบเองโดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเมื่อได้แนวทางแล้วจึงนักเรียนแยกทำการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาอธิบายหน้าชั้นอีกครั้งซึ่งถือเป็นการทดลองในแบบที่ส่งเสริมสมรรถภาพทางความคิดของนักเรียน เป็นรูปแบบที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบสอบ (Inquiry Model) เน้นให้นักเรียนได้ค้นและสืบสอบในหลักการที่วิเคราะห์วิจารณ์ในห้องเรียน นักเรียนมีการวางแผนการทดลองซึ่งประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐานและสร้างแบบการทดลองตามลำดับแล้วจึงลงมือทดลองตามแบบที่กำหนดไว้ ซึ่งครูควรฝึกนักเรียน โดยเริ่มจากการทดลองแบบสำเร็จรูปก่อนแล้วค่อย ๆ ลดการกำหนดแนวทางของครูจนนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2543, น. 87-88) ได้กำหนดชนิดของวิธีสอนแบบทดลองแบ่งได้ 3 ชนิดคือ

1. วิธีสอนแบบทดลองตามบทปฏิบัติการหรือตามแบบฝึก (Laboratory Approach or Cookbook Experiment) โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนปฏิบัติตามใบงานการทดลอง (Lab Sheet) ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้เรียบร้อยโดยมุ่งหวังให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในข้อเท็จจริงหรือมโนคติและเน้นการตรวจสอบหลักการ กฎ และทฤษฎี

2. วิธีสอนแบบทดลองโดยมีการชี้แนะ (Guided Experiment) มุ่งเน้นให้นักเรียนได้คิดออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูคอยตั้งคำถามชี้แนะแนวทาง

3. วิธีสอนแบบทดลองที่แท้จริง (Pure Experiment) มุ่งเน้นให้นักเรียนมีวิธีการในการคิด ทั้งด้านการเลือก กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน แต่ก็มีความสัมพันธ์กันซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งในด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ ดังนั้นครูควรฝึกนักเรียนโดยเริ่มจากการทดลองแบบสำเร็จรูปก่อน เพื่อเป็นการฝึกทักษะปฏิบัติการให้กับ

นักเรียนแล้วค่อยๆลดการกำหนดแนวทางของครูจากการทดลองแบบสำเร็จรูป จนนักเรียนสามารถคิดสืบสอบและวางแผนการทดลองจนสามารถแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

4. หน้าที่และบทบาทของครูในการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ประวิตร ชูศิลป์ (2524, น. 5-6) และวิมล สำราญวานิช (2532, น. 83-84) ได้กล่าวถึงหน้าที่และบทบาทของครูในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ซึ่งครูมีหน้าที่และบทบาทสำคัญที่จะช่วยเหลือแนะแนวทางให้นักเรียนพบความสำเร็จในการทดลอง โดยแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

1. หน้าที่ก่อนทดลองหรือการอธิบายก่อนทดลอง (Pre-Lab Discussion) โดยครูต้องเตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น เป็นการแนะแนวทางเพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไป หน้าที่โดยตรงของครูได้แก่ การกำหนดจุดหมายให้ชัดเจน ทดลองด้วยตนเองก่อน วางแผนและกำหนดวิธีแก้ปัญหา เตรียมความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์ แบ่งกลุ่ม นักเรียนตามความเหมาะสม ถ้าเป็นการทดลองแบบสำเร็จรูปครูต้องจัดทำคู่มือการทดลอง ให้พร้อม รวมทั้งวางแผนเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล

2. หน้าที่ระหว่างนักเรียนทำการทดลองหรือการให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) ครูต้องคอยดูแลให้คำแนะนำต่าง ๆ อย่างใกล้ชิด คอยเตือนเรื่องความปลอดภัย กำหนดเวลาให้พอเหมาะสำหรับการทดลองแต่ละเรื่อง ควบคุมดูแลให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทดลอง หรือการทำงานเป็นกลุ่มรวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต และบันทึกผลการทดลอง

3. หน้าที่หลังการทดลองหรือการอภิปรายผลการทดลอง (Post-Lab Discussion) ครูต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองที่รวบรวมได้สรุปเป็น กฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ ในส่วนของนักเรียนก็ให้ แต่ละกลุ่มเขียนรายงานเสนอผลการทดลอง อภิปรายผล และสรุปประเด็นสำคัญ เสนอแนะให้นักเรียนไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ

สรุปได้ว่า หน้าที่และบทบาทของครูในการสอนปฏิบัติการ จะต้องทำหน้าที่ดูแลให้คำแนะนำนักเรียนตั้งแต่ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง ตลอดจนการอภิปรายผลการทดลอง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย ดูแลให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ รวมทั้งสรุปความรู้ที่ได้จากการทดลองเป็นกฎ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้และนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ ตลอดจนค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องเหล่านั้นจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ได้ด้วยตนเอง

5. ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ

จากการศึกษาเอกสารด้านวิชาการของ ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, น. 170-171) บุญชม ศรีสะอาด (2541, น. 69) สุเทพ อุตสาหะ (2526, น. 68) วิมล ตำราญวานิช (2532, น. 85-86) และ สุภาพ วาดเขียน (2523 : 10) สรุปประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ ดังนี้

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง และมีโอกาสฝึกทักษะในการทดลองและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรงและอาจศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติจากสิ่งที่สามารถเรียนด้วยตนเองได้

3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์หาเหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

4. นักเรียนเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและมีทักษะมากขึ้น

5. นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน

6. การจัดการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการอาจดำเนินการโดยผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ได้ เป็นการฝึกการทำงานร่วมกันแบบประชาธิปไตย

7. เป็นการเตรียมนักเรียนแต่ละคนให้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหารวมทั้งเป็นการฝึกการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ

8. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หรือการสอนแบบทดลองเป็นการสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียนซึ่งได้รับประสบการณ์ตรง มีโอกาสฝึกทักษะ รู้จักการแก้ปัญหามีการทำงานร่วมกัน นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับการย้อมสีเสื้อกอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 บทปฏิบัติการซึ่งประกอบด้วย การทดลองที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง รู้จักเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ศึกษาจากการทำการทดลองกับการศึกษาค้นคว้าในเรื่องใหม่ ๆ เป็นการฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง เกิดความรู้เกี่ยวกับ กฎ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.4 การคิดวิเคราะห์

2.4.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นสมรรถภาพด้านหนึ่งของสมอง ซึ่งนักวิชาการได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น. 2) ให้ความหมายว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่าทำมาจากอะไรมีองค์ประกอบอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 21) ให้ความหมายว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดโดยใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลัก เป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่างละเอียด จากเหตุไปสู่ผล ตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลและผลความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 53–54) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดและจำแนกแยกแยะข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ขององค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ สามารถอธิบายตีความสิ่งที่เห็น ทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ได้อย่างชัดเจน รวมทั้งความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร อะไรเป็นสาเหตุส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร อาศัยหลักการใดจนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การใช้สมองในการคิดจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งหนึ่งสิ่งใด ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดเป็นหมวดหมู่ โดยการคิดอย่างลึก ละเอียด มีเหตุมีผล

2.4.2 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (ลัว่น สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, น. 41–44 ; อ้างถึงใน Bloom, 1956) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะ เพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นสาเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นเหตุอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 อย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวข้องกันอย่างไร สอดคล้องกันหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุประสงค์ของเรื่องราว และการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องจากอะไรโดยยึดอะไรเป็นหลักเป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดหลักการใด มีเทคนิคอย่างไรหรือยึดคติใด

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 23–24) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ อาจจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช สัตว์ ขาว ข้อความ หรือเหตุการณ์ เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยการระบุนความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่านและรูปแบบภาษาที่ใช้ เป็นต้น

ดังนั้น จึงสามารถสรุปลักษณะการคิดวิเคราะห์ ได้ดังต่อไปนี้ คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการจำแนกแยกแยะหาความสำคัญว่า สิ่งของเรื่องราวใด เหตุการณ์ใด หรือสาระเนื้อหาใดที่สำคัญที่สุด

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่าทั้งสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการพิจารณาคุณสมบัติย่อยต่าง ๆ ว่า มีลักษณะในการทำงานโดยอาศัยหลักการใดเป็นสำคัญ

2.4.3 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น. 26–30) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 4 ประการ คือ

1. ความสามารถในการตีความ ความสามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้ หากไม่เริ่มต้นด้วยการทำความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏ เริ่มแรกเราจึงต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับว่าอะไรเป็นอะไรด้วยการตีความ การตีความ (Interpretation) หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรง คือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรง แต่เป็น

การสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏ อันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏ ในข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เกณฑ์แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินใจหรือเป็นไม้เมตรที่แต่ละคนสร้างขึ้นในการตีความนั้น ย่อมแตกต่างกันไปตามความรู้ ประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคล เช่น การตีความจากความรู้ การตีความจากประสบการณ์ การตีความจากข้อเขียน

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์เราจะวิเคราะห์ได้นั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้างมีที่หมวมหู่ จัดลำดับความสามารถอย่างไร และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อให้เกิดอะไร การวิเคราะห์ของเราในเรื่องนั้นจะไม่สมเหตุสมผลเลยหากเราไม่มีความรู้ความเข้าใจเรื่องนั้น เราจำเป็นต้องใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาเป็นองค์ประกอบในการคิด ถ้าเราขาดความรู้ เราอาจไม่สามารถวิเคราะห์หาเหตุผลได้ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัยและช่างถาม นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้รวมด้วยคือ ต้องเป็นคนช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่มีอยู่อย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติไม่ละเลยไปแต่หยุดพิจารณา ขบคิดไตร่ตรอง และต้องเป็นคนช่างถาม ชอบตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ขอบเขตคำถามที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ จะยึดหลักการตั้งคำถามโดยใช้หลัก 5W 1H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How) คำถามเหล่านี้อาจไม่จำเป็นต้องใช้ทุกข้อ เพราะการตั้งคำถามมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความชัดเจน ครอบคลุมและตรงประเด็นที่เราต้องการสืบค้น

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล นักคิดเชิงวิเคราะห์ จะต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล สามารถค้นหาคำตอบได้ว่า

อะไรเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้
 เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไร
 เรื่องนี้มีใครเกี่ยวข้องบ้าง เกี่ยวข้องอย่างไร
 เมื่อเรื่องนี้ จะส่งผลกระทบต่ออย่างไร
 สาเหตุที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์นี้
 องค์ประกอบใดบ้างที่นำสู่สิ่งนี้
 วิธีการ ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้
 สิ่งนี้ประกอบด้วยอะไร

แนวทางแก้ปัญหาอะไรบ้าง

ถ้าทำเช่นนี้ จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต

และคำถามอื่น ๆ ที่มุ่งหมายการออกแรงทางสมองให้ต้องขบคิดอย่างมีเหตุผล เชื่อมโยงกับเรื่องที่เกิดขึ้นนักคิดเชิงวิเคราะห์จึงต้องเป็นผู้มีความสามารถในการใช้เหตุผล จำแนก แยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นเท็จ สิ่งใดมีองค์ประกอบในรายละเอียดเชื่อมโยง สัมพันธ์กันอย่างไร เป็นเหมือนคนใส่แว่นเพื่อดูภาพยนตร์ 3 มิติ ขณะที่คนทั่วไปไม่ได้ใส่แว่นจะดูไม่รู้เรื่องเพราะจะต้องเห็นเพียง 2 มิติ ที่เป็นภาพระนาบ แต่เมื่อใส่แว่นแล้วจะเห็นภาพในแนวลึก มองเห็นความซับซ้อนที่อยู่ภายใน รู้ว่าแต่ละสิ่งจัดเรียงลำดับกันอย่างไร รู้เหตุผลที่อยู่เบื้องหลังการกระทำ รู้อารมณ์ ความรู้สึกที่ซ่อนอยู่เบื้องหลัง สีหน้าและการแสดงออกการคิดเชิงวิเคราะห์ช่วยให้เรารู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดเข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ รู้ว่า เรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง รู้ว่าอะไรเป็นอะไร ทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นหลักฐานความรู้ ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจ ในการแก้ปัญหา การประเมินการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่าง ถูกต้อง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548, น. 52) กล่าวว่าองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. การตีความ ความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความของสิ่งนั้นขึ้นกับความรู้ประสบการณ์และค่านิยม
2. การมีความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์
3. การช่างสังเกต สงสัย ช่างถาม ขอบเขตของคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์จะยึดหลัก 5 W I H คือ ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How)

การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (คำถาม) ค้นหาคำตอบได้ว่า อะไรเป็นสาเหตุให้เรื่องนั้นเชื่อมกับสิ่งนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้อง เมื่อเกิดเรื่องนี้ส่งผลกระทบต่ออย่างไรมีองค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น มีวิธีการ ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้ได้อย่างไร มีแนวทาง แก้ไขปัญหาอย่างไรบ้าง ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้น ในอนาคต ลำดับเหตุการณ์นี้คิดว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรเขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เกิดขึ้นอย่างไร

2.4.4 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

สวีน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539, น. 149–154 ; อ้างถึงใน Bloom, 1956) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด

นอกจากนั้นยังมีส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้างและเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านการวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจและด้านการนำไปใช้ มาประกอบการพิจารณา การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Elements) เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่มีอยู่นั้นอะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถาม เช่น สิ่งใดที่ขาดเสียมิได้ สอนแบบใดเด็กจึงอยากเรียนมากกว่าวิธีสอนอื่น ๆ ที่มีอยู่

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) เป็นความสามารถในการค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อกันอย่างไรสอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร การวิเคราะห์ความสัมพันธ์อาจจะถามความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับเหตุ เนื้อเรื่องกับผล เหตุกับผล ตัวอย่างคำถาม เช่น เพราะเหตุใดรู้งจึงโค้งตามแนวโค้งของโลกเหตุใดคนตกใจมากจึงมักเป็นลม

3. วิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวที่ว่ายึดหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่านมีมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจคำถาม วิเคราะห์หลักการมักจะลงท้ายว่า ...ยึดหลักการใด... มีหลักการใดอยู่เสมอ ตัวอย่างคำถามประเภทวิเคราะห์หลักการ เช่น รถยนต์วิ่งได้โดยอาศัยหลักการใด

สมนึก ภัททิยชนี (2546, น. 144-147) กล่าวว่า การวัดการคิดวิเคราะห์ เป็นการใช้วิจรรณญาณเพื่อไตร่ตรอง การแยกแยะพิจารณาคุณรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด ของชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1) การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่า ชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใด เหตุการณ์ใด ตอนใดสำคัญที่สุด หรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ สิ่งที่น่าสนใจ

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน รวมถึงข้อสอบอุปมาอุปมัย

3) การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาจุดขึ้นส่วน หรือส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกันไว้ หรือคงสภาพเช่นนั้นไว้ได้เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลางจึงถาวร โครงสร้างหรือหลักการ หรือวิธีการที่ยึดถือจากการศึกษาสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะของสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยการวิเคราะห์ ความสำคัญวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ

2.4.5 ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (วนิช สุวรัตน์, 2547, น. 135, อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540, น. 161) สรุปประโยชน์ของการคิด ได้ดังนี้

1. สามารถปฏิบัติงานอย่างมีหลักการและเหตุผล และได้งานที่มีประสิทธิภาพ
2. สามารถประเมินงาน โดยใช้กฎเกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
3. สามารถประเมินตนเองอย่างมีเหตุผล และมีความสามารถในการตัดสินใจได้อย่างดีอีกด้วย
4. ช่วยสามารถแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล
5. ช่วยให้เราสามารถกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลที่ชัดเจน ค้นหาความรู้ ทฤษฎี หลักการตั้งข้อสันนิษฐาน ตีความหมาย ตลอดจนการหาข้อสรุปได้ดี
6. ช่วยให้ผู้คิดมีความสามารถในการใช้ภาษาได้อย่างถูกต้อง จนถึงขั้นมีความสามารถเป็นนายของภาษาได้
7. ช่วยให้เราคิดได้อย่างชัดเจน คิดได้อย่างถูกต้อง คิดอย่างกว้าง คิดอย่างลึกและคิดอย่างสมเหตุสมผล
8. ช่วยให้เกิดปัญญา มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย มีความเมตตาและมีบุคลิกภาพในทางสร้างประโยชน์ต่อสังคม

9. ช่วยให้เราพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่อง ในสถานการณ์ที่โลกเปลี่ยนแปลงสู่ยุคสารสนเทศและเทคโนโลยี

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 39) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. ช่วยให้เราเข้าใจข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมา เป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็น หลักฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาการประเมินและการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
2. ช่วยให้เราสำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ปรากฏและไม่ด่วนสรุปตามอารมณ์ ความรู้สึกหรืออคติ แต่สืบค้นตามหลักเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริง

3. ช่วยให้เราไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่าย ๆ แต่สื่อสารตามความเป็นจริงขณะเดียวกัน จะช่วยให้เราไม่หลงเชื่อข้ออ้างที่เกิดตัวอย่างเพียงอย่างเดียว แต่พิจารณาเหตุผลและปัจจัยเฉพาะในแต่ละกรณีได้
4. ช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่น ๆ ที่ถูกบิดเบือนไปจากความประทับใจในครั้งแรก ทำให้มองอย่างครบถ้วนในแง่มุมอื่น ๆ ที่มีอยู่
5. ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต การหาความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏพิจารณาตามความสมเหตุสมผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตัดสินสรุปสิ่งใดลงไป
6. ช่วยให้เราหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ณ เวลานั้นโดยไม่ฟังเพียงอคติที่ก่อตัวอยู่ในความทรงจำ ทำให้เราสามารถประเมินสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสมจริงสมจัง
7. ช่วยประเมินการความน่าจะเป็น โดยสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานที่เรามีการวิเคราะห์ร่วมกันกับปัจจัยอื่น ๆ ของสถานการณ์ ณ เวลานั้น อันจะช่วยเราคาดการณ์ความน่าจะเป็นได้สมเหตุสมผลมากกว่า ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาอย่างมีหลักการ สมเหตุสมผล ทำงานทุกอย่างด้วยการมีเป้าหมาย มีความคิดทุกขั้นตอนอย่างชัดเจน

2.4.6 การพัฒนาการคิดวิเคราะห์

ในการสอนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์นี้ มีทักษะย่อยที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความตระหนักในปัญหาและเป็นพื้นฐานในการคิดวิเคราะห์หาทางเลือก จากทักษะขั้นเริ่มต้น ไปสู่ทักษะที่ซับซ้อน ดังนี้ (ศิริกาญจน์ โกศล และดาริณี คำวณิช, 2542, น. 49-50)

1. การสังเกต เป็นทักษะขั้นต้นในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและทางสังคม อาจฝึกให้ผู้เรียนรู้จักสังเกตโดยตรง เช่น สังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติสังเกตความเป็นอยู่ของคนในชุมชน การสังเกตทางอ้อม เช่น สังเกตจากภาพถ่าย แผนที่ วิดิทัศน์การเล่นเกมส์ เป็นต้น การฝึกการสังเกตจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการเฝ้าดูรายละเอียดของสถานการณ์ต่าง ๆ พฤติกรรมของคน วัตถุ สิ่งของ
2. การวัดและการใช้ตัวเลข ในชีวิตประจำวันผู้เรียนต้องเกี่ยวข้องกับการชั่งน้ำหนัก การวัดส่วนสูง การวัดไข้ การวัดพื้นที่ ปริมาตร การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การดูเวลา ซึ่งผู้เรียนควรได้รับการฝึกหัดทั้งโดยการคิดคำนวณและการสังเกต เพื่อประมาณการ
3. การจำแนกประเภท สิ่งของที่ถูกรอบตัวเราจัดเป็นประเภทได้หลายประเภทตามเกณฑ์ที่ใช้ เช่น สี รูปร่าง อายุ ขนาด ลักษณะ คล้ายคลึงหรือแตกต่าง ซึ่งผู้เรียนควรได้รับการฝึกให้จำแนกประเภทคน สัตว์ สิ่งของ ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมรอบตัวโดยใช้เกณฑ์ที่ตนเองสร้างขึ้นอย่างสม่ำเสมอ เพื่อฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยจำแนกประเภทของสิ่งต่าง ๆ

4. การสื่อสาร สามารถสังเกตได้จากการฟัง พูด อ่าน เขียน รวมทั้งการแสดงออกทางหน้าตา ท่าทาง เป็นสิ่งที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกให้มีความสามารถรับรู้และส่งข่าวสารความรู้สึก แนวความคิด หรือปัญหาต่าง ๆ กับผู้อื่น

5. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลา เช่น ความสัมพันธ์ของเวลาในการลำดับเหตุการณ์จากอดีตถึงปัจจุบัน ความสัมพันธ์ของวัตถุ สิ่งของ สถานที่ บุคคลซึ่งสัมพันธ์กัน ในแง่ของเวลาและระยะเวลา การลำดับเหตุการณ์ต่าง ๆ ตามลำดับก่อนหลังที่สัมพันธ์กับความใกล้เคียงของระยะเวลา

6. การทำนาย เป็นการคาดการณ์ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคตด้วยความมั่นใจมากกว่าการเดา เพราะมีการศึกษาหลักฐานต่าง ๆ อย่างรอบคอบ หรือการสังเกตการณ์สิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างต่อเนื่องจนมั่นใจว่าเมื่อเกิดเหตุการณ์เช่นนี้แล้วจะเกิดอีกเหตุการณ์หนึ่งตามมา เช่น การเห็นมดย้ายรัง อาจทำนายได้ว่า อีกไม่นานจะเกิดฝนตกหนัก เป็นต้น

7. การอ้างอิง เป็นการลงความเห็น โดยพิจารณาจากหลักทั่วไป ไปสู่เรื่องเฉพาะเป็นการแสดงนัยหรือการลงข้อสรุป หรือการตัดสินใจสาเหตุของบางสิ่งบางอย่าง

8. การนิยามปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายหรือการอธิบายสถานการณ์บางอย่างบางอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันได้ง่ายขึ้น

9. การแปลความหมายข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้มาแปลความ หรือตีความหมายโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาค่าสถิติ การเขียนกราฟแบบต่าง ๆ หรือการอธิบาย แล้วสรุปผล

10. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดเดาหรือคาดการณ์โดยอาศัยข้อมูลอ้างอิงเกี่ยวกับสาเหตุหรือผลที่เกิดขึ้น แล้วทดสอบว่าสมมติฐานใดถูกต้องที่สุด โดยการสังเกตการณ์หรือศึกษาเพิ่มเติม เพื่อส่งผลให้เกิดการปรับปรุงหรือตั้งสมมติฐานใหม่

สรุปได้ว่าการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เป็นการพัฒนาทักษะขั้นพื้นฐานไปสู่ทักษะที่ซับซ้อน ได้แก่ การสังเกต การวัดและการใช้ตัวเลข การจำแนกประเภท การสื่อสารการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลา การทำนาย การอ้างอิง การนิยามปฏิบัติการ การแปลความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน

2.5 ทักษะการทดลอง

2.5.1 ความหมายทักษะปฏิบัติการ

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542, น. 82) ได้ให้ความหมายของพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติ หมายถึง พฤติกรรมเกี่ยวกับกลไกและการปฏิบัติซึ่งมุ่งผลที่คล่องแคล่วและชำนาญ

เพราพรณ เป็เลียนฎุ (2542, น. 292) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติดังนี้ ทักษะปฏิบัติ (Motor Skills) หมายถึง ความสามารถในการลงมือทำงาน โดยใช้อวัยวะทางกายหรือการใช้กล้ามเนื้อต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่องหรือเป็นไปโดยอัตโนมัติ ทักษะการปฏิบัติที่ที่จะต้องแสดงการปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ อย่างรวดเร็วถูกต้อง มีพลัง มีท่าทาง การเคลื่อนไหวสอดคล้องนุ่มนวล และต้องอาศัยการกระทำซ้ำ ๆ หรือการฝึกซ้ำ ๆ โดยเฉพาะถ้าต้องการพัฒนาปรับปรุงทักษะให้เกิดมีความเที่ยงตรง รวดเร็ว และความคล่องแคล่วในการปฏิบัติรวมทั้งการให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนก็มีความสำคัญสำหรับการปรับปรุงทักษะให้ดีขึ้นด้วย

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, น. 299-364) ได้กล่าวถึง ทักษะการปฏิบัติจากการจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ ตามแนวของบลูม (Bloom, 1956, p. 7) ดังนี้ ทักษะการปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถและมีทักษะในการใช้อวัยวะเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ เข้าไปปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ นั่นคือ ความสามารถทางกาย เช่น ทักษะในการเขียน ทักษะในการติดตั้งเครื่องมือ ทักษะในการใช้เครื่องมือหรือ ทักษะในการทำการทดลอง พฤติกรรมการเรียนรู้ตามแนวของแกเนย์ (Robert M, Gagne) ดังนี้ ทักษะการปฏิบัติ หมายถึง การใช้อวัยวะภายนอกของร่างกายในส่วนที่เคลื่อนไหวได้คล่องแคล่ว กระชับกระฉ่ง และถูกต้อง เช่น การประกอบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ การขับรถยนต์ ฯลฯ เป็นความสามารถที่ได้จากการปฏิบัติงานที่ต้องอาศัยกล้ามเนื้อ ภายในระยะเวลาที่กำหนดให้

สรุปได้ว่า ทักษะการทดลอง หมายถึง พฤติกรรมที่เกี่ยวกับการกระทำหรือการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งมุ่งผลของการกระทำที่คล่องแคล่ว ชำนาญการส่งผลให้การเรียนรู้ประสบผลสำเร็จ ผู้เรียนเกิดความรู้ และมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งที่ได้กระทำและสามารถส่งผลของการปฏิบัติย้อนกลับสู่ผู้เรียนเพื่อก่อให้เกิดการปรับปรุงแก้ไขซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองโดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับและประเมินผลจากการเรียนของนักเรียน ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.5.2 โครงสร้างของพฤติกรรมกรรมการทำการทดลอง

เนื่องจากเนื้อหาของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์มีความกว้างขวางมากและบางส่วนเป็นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยโดยตรง เช่น ความมุ่งหมายของการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หลักการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ลักษณะทั่วไปของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การดำเนินงานในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และ
ข้อควรปฏิบัติในการทดลอง และเนื้อหาบางส่วนอาจนำไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือ
วัดผลด้านทฤษฎีเกี่ยวกับการปฏิบัติได้อีกทั้งในส่วนที่สามารถใช้เป็นเนื้อหาของเครื่องมือวัดผล
การเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดในวงกว้าง เช่นการเก็บรักษาสารเคมี
การเก็บรักษาเครื่องแก้วและการใช้วัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ฯลฯ เพื่อให้การศึกษาทักษะปฏิบัติ
ทางวิทยาศาสตร์ในกรอบความคิดที่แคบลงจะเน้นเฉพาะทักษะด้านการทำการทดลอง ซึ่งเป็น
ทักษะปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนเป็นการเฉพาะ (ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย์, 2542, น. 86-87)

ในด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่เป็นเป้าหมายหลักของการวัดผลมักเป็น
พฤติกรรมเกี่ยวกับการทำการทดลองซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้
กำหนดกรอบพฤติกรรมที่ต่อเนื่องกันไว้ 3 ด้าน (ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย์, 2542, น. 87-88, อ้างถึงใน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538, น. 25) ดังนี้ 1) การวางแผนการทดลอง
2) การปฏิบัติการทดลอง 3) การจัดทำรายงานการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวางแผนการทดลอง การวางแผนการทดลองประกอบด้วยพฤติกรรมหรือตัวชี้วัดที่
ต้องพิจารณา ดังนี้

1.1 มีการปรึกษาหารือ (กับผู้เกี่ยวข้อง) เพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอนการทดลอง

1.2 มีการวางแผนการทดลองได้อย่างเหมาะสม

1.3 มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับผู้ร่วมการทดลองอย่างเหมาะสมและ

ชัดเจน

1.4 มีความสามารถในการปรับปรุงแนวทางการทำการทดลองอย่างเหมาะสมแก่ปัจจัย

ที่เกี่ยวข้อง

2. การปฏิบัติการทดลอง การปฏิบัติการทดลองมีขอบเขตครอบคลุมพฤติกรรมหลัก

3 ด้านคือ 1) ด้านเทคนิคการทดลอง 2) ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง และ 3) ด้านความ
สะอาดและความเป็นระเบียบ แต่ละด้านมีพฤติกรรมย่อย ดังนี้

2.1 ด้านเทคนิคการทดลอง พฤติกรรมย่อยประกอบด้วย

2.1.1 ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี เป็นขั้นตอนไม่สับสน

2.1.2 ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

2.1.3 อ่านค่าและตรวจสอบความได้ถูกต้อง

2.1.4 ใช้เทคนิคย่อยในการทดลองได้อย่างถูกต้อง

2.1.5 ทำการทดลองอย่างระมัดระวังและปลอดภัย

2.2 ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง พฤติกรรมย่อยประกอบด้วย

2.2.1 ปฏิบัติการทดลองอย่างคล่องแคล่วและถูกต้องสมบูรณ์

2.2.2 มีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติการ

2.2.3 ทำการทดลองได้ทันเวลาที่กำหนด

2.3 ด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ พฤติกรรมย่อยประกอบด้วย

2.3.1 จัดพื้นที่สำหรับการทดลองเรียบร้อยเหมาะสมและเพียงพอ

2.3.2 จัดวางอุปกรณ์เครื่องใช้ให้ใช้ได้สะดวกขณะทดลอง

2.3.3 เก็บเครื่องชั่งและตะเกียงแอลกอฮอล์ได้ถูกต้องทำความสะอาดพื้นที่และ

อุปกรณ์ได้อย่างสะอาดและเรียบร้อย

3. การจัดทำรายงาน พิจารณาจากความถูกต้อง สมบูรณ์ของเนื้อหาสาระตามหัวข้อต่อไป

3.1 ชื่อการทดลองหรือปัญหาที่ศึกษา

3.2 สมมติฐาน

3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

3.4 อุปกรณ์ / สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.5 วิธีทดลอง

3.6 การบันทึกผลการทดลอง

3.7 การจัดกระทำกับข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล

3.8 การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

3.9 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

3.10 เอกสารอ้างอิง

หมายเหตุ หัวข้อรายงานการทดลองข้างต้น มีความสอดคล้องกับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือการวิจัย ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรให้ความสนใจเป็นพิเศษในการตรวจรายงานการทดลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน

สรุปได้ว่า พฤติกรรมการทดลองที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง ประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน คือ การวางแผนการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการจัดทำรายงานซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองที่เกิดจากการเรียนด้วยบทปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.5.3 เครื่องมือวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติ

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542, น. 89-99) ได้เสนอวิธีการวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติว่า สามารถกระทำได้หลายวิธีแต่ละวิธีมีความเหมาะสมแบบเฉพาะตัวกับสถานการณ์ต่างๆ วิธีที่นิยมใช้ในการวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติมีอยู่ 3 วิธี ได้แก่ 1) การสังเกตและบันทึก 2) รายงานการทดลอง และ 3) การทดสอบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การสังเกตและบันทึก เป็นการติดตามดูการกระทำอย่างใกล้ชิดเพื่อให้ได้ข้อมูลการกระทำต่างๆ การสังเกตที่ดีต้องมีการวางแผน มีวัตถุประสงค์ และบันทึกผลการสังเกตไว้เป็นหลักฐาน การบันทึกผลการสังเกต อาจกระทำได้หลายวิธี กรอนลันด์ (Gronlund, 1985, p. 384) ได้แนะนำไว้ 3 วิธีดังนี้

1.1 การบันทึกย่อ (Anecdotal Records) เป็นการบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนที่ผู้สอนเห็นว่ามีความสำคัญควรแก่การบันทึก ไม่มีการกำหนดแบบฟอร์มที่ตายตัว ผู้บันทึกสามารถคิดแบบฟอร์มขึ้นใช้เองได้ตามความเหมาะสม

1.2 การจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scales) เป็นการบันทึกข้อมูล 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นพฤติกรรมและส่วนที่เป็นมาตราบอกระดับของการกระทำ (Scale) การบันทึกแบบนี้อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดอันดับแบบตัวเลข แบบกราฟ และแบบบรรยาย ฯลฯ

1.3 แบบตรวจสอบ (Checklist) เป็นแบบบันทึกการสังเกตที่ประกอบด้วยส่วนของรายการของพฤติกรรมและส่วนที่ให้ผู้สังเกตบันทึกผล แต่ไม่ได้บอกถึงคุณภาพหรือความถี่ของพฤติกรรมที่เกิดขึ้น

ดังนั้นแบบตรวจสอบจึงควรครอบคลุมรายการพฤติกรรมของทักษะปฏิบัติให้ครบถ้วน

2. รายงานการทดลอง คือเอกสารที่ผู้เรียนเรียบเรียงขึ้นโดยประมวลข้อมูลจากการทำการทดลองและจากเอกสารอ้างอิงที่ใช้ค้นคว้า โดยนิยมเขียนข้อมูลที่จำเป็นตามหัวข้อที่กำหนด ซึ่งอาจทำเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล ทั้งนี้ตามที่ผู้สอนกำหนด โดยทั่วไปนักเรียนระดับมัธยมศึกษาให้จัดทำรายงานเป็นกลุ่ม

3. การทดสอบ เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้วัดผลการเรียนด้านทักษะปฏิบัติหรือทักษะการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ และวิธีการที่นิยมใช้ในการวัดทักษะปฏิบัติได้แก่ การทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) และ การทดสอบข้อเขียน (Paper-Pencil Test)

สรุปได้ว่า เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยดัดแปลงมาจากแบบสังเกตและบันทึกผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านการปฏิบัติการทดลองของ ฌักซูพงษ์ เจริญพิทย์ (2542, น. 93-94) ประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน คือ 1) ด้านการวางแผนการทดลอง 2) ด้านการปฏิบัติการทดลอง และ 3) ด้านการจัดทำรายงานการทดลอง โดยประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบประเมินสภาพจริงโดยกำหนดคะแนนแบบรูบริค (Rubric Scoring) ให้คะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ปรับปรุง มีคะแนน 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ

2.6 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง แรงผลักดันหรือแรงกระตุ้นภายในที่ทำให้บุคคลมีความมุ่งมั่นที่จะกระทำการใด ๆ ไปสู่เป้าหมายให้สำเร็จให้จงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นแรงขับที่ทำให้การเรียนรู้ได้ผลมากขึ้น

แมคเคอแลนด์ ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง แรงจูงใจที่เป็นแรงขับให้บุคคลพยายามที่จะประกอบพฤติกรรมที่จะประสบสัมฤทธิ์ผลตามมาตรฐานความเป็นเลิศ (Standard of Excellence) ที่ตนตั้งไว้ บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จะไม่ทำงานเพราะหวังรางวัล แต่ทำเพื่อจะประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2.6.1 ลักษณะและความสำคัญของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะมีลักษณะดังนี้

1. มีความทะเยอทะยาน
2. ชอบการแข่งขันและชอบทำงานท้าทาย
3. ตั้งความหวังหรือเป้าหมายไว้ค่อนข้างสูงแต่ก็จะกำหนดเป้าหมายไม่ให้ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป
4. ชอบทำงานแข่งกับเวลา
5. อดทน มุ่งมั่นทำงานจนกว่าจะสำเร็จโดยไม่หวั่นไหวต่อสิ่งรบกวน
6. เลือกเพื่อนร่วมงาน โดยให้ความสำคัญกับความสามารถในการทำงานเป็นอันดับแรก
7. สร้างผลงาน โดยคำนึงถึงคุณภาพมากกว่าปริมาณ
8. สามารถบังคับและควบคุมตัวเองได้

9. ทำงานเต็มความสามารถเสมอไม่ว่าผลตอบแทนที่เป็นรางวัลหรือสิ่งของจะมากหรือน้อย ก็ตาม

10. ทำงานเพื่อความเป็นเลิศของงานมากกว่าความมีชื่อเสียงเท่านั้น

11. ใช้ดุลยพินิจอย่างอิสระ โดยอาศัยข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้รับ

12. ชอบได้รับผลย้อนกลับทันทีเพื่อจะได้รู้ความก้าวหน้าของงานที่ทำ

13. ปรับปรุงตัวเองให้ดีขึ้นอยู่เสมอ

ความสำคัญของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จากการศึกษาและวิจัยของนักจิตวิทยาพบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสำคัญดังนี้

1. บุคคลมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงมีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จสูงและด้วยมาตรฐานที่ดีเยี่ยม มากกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำหรือไร้แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

2. บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง ประสบความสำเร็จในงานที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณและภาษากับงานที่ต้องใช้ปัญญาในการคิดแก้ปัญหา มากกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำหรือไร้แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

3. บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง สามารถรักษาระดับผลการเรียนที่ดีของตนในระดับมัธยมศึกษาไว้ได้จนถึงระดับอุดมศึกษา

4. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสำคัญต่อบุคคลทั้งในด้านการศึกษาและอาชีพ เช่น ความสำเร็จทางการศึกษาจากสถาบัน หรือความสำเร็จในการประกอบอาชีพ ด้านการดำเนินชีวิตส่วนตัวในสังคม เช่น การได้แต่งงาน หรือการบุคลิกภาพที่ดี ด้านการประกอบ กิจกรรมพิเศษ (เช่น การเล่นกีฬา หรือการให้บริการแก่สังคม) และด้านการประกอบดำเนินชีวิตในครอบครัว เช่น การเป็นพ่อแม่ หรือการมีความสัมพันธ์กับคนใน ครอบครัว

จากความหมายและความสำคัญของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ดังกล่าวทำให้เห็นได้ว่าถ้าผู้เรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงย่อมส่งผลให้ผู้เรียนมีความมานะและมุ่งมั่นที่จะศึกษาและเล่าเรียนให้ประสบความสำเร็จให้จงได้

2.7 ความพึงพอใจในการเรียนรู้

2.7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นปัจจัยสำคัญที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนรู้และความสำเร็จของการศึกษาที่ส่งผลให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าความหมายของความพึงพอใจ จากนักวิชาการหลายท่าน ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Wallerstein (1971, อ้างถึงใน วาสนา จันทรอุไร, 2546, น. 15) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้น เมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย และอธิบายว่า ความพึงพอใจเป็นกระบวนการทางจิตวิทยาไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และสามารถคาดคะเนได้ว่ามีหรือไม่มีจากการสังเกตพฤติกรรมของคนเท่านั้น การที่จะทำให้คนเกิดความพึงพอใจ จะต้องศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุแห่งความพึงพอใจนั้น

Good (1973, p. 320) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพคุณภาพหรือระดับความพอใจซึ่งเป็นผลจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ทำอยู่

อุบลลักษณ์ ไชยชนะ (2543, น. 36) กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกทัศนคติที่เป็นไปตามความคาดหวัง ที่จะทำให้เกิดความสามารถในการเรียนรู้ได้ยิ่งขึ้น

ทรงสมร คชเลิศ (2543, น. 12) ได้สรุปความพึงพอใจว่า เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ความรู้สึกและทัศนคติของบุคคลอันเนื่องมาจากสิ่งเร้าและแรงจูงใจซึ่งปรากฏออกมาทางพฤติกรรมและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของบุคคล

ณัฐชา เอี่ยมอ่อน (2544, น. 35) กล่าวถึงความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่องานหรือกิจกรรมซึ่งสามารถเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ ถ้าเป็นไปได้ในทางบวกก็จะทำให้เกิดผลดีต่องาน และกิจกรรมที่ทำหรือเข้าร่วมแต่ถ้าเป็นไปได้ในทางลบก็จะเกิดผลเสียต่องานหรือกิจกรรมได้เช่นกัน

รักพงษ์ วงษ์ธานี (254, น. 65) กล่าวถึงความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี หรือทัศนคติในทางที่ดีของบุคคล ซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนเองต้องการก็จะเกิดความรู้สึกที่ดีในสิ่งนั้น ตรงกันข้าม หากความต้องการที่ตนเองไม่ได้รับการตอบสนอง ความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น

วาสนา จันทรอุไร (2546, น. 15) กล่าวว่า ความพึงพอใจ คือความรู้สึกหรือทัศนคติที่ดีที่เกิดจากการสัมผัส การรับรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ ยอมรับ เป็นไปตามที่คาดหวังที่ทำให้เกิดความสามารถในการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ประภาส เกตุแก้ว (2546, น. 12) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ จากการได้รับการตอบสนองความต้องการซึ่งแสดงออกมาทางพฤติกรรมซึ่งสังเกตได้จากสายตา คำพูดและการแสดงออกทางพฤติกรรม

พัลลภ กงนุรัตน์ (2547, น. 34) ได้สรุปความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก ความนึกคิด ความเชื่อที่มีแนวโน้มที่แสดงออกของพฤติกรรม ต่อการปฏิบัติกิจกรรมที่ทำให้เกิดความเจริญงอกงามในทุกด้านของแต่ละบุคคล อาจเป็นทางด้านบวกหรือทางด้านลบของพฤติกรรมนั้น ๆ

ธนพร โมราบุตร (2547, น. 48) กล่าวถึงความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ความเชื่อ การแสดงความรู้สึก ความคิดเห็นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยแสดงพฤติกรรมออกมา 2 ลักษณะ คือทางบวกซึ่งแสดงในลักษณะความชอบ ความพึงพอใจ ความสนใจ เห็นด้วย ทำให้อยากทำงาน หรือปฏิบัติกิจกรรม อีกลักษณะหนึ่งคือทางลบ ซึ่งจะแสดงออกในลักษณะของความเกลียด ไม่พึงประสงค์ ไม่พอใจ ไม่สนใจ ไม่เห็นด้วย อาจทำให้อุบัติเกิดความเบื่อหน่ายหรือต้องการหนีห่างจากสิ่งนั้น นอกจากนี้ความพึงพอใจอาจจะแสดงออกในลักษณะความเป็นกลางก็ได้ เช่นรู้สึกเฉย ๆ ไม่รักไม่ชอบ ไม่น่าสนใจในสิ่งนั้น ๆ

สถาพร ดียิ่ง (2548, น. 9) กล่าวว่า ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย หรือความโน้มเอียงของความรู้สึกของ นักศึกษาครูที่รู้สึกชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้น ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ ด้านการเตรียมการสอน ด้านการดำเนินการสอน ด้านการอำนวยความสะดวกและด้านการประเมินผล โดยใช้แบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบมาตรา ส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตั้งแต่ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนระดับมากที่สุดจนถึงความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนระดับน้อยที่สุด

วิไล รัตนพลที (2548, น. 34) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ พอใจ ประทับใจ จากการได้รับการตอบสนองตามความต้องการและมีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จ ซึ่งจะแสดงออกทางพฤติกรรม โดยสังเกตได้จากสายตา คำพูดและการแสดงออกทางพฤติกรรม

สุชาติ พิพัฒน์ (2549, น. 66) กล่าวถึงความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของ บุคคลในด้านความพึงพอใจหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานในทางบวกและทางลบ ทางบวกก็จะทำงานได้ดีมีประสิทธิภาพ ถ้าเป็นทางลบก็จะทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร

พระโพธิ์ชัย คำแสน (2545, น. 38 ; อ้างถึงใน Morse, 1955, p. 27) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถคลายความเครียดของ ผู้ทำงานให้ลดน้อยลง ถ้าเกิดความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พอใจในการทำงานและ ความเครียดนี้มีผลมาจากความต้องการของมนุษย์ เมื่อมนุษย์มีความต้องการมากจะเกิดปฏิกิริยา เรียกร้องหาวิธีตอบสนองความเครียดก็จะลดน้อยลงหรือหมดไปเลย ความพึงพอใจก็จะมากขึ้น

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกชอบ หรือทัศนคติที่ดีมีต่อสิ่งที่ทำอยู่ หรือระดับความพอใจ ที่มีต่อการจัดการเรียนของ สอน โดยใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ปรากฏออกทางพฤติกรรม และเป็นส่วนสำคัญในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของบุคคล ซึ่งทัศนคติของบุคคลสามารถเป็นได้ทั้ง ทางบวกและทางลบ ถ้าเป็นทางบวกก็จะทำให้เกิดผลดีต่อการปฏิบัติงานที่ทำ แต่ถ้าเป็นในทางลบ

ก็จะเกิดผลเสียต่อการปฏิบัติงานนั้นได้

2.7.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

มีการศึกษาในด้านความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างสภาพทางจิตใจกับผลการเรียนที่น่าสนใจจุดหนึ่งคือ การสร้างความพอใจในการเรียนตั้งแต่เริ่มต้นให้แก่เด็กทุกคน ซึ่งเรื่องนี้มีผู้ให้แนวคิดไว้หลายแนวคิด ดังนี้

Whitehead (1967, อ้างถึงใน พัลลภ คงนุรัตน์, 2547, น. 34-37) กล่าวถึงการสร้างความพอใจ และขั้นตอนของการพัฒนาว่ามี 3 ขั้นตอน คือ จุดยืน จุดแย้ง และจุดปรับ ซึ่ง Whitehead เรียกชื่อใหม่เพื่อใช้ในการศึกษาว่า การสร้างความพอใจ การทำความกระจ่าง และการนำไปใช้ในการเรียนรู้ใด ๆ ควรเป็นไปตาม 3 จังหวะ คือ

1. การสร้างความพอใจ-นักเรียนรับสิ่งใหม่ ๆ มีความตื่นเต้น พอใจในการได้พบและเก็บสิ่งใหม่
2. การทำความกระจ่าง-มีการจัดระบบระเบียบ ให้คำจำกัดความ มีการกำหนดขอบเขตที่ชัดเจน
3. การนำไปใช้-นำสิ่งใหม่ที่มาไปจัดสิ่งใหม่ที่จะได้พบต่อไปเกิดความตื่นเต้นที่จะเอาไปจัดสิ่งใหม่ ๆ ที่เข้ามา

Whitehead กล่าวถึงการสร้างภูมิปัญญาในระบบการศึกษาว่า ได้ปฏิบัติกันอย่างผิดพลาดมาตลอด โดยการใช้วิธีการฝึกทักษะอย่างง่าย ๆ ธรรมดา ๆ แล้วคาดเอาไว้จะทำให้เกิดภูมิปัญญาได้ ถนนที่มุ่งสู่การเกิดภูมิปัญญามีสายเดียว คือ เสรีภาพในการแสดงความรู้ และถนนที่มุ่งสู่ความรู้มีสายเดียวเช่นกัน คือ วิทยาการที่จัดไว้อย่างเป็นระบบ ดังนั้น เสรีภาพและวิทยาการ เป็นสาระสำคัญสองประการของการศึกษา ประกอบเป็นวงจรการศึกษา 3 จังหวะ คือ เสรีภาพ – วิทยาการ – เสรีภาพ ซึ่งเสรีภาพในจังหวะแรกก็คือ ขั้นตอนของการสร้างความพอใจ วิทยาการในจังหวะที่สองคือ ขั้นทำความกระจ่าง และเสรีภาพในช่วงสุดท้ายคือ ขั้นการนำไปใช้ วงจรเหล่านี้ไม่ได้มีวงจรเดียวแต่มีลักษณะเป็นวงจรซ้อนวงจร วงจรหนึ่งเปรียบได้กับเซลล์หนึ่งหน่วย และขั้นตอนการพัฒนาอย่างสมบูรณ์มันก็คือ โครงสร้างอินทรีย์ของเซลล์เหล่านั้น เช่นเดียวกับวงจรเวลาที่มีวงจรเวลาประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน ประจำปี ประจำฤดู เป็นต้น วงจรของบุคคลตามช่วงอายุจะเป็นระดับดังนี้

1. ตั้งแต่เกิดจนถึงอายุ 13 หรือ 14 เป็นขั้นของความพอใจ
2. ช่วงอายุ 14 – 18 ปี เป็นขั้นของการค้นหาทำความกระจ่าง
3. อายุ 18 ปีขึ้นไป เป็นขั้นของการนำไปใช้

นอกจากนี้วิทยาการทั้งหลายในแขนงต่าง ๆ ก็มีวงจรของการพัฒนาและระดับของการพัฒนาการเหล่านี้เช่นกัน สิ่งที่ Whitehead ต้องการย้ำในเรื่องนี้คือ ความรู้ที่ต่างแขนงวิทยาการเรียนที่ต่างวิธีการ ควรให้แก่นักเรียนเมื่อถึงเวลาอันสมควร และเมื่อนักเรียนมีพัฒนาการทางสมองอยู่ในขั้นเหมาะสมหลักการนี้เป็นที่ทราบกันทั่วไปอยู่แล้ว แต่ยังไม่มีการถือปฏิบัติโดยคำนึงถึงจิตวิทยาในการดำเนินการทางการศึกษา เรื่องทั้งหมดนี้ไม่ใช่เรื่องใหม่เพียงหลักการไม่ได้ หยิบยกขึ้นมาอภิปราย เพื่อให้เกิดการปฏิบัติอย่างจริงจังและถูกต้อง ความล้มเหลวของการศึกษาเกิดขึ้นจากการใช้จังหวะการศึกษาของเสรีภาพในช่วงแรก การละเลยหรือขาดประสบการณ์ในช่วงนี้ ผลดีสูงสุดที่เกิดขึ้นคือ ความรู้ที่ไร้พลังและไร้ความคิดริเริ่ม ผลเสียสูงสุดที่จะเกิดขึ้นคือ ความรังเกียจไม่ยอมรับความคิดนั้น และนำไปสู่การไร้ความรู้ในที่สุด

การพัฒนาคุณลักษณะใด ๆ ตามวิถีทางธรรมชาติ ควรต้องสร้างกิจกรรมที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในตัวเอง เพราะความพอใจที่จะทำให้คนมีการพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสม ส่วนความเจ็บปวดแม้จะทำให้เกิดการตอบสนองแต่ก็ไม่ทำให้คนพอใจ Whitehead สรุปในที่สุดว่า ในการสร้างพลังความคิดไม่มีอะไรมากไปกว่า สภาพจิตใจที่มีความพึงพอใจในขณะที่ทำกิจกรรม สำหรับการศึกษาด้านเซวาร์ปัญญา นั้น เสรีภาพเท่านั้นที่จะทำให้เกิดความคิดที่มีพลังและความคิดริเริ่มใหม่ ๆ

เสรีภาพเป็นบ่อเกิดความพึงพอใจในการเรียน ดังนั้น เสรีภาพในการเรียนจึงเป็นการสร้างความพอใจในการเรียน ความพอใจทำให้คนมีพัฒนาการในตนเอง Whitehead (1967, อ้างถึงใน วาสนา จันทรอุไร, 2546, หน้า 17) กล่าวว่า วิธีการของการให้เสรีภาพในการเรียนเป็นเรื่องที่กำหนดขอบเขตในเนื้อหาได้ยาก แต่ความหมายกว้าง ๆ โดยทั่วไป คือ การให้นักเรียนมีโอกาสเลือกตัดสินใจด้วยตนเองและเพื่อตนเอง เป็นการควบคุมที่ผู้ถูกควบคุมไม่รู้ตัว ดังนั้น แนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนบางประการสำหรับการจัดการศึกษาคือ การจัดให้มีวิชาเลือกหลายวิชา หรือจัดให้มีหัวข้อเนื้อหาหลายเรื่องในวิชาเดียวกัน หรือมีแนวทางการเรียนหลายแนวทางในเรื่องเดียวกัน เป็นต้น

เรื่องเสรีภาพกับการเรียนนี้ บุคคลอีกผู้หนึ่งที่ควรกล่าวถึงคือ Rogers (1974, อ้างถึงใน พลลภ คงนุรัตน์, 2547, น. 35) นักจิตวิทยามนุษย์ศาสตร์ผู้เริ่มวิธีบำบัดคนไข้ทางจิตแบบยึดคนไข้เป็นศูนย์กลางและใช้วิธีการบำบัดบนรากฐาน การสร้างบรรยากาศทางอารมณ์ ทำให้คนไข้รู้สึกสบายใจและเป็นอิสระพอที่จะเข้าใจพื้นฐาน แบบแผนชีวิตของตนเอง และสามารถค้นหาทางเลือกของการคิด รู้สึก และกระทำสิ่งที่ประ โยชน์หรือความสุขแก่ตัวเองได้มากที่สุด

Rogers โยงหลักการนี้เข้ามาสู่แนวปฏิบัติทางการศึกษา รูปแบบการศึกษาที่พึงปรารถนาตามทัศนะของเขา ต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่ความเป็นบุคคลที่มีสำนึกแห่งตน สามารถทำให้บุคคลมีความอยากรู้ อยากเห็นด้วยจิตใจที่เป็นอิสระได้เลือกทางเดินใหม่ตามความสนใจของตนเองได้ และตระหนักได้ว่าทุกสิ่งทุกอย่างล้วนอยู่ในกระบวนการเปลี่ยนแปลง รูปแบบการศึกษาที่เอื้อต่อเป้าหมายดังกล่าว Rogers เรียกว่าเรียนรู้แบบประสบการณ์

การเรียนรู้แบบประสบการณ์ของ Rogers มีความเชื่อพื้นฐาน 5 ประการคือ

1. มนุษย์มีศักยภาพตามธรรมชาติสำหรับการเรียนรู้ เว้นแต่ว่ามีภาวะบางอย่างมาขัดขวางความต้องการของเขา
2. การบีบบังคับและการขัดเขี่ยคดสารพัดสิ่งให้แก่เด็กนั้น ในที่สุดเด็กแต่ละคนคงจะเหลือแต่สิ่งที่เกี่ยวข้องกับตนเองเท่านั้น
3. การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในบุคลิกลักษณะของบุคคล จะเกิดขึ้นจากบรรยากาศที่สนับสนุนทางด้านอารมณ์มากกว่าการบังคับจากภายนอก
4. การเรียนรู้ “กระบวนการของการเรียน” เป็นสิ่งที่มีประโยชน์กว่า เพราะเป็นการเปิดรับประสบการณ์ใหม่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา
5. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ต่อเมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบในกระบวนการเรียนรู้นั้น นักเรียนต้องมีบทบาทสำคัญในการร่วมตัดสินใจตลอดกระบวนการของการศึกษา

หลักการสำคัญของการเรียนรู้แบบประสบการณ์คือ การสร้างบรรยากาศทางอารมณ์และสติปัญญา นอกจากนี้เขาได้ผสมผสานแนวคิดของจิตวิทยามนุษยศาสตร์กับแนวคิดจากแหล่งอื่น ๆ ได้เป็นแนวปฏิบัติที่เอื้อต่อการเรียนแบบประสบการณ์คือ

1. การให้นักเรียนมีโอกาสเลือกลักษณะการเรียนที่กว้างขวางกว่าเดิม นักเรียนควรเป็นผู้เลือกว่าจะเรียนแบบ “ห้องเรียนอิสระ” หรือแบบเดิม
2. การใช้สัญญาการเรียนระหว่างครูกับนักเรียน เพื่อลดความกังวลของครูและนักเรียนที่ไม่คุ้นเคยกับการมอบความรับผิดชอบการเรียนให้นักเรียน
3. การฝึกการเรียนแบบสืบสวนหรือแบบค้นพบเพื่อเน้น “วิธีเรียน” มากกว่า “เนื้อหา”
4. การใช้สถานการณ์จำลองเพื่อให้เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมากขึ้น
5. การฝึกให้เป็นคนมีความรู้สึกไว เพื่อให้รู้จักตนเองมากขึ้น ในฐานะความเป็นมนุษย์
6. การจัดขนาดกลุ่มที่เหมาะสมแก่การเรียน กลุ่มย่อยที่มีขนาด 7-10 คนจะทำให้ทุกคนได้ร่วมอภิปรายเต็มที่

7. การใช้บทเรียนโปรแกรมในบางกรณีที่ขาดเครื่องมือขาดสารสนเทศที่จำเป็นต้องนำไปใช้แก้ปัญหาที่ประสบอยู่ ความยืดหยุ่นของการสอนแบบโปรแกรมจะมีคุณค่าสูงยิ่ง แต่ทั้งนี้ให้ระวังการนำมาใช้อย่างขาดการวิเคราะห์จำแนก เช่น ใช้แทนการคิด เป็นต้น

ทัศนะของ Rogers เกี่ยวกับการศึกษาค่อนข้างชัดเจนต่อการนำไปปฏิบัติ แนวทางที่เขาให้ไว้มีลักษณะเป็นการจัดแบบ “ห้องเรียนเปิด” หรือเป็นการศึกษาเป็นรายบุคคล อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ Rogers พยายามจะสื่อกับครูคือ การให้เสรีภาพในการเรียน จะเป็นการปูพื้นฐานทางด้านอารมณ์ให้นักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะสำรวจสิ่งที่มีความหมายและใช้ความพยายามต่อสิ่งนั้นมากกว่าปกติ

อาจกล่าวได้ว่า ความพึงพอใจของนักเรียนในการศึกษาเล่าเรียนจะเกิดจากองค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้คือ หลักสูตร วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนที่จะสั่งสอนให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของผู้บริหาร และครูในโรงเรียนที่จะสร้างความสุขในการเรียนให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความพึงพอใจ มีความรักและความกระตือรือร้นในการเรียน โดยการปรับปรุงองค์ประกอบต่าง ๆ ของครู มีการยกย่องให้กำลังใจแก่นักเรียนที่กระทำความดี มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเจริญก้าวหน้า การสร้างสภาพแวดล้อมเกี่ยวกับอาคารสถานที่ที่เหมาะสมน่าอยู่ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น รวมทั้งรับฟังและให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนมีปัญหาทุกข์ร้อน บังคับความพึงพอใจนี้ จึงเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง ที่จะส่งผลให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการศึกษาเล่าเรียน

ทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Needs)

ทฤษฎีสำหรับการสร้างความพึงพอใจมีหลายทฤษฎี ทฤษฎีที่เป็นที่รู้จักและยอมรับกันแพร่หลาย คือทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Needs) ซึ่งอธิบายว่า มนุษย์มีความต้องการจากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับที่สูงขึ้น (ประสาท อิศรปริดา, 2547, น. 310-312) ดังนี้

1. ความต้องการทางสรีระ (Physiological Needs) ได้แก่ ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ การพักผ่อนหลับนอน เพศ การหลีกเลี่ยงความเจ็บปวด ฯลฯ

2. ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Needs) ได้แก่ ความต้องการความปลอดภัย ต้องการการคุ้มครองและหนีจากอันตราย ฯลฯ ความต้องการประเภทนี้มีมาตั้งแต่นั้นเป็นทารก เราจะสังเกตเห็นว่า เด็กพยายามจะหลบหนีจากสถานการณ์ที่เป็นอันตราย จะหลีกเลี่ยงหนีจากสถานการณ์แปลกใหม่หรือคนแปลกหน้า

3. ความต้องการความรักและการยอมรับว่าเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม (Belongness and Love Needs) ได้แก่ ความต้องการเพื่อนหรือมิตร ต้องการผู้ร่วมงาน ต้องการคู่รักหรือครอบครัว

4. ความต้องการยกย่องสรรเสริญ (Esteem Needs) ได้แก่ ความต้องการให้ผู้อื่นเคารพนับถือตน ต้องการให้ผู้อื่นยอมรับว่าตนเองมีค่า หรือได้รับการยกย่องสรรเสริญ ต้องการเชื่อมั่นในความสามารถของตน ผู้ที่ล้มเหลวที่จะได้รับตอบสนองความต้องการนี้ อาจทำให้เกิดความรู้สึกว่ามีปมด้อย หรือขาดความรู้สึกว่ามีผู้คอยช่วยเหลือค่าจน

5. ความต้องการรู้และเข้าใจ (Need to Know and Understand) เป็นความต้องการจะสัมฤทธิ์ผลทางปัญญา (Intellectual Achievement) หมายถึง ความปรารถนาที่จะรู้ (หรืออยากรู้) และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ด้วยความสนใจอย่างแท้จริง มาสโลว์ มีความเห็นว่า ความต้องการตั้งแต่ขั้นนี้เป็นต้น ไปจะไม่เกิดขึ้นกับมนุษย์ทุกคน

6. ความต้องการสุนทรีย์ (Aesthetic Needs) ได้แก่ ความต้องการความเป็นระเบียบ (Order) สัจจะธรรม (Truth) และความงาม

7. ความต้องการสร้างความประจักษ์ตน และการพัฒนาตามศักยภาพแห่งตน (Self Actualization Needs) เป็นความต้องการที่จะเข้าใจตนเอง และรู้จักตนเองอย่างถ่องแท้ ต้องการที่จะคิดหรือกระทำให้สอดคล้องกับสภาพที่แท้จริงของตนเองอย่างสร้างสรรค์ และต้องการพัฒนาสูงสุดตามศักยภาพของตน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

จิตติมา ประยูรพรหม (2558) ได้สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหม โดยใช้การสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณ์ญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน ผลการวิจัย พบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.531 นักเรียนโดยรวม และจำแนกตามผลการเรียนเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมและรายด้านทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน และการคิดวิจารณ์ญาณเป็นรายด้าน ทั้ง 4 ด้าน มากกว่านักเรียนที่มีผลการ

เรียนเคมีต่ำ นอกจากนี้ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ทองหล่อ วันวิเศษ (2558) ได้สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณ์ญาณ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.5629 นักเรียนโดยส่วนรวม และจำแนกตามเพศที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณ์ญาณโดยรวมและรายด้าน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและรายด้านหลังเรียน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ยกเว้นนักเรียนหญิงมีการคิดวิจารณ์ญาณ ด้านนิรนัย และด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ไม่เปลี่ยนแปลงจากก่อนเรียน และนักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวม และอีก 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน ด้านทักษะการทดลอง และด้านทักษะการแปลความหมายและลงข้อสรุป มากกว่านักเรียนชาย แต่มีการคิดวิจารณ์ญาณเฉพาะด้านความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต น้อยกว่านักเรียนชาย

ปัทมญา สังขชาติ (2555) ได้ทำการวิจัย การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาระบบปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพ 75/75 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร และ 3) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 35 คน โรงเรียนอัคระวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัย พบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.89/75.58 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิกุลทอง กุลชาติ (2559) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุลในอาหาร โคลน ผลการวิจัยพบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์รายวิชา เคมีพื้นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุลในอาหาร โคลน มีประสิทธิภาพ 77.76/78.31 นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อน

เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนหญิงมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวม ด้านความสำคัญและด้านความสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยรวมอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก

พิชชานันท์ จันทพรหม (2559) การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปิโตรเลียม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปิโตรเลียม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.08 /81.04 2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการของนักเรียนที่เรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปิโตรเลียม หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปิโตรเลียม มีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปิโตรเลียมระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.90$, S.D. = 0.23)

พรเพ็ญ ชนะพันธ์ (2559) ผลของการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต ที่มีต่อการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษา พบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.90/85.38 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3)นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สันติ พันธุ์ชัย (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องพอลิเมอร์ และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ และด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 77.31/79.68 2) นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่าระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการ โดยรวมสูงกว่าระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยศวดี รุติวร (2557) ได้พัฒนาบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟีและเทคนิคอเล็กโทรโฟริซิส สำหรับนิสิตปริญญาตรีและศึกษาประสิทธิภาพทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้น จากการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีค่าประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 80.19/80.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ E1/E2 ไม่น้อยกว่า 80/80 เมื่อนำบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้น ไปใช้กับนิสิตปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2 รหัส คม 390 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 22 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง พบว่านิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนิสิตมีความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ อยู่ในระดับมาก

เรณู เทพเทียมทัศน (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นฐานสำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทุ่งนาคราชและโรงเรียนบ้านท่าพู จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 83.53/71.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (70/70) 2) นักเรียนที่เรียนด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นมีผลการเรียนรู้จากการ ทดลองจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 2.1) มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2.2) มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อยู่ใน ระดับดี 2.3) มีเจตคติต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นฐาน ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก

สถาพร สุตินบุตร (2558) การพัฒนาบทปฏิบัติการเรื่อง กรด-เบส เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการ เรื่อง กรด-เบส ให้มีประสิทธิภาพ E1 /E2 เท่ากับ 80/80 ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน และศึกษาความพึงพอใจ ต่อการเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ปทุมธานี จำนวน 92 คน ผลการวิจัยพบว่า บทปฏิบัติการ เรื่อง กรด-เบส มีประสิทธิภาพ E1 /E2 เท่ากับ 91.90/80.15 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันในเรื่อง กรด-เบส หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในระดับพึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Yakar and Baykara (2014, pp. 173-183) ได้ศึกษาผลของการปฏิบัติการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อการทดลองวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้รับการวิเคราะห์ วิธีการวิเคราะห์ที่ไม่ได้ทดลองเชิงปริมาณเดียวกลุ่มการออกแบบการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ได้ถูกนำมาใช้เพื่อที่จะสังเกตการพัฒนาระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของครูก่อนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์มีผลในเชิงบวกและมีเจตคติที่ดีต่อการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนสอน

Fakayode; et al. (2012, pp. 109-113) ได้เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทางปฏิบัติการเครื่องมือวิเคราะห์ เรื่อง การหาปริมาณเหล็กในในอาหารบางชนิด โดยใช้เทคนิคอะตอมอมิกแอฟซอร์พชันสเปกโตรสโกปีแบบเปลวไฟ (FAAS) เพื่อต้องการกระตุ้นบทบาทของนิสิตในการทดลอง ปรับปรุงการคิดเชิงวิพากษ์และความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ทดลองกับนิสิตปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา ปฏิบัติการเครื่องมือวิเคราะห์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2010 จำนวน 11 คน อายุระหว่าง 20-33 ปี โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม แล้วให้เรียนบทปฏิบัติการด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า นิสิตจำนวน 9 ใน 11 คน รู้สึกตื่นเต้นในการทดลองมีความสนุกในการทดลองที่ได้ร่วมทำงานเป็นกลุ่ม และเห็นว่าเป็นวิธีการที่น่าสนใจกว่าการอ่านคู่มือการทดลอง

Veal; Talor and Roger (2009, pp. 393-398) ได้วิจัยเรื่อง การสะท้อนความคิดของตัวเองเพื่อเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนปฏิบัติการเคมีทั่วไปผู้วิจัยได้ทดลองกับนิสิตปริญญาตรีปี 1 สาขาพยาบาล โดยแบ่งนิสิตออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง จำนวน 17 คน ซึ่งเรียนในภาคฤดูร้อนในปี 2006 และกลุ่มควบคุมจำนวน 39 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2006 ผลการวิจัยพบว่านิสิตกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนทักษะการสังเกต การใช้ตะเกียงเบนเสน การใช้ปิเปต สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และเมื่อนำคะแนนสอบของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Chatterjee (2009, pp 1427 – 1432) ได้ศึกษาการทำปฏิบัติการสืบเสาะมีความสำคัญต่อการพัฒนามโนทัศน์ของนักศึกษาและทำให้นักศึกษามีความเข้าใจลึกซึ้งขึ้น โดยแบ่งนักศึกษาเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่ทำการทดลองสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง (Guided Inquiry) และแบบสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open Inquiry) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สอนวิชาเคมีทั่วไป ของมหาวิทยาลัยใหญ่ทางตอนใต้แห่งหนึ่ง (Large Southwestern University) นักศึกษาถูกถามให้ทำแบบใหม่ คือ สืบเสาะแบบมีโครงสร้าง สืบเสาะแบบปลายเปิด หรือทั้งสองวิธี การศึกษายังรวมถึงสอบถาม เจตคติของนักศึกษาต่อการสืบเสาะทั้งสองแบบที่นักศึกษาคิดทำระหว่างเรียน และสิ่งที่นักศึกษาได้รับมากขึ้นจากการทำการทดลองสืบเสาะแบบปลายเปิด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าร้อยละ 78 ของนักศึกษาสามารถระบุทปฏิบัติการแบบสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง ขณะที่ร้อยละ 54 สามารถระบุทปฏิบัติการแบบสืบเสาะแบบเปิดกว้าง มีเพียงร้อยละ 46 ที่ระบุได้ทั้งสองวิธีอย่างถูกต้อง นักศึกษาชอบการทดลองสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง มากกว่าแบบปลายเปิด และพวกเขาได้เรียนรู้มากกว่าเมื่อทำการสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง

Clag (1990, pp. 2989-A) ได้ศึกษาผลการฝึกใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเจตคติและความชำนาญในการนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูฝึกสอนซึ่งได้รับการฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรม 252 กิจกรรมและบทเรียนจำนวนมากที่เกี่ยวกับการฝึกใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ครูฝึกสอนที่ได้รับการสอนโดยใช้วัสดุและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มีความชำนาญในการนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้นและมีคุณภาพในการปฏิบัติจริงในห้องเรียนสูงขึ้น

Goh, Toh and Chia (1989, pp. 430-432) ได้วิจัยเรื่องการประยุกต์การสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้พัฒนารอบแนวคิดในการวิจัยมาใช้ในการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และนำมาทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในประเทศฟิลิปปินส์ จำนวน 164 คนซึ่งมาจากโรงเรียน 2 แห่ง โรงเรียนละ 2 ห้องเรียน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายโดย 1 ห้องจะเป็นกลุ่มที่พัฒนาขึ้นของโรงเรียนทั้ง 2 แห่ง มีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมแสดงว่าการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

Beasley and Heibkinen (1983) ได้ศึกษาการใช้เทคนิค ฝึกการคิดพิจารณาทบทวนด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะการทดลองของนักศึกษาที่เรียนวิชาเคมี ในการใช้เครื่องมือทดลอง ตาชั่งปิเปตต์ บิวเรตต์และการใช้ขวดปริมาตร แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มลงมือปฏิบัติ กลุ่มใช้ความคิดพิจารณาทบทวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น กลุ่มลงมือปฏิบัติและใช้ความคิดพิจารณาทบทวนเหตุการณ์

ที่เกิดขึ้น และกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาขนาดเทคนิคการใช้วิชา
หาปริมาณจากการเรียนวิชาเคมี การวางแผนการฝึกปฏิบัติจะปรับปรุงการปฏิบัติการทดลองได้
และไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการใช้วิธีลงมือปฏิบัติและการใช้ความคิดพิจารณาทบทวน
เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

จากการประมวลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งงานวิจัยภายในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศที่
ศึกษา สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นการ
ทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อจะนำผลการทดลองที่ได้ไป สรุปเป็นองค์ความรู้ และยังเกิดทักษะ
ปฏิบัติการทดลอง จากการที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริง มีการวางแผนการทดลอง จัดเตรียมอุปกรณ์ใน
การทดลอง บันทึกผลการทดลองตลอดจนสรุปผลการทดลอง อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนเกิดการ
สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเกิดความพึงพอใจต่อการเรียน
วิทยาศาสตร์ในทางที่ดี



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY