

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาในบทที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์ ซึ่งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้ามีดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 ความสำคัญ ธรรมชาติ และลักษณะเฉพาะกลุ่มของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.2 วิสัยทัศน์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.3 สาระการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร
 - 1.4 คุณภาพผู้เรียน
2. กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process)
 - 2.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.3 คุณลักษณะสำคัญ และรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้
 - 2.5 บรรยายการสอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. การสอนแบบปกติ
 - 3.1 ความหมายของการสอนแบบปกติ
 - 3.2 ขั้นตอนการสอนแบบปกติ
4. เนื้อหาที่ใช้ในการสอน
 - 4.1 การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร
 - 4.2 การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตร โมเลกุล
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 ความสำคัญ ธรรมชาติ และลักษณะเฉพาะของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้นโดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติการใช้และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

3. สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลง การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

4. แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

5. พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานสมบัติและปรากฏการณ์ของแสงเสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

6. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศสมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

7. ดาราศาสตร์และอวกาศ วิทยาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

8. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

1.3 สารการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.3.1 สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิทยาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.3.2 สารที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

1.3.3 สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.3.4 สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.3.5 สารที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.3.6 สารที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

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

1.3.7 สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจ อวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม

1.3.8 สารที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการ สืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบ ที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.4 คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน นิวเทชัน วิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต ในสิ่งแวดล้อมต่างๆ
3. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียง ธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและ การกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

10. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

12. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

14. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

15. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

18. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมการใช้ยารู้คุณค่า และเสนอตัวเองร่วมมือกับชุมชนในการป้องกันรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

19. แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้

20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสาร กับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-ม.6	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย โครงสร้างอะตอม และ สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ	- นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลจากการศึกษาโครงสร้างอะตอม สร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ที่มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง อะตอมประกอบด้วย อนุภาคมูลฐานสำคัญ 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเรียกว่า เลขอะตอม ผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนเรียกว่า เลขมวล ตัวเลขทั้งสองนี้จะปรากฏอยู่ในสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไอโซโทปต่าง ๆ ของธาตุ
ม.4-ม.6	2. วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอน ในระดับพลังงานนอกสุดกับ สมบัติของ ธาตุ และการเกิดปฏิกิริยา	- อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุจะจัดเรียงอยู่ในระดับพลังงานต่าง ๆ และในแต่ละระดับพลังงาน จะมีจำนวนอิเล็กตรอนเป็นค่าเฉพาะอิเล็กตรอน ในระดับพลังงานนอกสุดจะแสดงสมบัติทาง ประการของธาตุ เช่น ความเป็นโลหะ อโลหะ และเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาของธาตุนั้น
ม.4-ม.6	3. วิเคราะห์และอธิบายการเกิด พันธะเคมีในโครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร	- แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนหรืออะตอมของ ธาตุให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึก หรือโมเลกุล เรียกว่า พันธะเคมี พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะ ไอออนิก พันธะ โคเวเลนต์ และพันธะโลหะ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-ม.6	4. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเคื่องจุดหลอมเหลว และสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร	- จุดเคื่อง จุดหลอมเหลวและสถานะของสารมีความเกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้นสารที่อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวหรือพันธะเคมีที่แข็งแรง จะมีจุดเคื่องและจุดหลอมเหลวสูง สารในสถานะของแข็งอนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงที่แข็งแรงกว่าสารในสถานะของเหลวและแก๊สตามลำดับ

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-ม.6	1. ทดลอง อธิบายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	- ในชีวิตประจำวันจะพบเห็นปฏิกิริยาเคมีจำนวนมาก ทั้งที่เกิดในธรรมชาติและมนุษย์เป็นผู้กระทำ ปฏิกิริยาเคมีเขียนแทนได้ด้วยสมการเคมี มนุษย์นำสารเคมีมาใช้ประโยชน์ทั้งในบ้าน ในทางการเกษตรและอุตสาหกรรม แต่สารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
ม.4-ม.6	2. ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- ปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลาเรียกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น อาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสาร ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การควบคุมปัจจัยเหล่านี้เพื่อทำให้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ปฏิกิริยาเกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสม สามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้
ม.4-ม.6	3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ	- การสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ที่ทับถมอยู่ใต้ทะเลอย่างต่อเนื่องภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงนานนับล้านปี จะเกิดเป็นปิโตรเลียมโดยมีได้ทั้งสถานะของแข็ง ของเหลวหรือแก๊สซึ่งมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดรวมกัน และอาจมีสารประกอบอื่น ๆ ปะปนอยู่ด้วยการนำแก๊สธรรมชาติมาใช้ประโยชน์จะต้องผ่านกระบวนการแยกแก๊ส ส่วนของเหลวหรือน้ำมันดิบจะแยกโดยการกลั่นลำดับส่วน
ม.4-ม.6	4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	- มีเทน อีเทน โพรเพนและบิวเทน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและสารตั้งต้น ส่วนผลิตภัณฑ์อื่นๆ ซึ่งมีจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น นำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน การสัมผัสตัวทำลายและไฮโดรคาร์บอนบางชนิดในรูปของไอและของที่ใช้แล้ว อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้รวมถึงการกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีก็จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมด้วย
ม.4-ม.6	5. ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์	- พอลิเมอร์เป็นสารประกอบที่โมเลกุลมีขนาดใหญ่เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ มีทั้งที่เกิดในธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้นปฏิกิริยาที่มอนอเมอร์รวมกันเป็นพอลิเมอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน ซึ่งอาจเป็นแบบควบแน่น หรือแบบเติมพอลิเมอร์มีหลายชนิด แต่ละชนิดอาจมีสมบัติบางประการเหมือนกันและบางประการแตกต่างกัน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	6. อภิปรายการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิตและใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	- พอลิเมอร์นำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันตามสมบัติของพอลิเมอร์ชนิดนั้น ๆ เช่น ใช้พลาสติกทำภาชนะ ใช้เส้นใยสังเคราะห์ทำเครื่องนุ่งห่มพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน บางชนิดสลายตัวยาก การใช้อย่างฟุ่มเฟือยและไม่ระมัดระวังอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้
	7. ทดลอง และ อธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต	- คาร์โบไฮเดรตจัดเป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิตพบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลสและไกลโคเจน โดยมีน้ำตาลเป็นหน่วยย่อยสำคัญ ซึ่งประกอบด้วยธาตุ C H และ O การตรวจสอบชนิดของน้ำตาลทำได้โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์
	8. ทดลอง และ อธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมัน	- ไขมันและน้ำมัน เป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมันกับกลีเซอรอล กรดไขมันมีทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน - ไขมันและน้ำมันนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการบริโภคและใช้ในอุตสาหกรรม การบริโภคไขมันที่ขาดความระมัดระวังจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้
	9. ทดลอง และ อธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีนและกรดนิวคลีอิก	- โปรตีนเป็นสารที่ช่วยในการเจริญเติบโต เสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ หน่วยย่อยของโปรตีนคือกรดอะมิโนซึ่งมีทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและไม่จำเป็นมีธาตุองค์ประกอบสำคัญคือ C H O N การทดสอบโปรตีนในอาหารใช้สารละลาย CuSO_4 กับ NaOH

ชั้น	ตัวชีวิต	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		- กรดนิวคลีอิกเป็นสาร โมเลกุลใหญ่คล้ายโปรตีน ประกอบด้วย ธาตุ C H O N ที่พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA ซึ่งเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

2. กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process)

2.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีแนวคิดมาจากจิตวิทยาการเรียนรู้ของเพียเจต์ (อ้างถึงในสัญญากร ปรานทอง, 2539) เกี่ยวกับการทางสติปัญญาและความคิด คือการที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิดมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว (Adaptation) และการจัดระบบโครงสร้าง (Organization) การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัว และเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น กระบวนการปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1) กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หมายถึง กระบวนการที่อินทรีย์ซึมซับประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกันแล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2) กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึมคือภายหลังจากที่มีการซึมซับของเหตุการณ์ใหม่เข้ามาและปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามามีสมบัติเหมือนกับประสบการณ์เดิมประสบการณ์ใหม่จะถูกซึมซับและปรับเข้าหาประสบการณ์เดิม คือทำให้ประสบการณ์เดิมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นแต่ถ้าไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ การซึมซับเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่

เพียเจต์เชื่อว่า (Piaget, 1962 อ้างถึงในสาวิตรี เครือใหญ่, 2548) ความรู้มีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ ความรู้ทางกายภาพ ทางสังคม และทางตรรกศาสตร์

ความรู้ทางกายภาพ เป็นความรู้ชนิดแรกที่เด็กพัฒนาขึ้นและเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับโครงสร้างของความรู้อื่น ๆ ความรู้ทางกายภาพนี้พัฒนามาจากการสังเกตและการมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุเชื่อว่าเด็กเล็ก ๆ โดยธรรมชาติแล้วควรจะได้จับต้องวัตถุ การสังเกตของเด็กจะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ แบบหนึ่งเขาเพียงแต่สังเกตบางสิ่งที่เกิดขึ้นเฉย ๆ อีกแบบหนึ่งเกี่ยวข้องกับการกระทำต่อวัตถุซึ่งเป็นสาเหตุให้บางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้น เช่น เมื่อเด็กทำเสียงดังด้วยช้อน เขาได้เรียนรู้คุณสมบัติของช้อนนั้นโดยสังเกตอย่างมีความหมายต่อการกระทำนี้ เด็กจะค้นพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลพูดอีกอย่างหนึ่งก็คือว่ากิจกรรมที่ก่อให้เกิดการสังเกตที่มีความหมายมักจะส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญามากกว่ากิจกรรมที่เด็กเพียงแต่สังเกตเฉย ๆ โดยไม่ได้กระทำต่อวัตถุ

การให้เหตุผลหรือความรู้ทางตรรกศาสตร์เกิดมาจากประสบการณ์ทางกายภาพ โดยจะเกิดขึ้นเมื่อเด็กแสดงออกทางการกระทำโดยการเชื่อมโยงกับสติปัญญา เช่น เมื่อเด็กมองเห็นดินน้ำมันก้อนกลมแล้วถูกทำให้แบน เขาอาจเพียงสังเกตมันและสรุปว่าดินน้ำมันไม่ได้ถูกเพิ่มหรือทำให้ลดลง ดังนั้นจึงมีปริมาณเท่าเดิม โดยเพียงอาศัยการสังเกตเด็กอาจสรุปไม่ได้ว่าเป็นการอนุรักษ์สาร แต่เป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่ทำให้เด็กเกิดความคิดเกี่ยวกับการอนุรักษ์ ดังนั้น การอนุรักษ์จึงเป็นกระบวนการทางสติปัญญา ประสบการณ์ทางตรรกศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ทำให้สติปัญญาเพิ่มมากขึ้น เช่น การอนุรักษ์ การจัดประเภท ซึ่งประสบการณ์นี้ต้องอาศัยความรู้ทางกายภาพ

ความรู้ทางสังคมแตกต่างจากความรู้ทางกายภาพและความรู้ทางตรรกศาสตร์ โดยเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ด้วยกันเอง ข้อตกลงที่ตั้งขึ้นจะแสดงบทบาทที่สำคัญในการได้มาซึ่งความรู้ทางสังคม แก้อี้อีกเรียกว่าแก้อี เพราะมีการตกลงว่าวัตถุใดก็ตามที่มีลักษณะเหมือนแก้อี จะถูกเรียกว่าแก้อี สำหรับคำที่เป็นนามธรรม เช่น ประชาธิปไตย ความหมายของมันก็ได้มาจากนิยามซึ่งเป็นที่ตกลงร่วมกัน กฎทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมก็ได้มาจากปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

ตามความคิดของเพียเจต์ ปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาด้านสติปัญญาและความคิดคือการที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการปฏิสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา และสิ่งสำคัญที่สุดที่แนวคิดของเพียเจต์ ถูกนำมาใช้ในทฤษฎีการเรียนรู้ ก็มนุษย์ไม่ได้เกิดมาพร้อมกับสติปัญญาที่คอยวันเบิกบาน แต่เป็นผู้แสวงหาความรู้โดยการกระทำของตนเองเพื่อพัฒนาสติปัญญา พลังที่จะสร้างสติปัญญาต้องมาจากภายในตัวเด็กเอง

จากความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาการของเด็กแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและเกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง นักการศึกษาได้นำแนวคิดดังกล่าวมาพัฒนาการเรียนการสอนและอีกแนวคิดหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างสรรค์ความรู้ (ชาตรี เกิดธรรม, 2542 อ้างถึงใน รุ่งนภา จันทรธรม, 2554) ทฤษฎีการเสริมสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งเชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย การเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการเสริมสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้า ด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้าดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย

จากแนวคิดและทฤษฎีที่กล่าวมานั้นจะเห็นได้ว่าก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนต้องตระหนักว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้ใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์ของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้อย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงไม่ได้มาจากการบอกเล่าของครู ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ควรเน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติที่ต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง (สาวิตรี เครือใหญ่, 2548)

2.2 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ทิศนา ขัมมณี (2553) กล่าวว่าจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนที่ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เช่น ด้านการสืบค้นหาแหล่งเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล การโต้แย้งทางวิชาการ การทำงานร่วมกับผู้อื่น

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 119) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอนการจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วยและนักเรียนทำหน้าที่คล้ายกับผู้จัดวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเองมีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้

อนันต์ จันทร์ทวี (2523) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ โดยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้า หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

ดวงเดือน เทศวณิช (2535, อ้างถึงใน สาวิตรี เครือใหญ่, 2548) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่นักเรียนพิจารณาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้องและคล่องแคล่วสามารถสร้างและทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลอง และตีความจากการทดลองด้วยตนเองโดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครูเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีระบบวิธีการแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541, อ้างถึงใน สาวิตรี เครือใหญ่, 2548) กล่าวว่า หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้จะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ส่วนครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกแนะนำและให้ความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็นประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การสำรวจ และการสร้างองค์ความรู้

มนมนัส สุดสั้น (2543) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิดใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง

วิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ซึ่งครูมีหน้าที่เพียงเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ จัดเตรียมสภาพการณ์และกิจกรรมให้เอื้อต่อกระบวนการที่ฝึกให้คิดหาเหตุผล สืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาให้ได้โดยใช้คำถามและสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เช่น ของจริง สถานการณ์ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจ ค้นหาด้วยตนเอง บรรยากาศการเรียนการสอนให้นักเรียนมีอิสระในการซักถาม การอภิปรายและมีแรงเสริมอาจกล่าวได้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้นั่นเอง

Good (1973) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น แสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นวิธีการเรียน โดยการแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นการคิดกับการสังเกตกับสิ่งที่สรุปพบอย่างชัดเจน ประดิษฐ์ คิดค้น ตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างชาญฉลาดสามารถทดสอบได้และสรุปอย่างมีเหตุผล

Sun and Trowbridge (1973 อ้างถึงใน ทศนี มุ่งหามณี, 2537) สรุปลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง และเป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิธีการ ทักษะทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งต้องให้อิสระและให้ผู้เรียนมีโอกาสดู และเป็นการเรียนที่เน้นการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเองและการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียนรู้

National Research Council (2000, pp.28-30) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกิจกรรมที่หลากหลายเกี่ยวกับการสังเกต การถามคำถาม การสำรวจตรวจสอบจากเอกสารและแหล่งความรู้อื่น ๆ การวางแผนการสำรวจตรวจสอบ การทดสอบตรวจสอบหลักฐาน เพื่อเป็นการยืนยันความรู้ที่ได้ค้นพบมาแล้ว การใช้เครื่องมือในการรวบรวม การวิเคราะห์

และการแปลความหมายข้อมูล การนำเสนอผลงาน การอธิบายและการคาดคะเน และการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับผลงานที่ได้

กระทรวงศึกษาธิการ (2554, อ้างถึงใน รุ่งนภา จันทรแรม, 2554) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้ที่ไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือนักเรียนซึ่งเป็นเพียงการจดจำแนวคิดต่าง ๆ เท่านั้น แต่เป็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีเสริมสร้างความรู้และเป็นการบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายสามารถสร้างองค์ความรู้ซึ่งเป็นของตนเองและเก็บความรู้ไว้ในสมองอย่างยาวนาน การที่นักเรียนจะสร้างความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่า สืบเสาะหาความรู้

จากความหมายที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา และมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางให้แก่ผู้เรียน จัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้หรือตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการเสาะแสวงหาความรู้

2.3 คุณลักษณะสำคัญ และรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

หน่วยงาน BSCS (Biological Science Curriculum Study) เป็นหน่วยงานที่ตั้งขึ้นในปี 1958 เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนชีววิทยาในทุกระดับการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของ BSCS ได้นำรูปแบบการสอนที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนมาใช้อย่างเต็มรูปแบบ หลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ถือเป็นหลักสูตรที่ได้รับการยอมรับว่าประสบความสำเร็จที่สุดเมื่อเทียบกับหลักสูตรอื่น ๆ ในช่วงเวลาเดียวกันดังนั้นรูปแบบการสอน 5 ขั้นจึงมีชื่อเรียกว่า BSCS 5E instructional model (Bybee, 2000, p. 28 อ้างถึงใน จีรวรรณ เกษสิงห์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ, 2554, หน้า 95) ซึ่งได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกกระบวนการสอนนี้ว่า รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) หรือ 5Es ซึ่งสาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำรูปแบบการสอนนี้ไปดำเนินการวิจัยใน ปี พ.ศ.2544-2547 และทำการเผยแพร่ขยายผล รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ดังกล่าว แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (สสวท, 2548)

1) การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือทำให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ในกิจกรรม

ที่จะนำเข้าสู่บทเรียนควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่ากำลังจะเกิดขึ้นซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการหรือทักษะและเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิด รวบยอด กระบวนการหรือทักษะกับประสบการณ์เดิม ผลสำเร็จของการจัดกิจกรรมสร้างความสนใจคือทำให้ผู้เรียนสงสัย อยากรู้ อยากเห็น และต้องการศึกษาความรู้อย่างลึกซึ้ง

2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการและทักษะ โดยการใช้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดรวบยอด กระบวนการและทักษะในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจจดจ่อในการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรจะเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

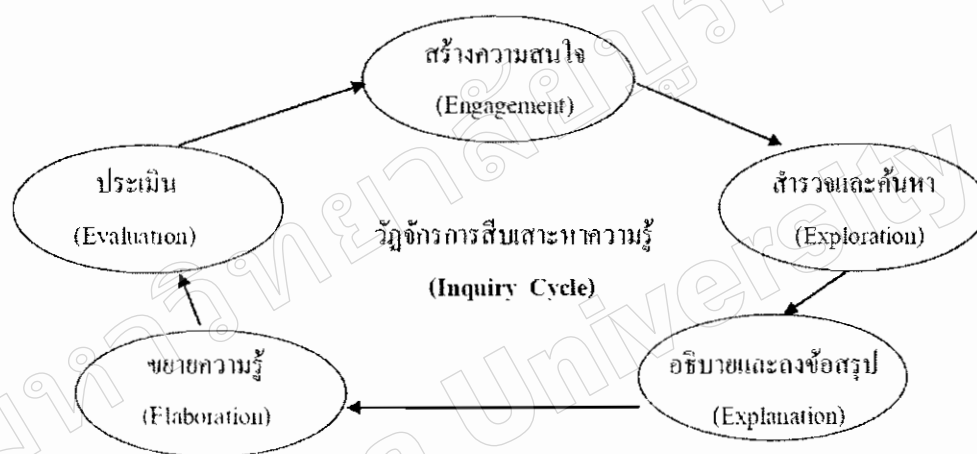
3) การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียดในที่สุดผู้เรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4) การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้นควรให้ประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้นเป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้ คือ ครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันจะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการและทักษะเพิ่มขึ้น

5) การประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเองระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริม

ให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเองและยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่าวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป



ภาพที่ 2 - 1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ถือเป็นวิธีการ หรือแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific approach) รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ด้วย โดยการผ่านการสำรวจตรวจสอบ (Investigation) ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบการสังเกต การสำรวจ หรือการทดลองแล้วแต่สถานการณ์ (National Research Council, 2000) ไม่ว่าจะใช้กิจกรรมรูปแบบใดต้องมีคุณลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ 5 ประการ ดังต่อไปนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการตั้งคำถาม เมื่อคนเราสังเกตสิ่งใดก็มักจะมีคำถามหรือข้อสงสัยเกิดขึ้นเสมอ เช่น อะไร ทำไม เมื่อไร อย่างไร และเมื่อดังคำถามก็จะนำไปสำรวจเพื่อหาคำตอบ การตั้งคำถามจึงเป็นหัวใจของการสืบเสาะหาความรู้

2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานอ้างอิงในการตอบคำถาม หรือสร้างคำอธิบายต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลเป็นหลักฐานหรือประจักษ์พยานอ้างอิง จึงต้องมีการรวบรวมข้อมูลที่ครบถ้วนและแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลจากการสังเกต การสำรวจ หรือการทดลอง

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายหรือข้อสรุปจากข้อมูลหรือหลักฐานที่มีคำอธิบายจะสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานนั้น ทั้งนี้จะต้องผ่านการคิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างระมัดระวัง และมีเหตุผล คำอธิบายเป็นส่วนประกอบที่สำคัญขององค์ความรู้

4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินคำอธิบายหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้นกับคำอธิบายหรือข้อสรุปที่เป็นไปได้อื่น ๆ เป็นการเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คำอธิบายหรือคำตอบของคำถามต่าง ๆ เมื่อนำมาสังเคราะห์หรือหลอมรวมกันอย่างมีเหตุผลก็จะเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจอยู่แนวความคิดหลัก กฎ หรือทฤษฎี

5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสื่อสารคำอธิบายหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้นไปยังผู้อื่นพร้อมแสดงหลักฐานที่สนับสนุนคำอธิบายหรือข้อสรุปดังกล่าว โดยสามารถสื่อสารองค์ความรู้ไปยังผู้อื่นเพื่อการวิพากษ์หรือโต้แย้งอย่างมีตรรกะทั้งนี้องค์ความรู้ที่สร้างขึ้นอาจไม่สมบูรณ์ในบางส่วน ข้อคิดเห็นจากคนอื่นจะเป็นแนวทางมาตรวจสอบ หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม

ในการจัดการเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้จะต้องคำนึงถึงคุณลักษณะดังกล่าวนี้โดยนำไปสอดแทรกในขั้นตอนต่าง ๆ ของรูปแบบการสอนหรือกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งนี้ความเข้มของแต่ละคุณลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ที่จะเกิดกับผู้เรียนขึ้นอยู่กับความร่วมมือส่วนร่วมของนักเรียนและบทบาทของครู

2.4 บรรยากาศการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

องค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนการสอน คือ ครูผู้สอนและผู้เรียนที่ต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศครูจะเป็นผู้ริเริ่มสร้างบรรยากาศผู้เรียนเป็นผู้ตอบสนองและเสริมสนับสนุนให้กับบรรยากาศการเรียนการสอนให้เป็นไปในรูปแบบต่าง ๆ กัน ผู้สอนควรให้ความอบอุ่นทั้งทางกายและจิตใจ สร้างความรู้สึกไว้วางใจให้กับผู้เรียน ผู้เรียนได้รับความเข้าใจ เป็นมิตร เอื้ออาทร ห่วงใย ตลอดจนให้ความสนใจดูแล ช่วยเหลือ จะทำให้ผู้เรียนมีความกล้าและอยากเรียนรู่มากขึ้น บรรยากาศการเรียนการสอนที่มีการยอมรับ มองเห็นคุณค่าในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญและสามารถเรียนได้ผู้สอนควรแสดงความรู้สึกการยอมรับผู้เรียนอย่างจริงใจ กระตุ้นผู้เรียนให้ยอมรับกันเองและเชื่อมั่นว่าสามารถทำได้สำเร็จ บรรยากาศการเรียน

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนากระบวนการคิด ควรมีลักษณะดังนี้ (สสวท., 2549)

1. บรรยากาศภายในห้องเรียน

1.1 เป็นบรรยากาศการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

1.2 เป็นบรรยากาศการโต้ตอบกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน

อย่างสร้างสรรค์ สมเหตุสมผล

1.3 เป็นบรรยากาศที่นักเรียนรู้สึกอบอุ่นใจ ปลอดภัย ปราศจากการตำหนิ วิพากษ์วิจารณ์ความคิด ไม่มีการตัดสินว่าถูกหรือผิด

1.4 บรรยากาศคึกคัก น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา

1.5 นักเรียนสนใจ กระตือรือร้น ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

1.6 บรรยากาศการเรียนรู้อย่างเป็นแบบสร้างสรรค์ และอิสระ

2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

2.1 ครูเป็นกัลยาณมิตรกับนักเรียน เป็นกันเอง ให้กำลังใจแก่นักเรียน

2.2 ครูใจกว้าง ให้นักเรียนโต้แย้งได้ ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน

2.3 ครูให้คำปรึกษาชี้แนะ และช่วยเหลือนักเรียน

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

3.1 ร่วมมือร่วมใจในการทำกิจกรรม ช่วยกันคิด ช่วยกันทำงาน ถ้อยทีถ้อยอาศัย

3.2 อภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันและโต้แย้งกันอย่างสร้างสรรค์

3.3 ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

2.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้ถ่ายทอดความรู้ ไปสู่การเป็นผู้จัดการเรียนรู้โดยอำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษา แนะนำแก่ผู้เรียน ส่วนผู้เรียนเองก็มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประสบผลสำเร็จซึ่งสามารถสรุปเป็นตาราง ดังนี้ (BSCS, 1997 อ้างถึงใน สสวท., 2549)

ตารางที่ 2-1 แสดงบทบาทของครูในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
1. การสร้างความสนใจ (Engagement)	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด - ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุม สิ่งที่นักเรียนรู้ หรือความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอด หรือเนื้อหาสาระ	- อธิบายความคิดรวบยอด - ให้คำจำกัดความและคำตอบ - สรุปประเด็นให้ - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บรรยาย
2. การสำรวจและค้นหา (Exploration)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน - ให้อาจารย์นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	- เตรียมคำตอบไว้ให้ - บอกหรืออธิบายวิธีแก้ปัญหา - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา - นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน
3. การอธิบาย (Explanation)	- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความ - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง	- ขอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐาน หรือให้เหตุผลประกอบ - ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิด หรือความคิดรวบยอด หรือทักษะ

ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
3. การอธิบาย (Explanation)	- ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตน เป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด	
4. การขยายความรู้ (Elaboration)	- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บ่งส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่นักเรียนรู้มาแล้ว - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้หรือทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร	- ให้คำตอบที่ชัดเจน - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ใช้เวลามากในการบรรยาย - นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน - อธิบายวิธีแก้ปัญหา
5. การประเมินผล (Evaluation)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน	- ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดหรือความคิดรวบยอดใหม่ - ทำให้คลุ้มเครือ

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
5. การประเมินผล (Evaluation)	- หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิด - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดเช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไรที่นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	- ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือทักษะ

ตารางที่ 2-2 แสดงบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
1. การสร้างความสนใจ (Engagement)	- ถามคำถามเช่น ทำไม สิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ - แสดงความสนใจ	- ถามหาคำตอบที่ถูกต้อง - ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูกต้อง - ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบายค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเพียงวิธีเดียว
2. การสำรวจและค้นหา (Exploration)	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม - ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐาน	- ให้คนอื่นคิดและสำรวจตรวจสอบ - ทำงานเพียงลำพังโดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นน้อยมาก

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
2. การสำรวจและค้นหา (Exploration)	- พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น ๆ - บันทึกการสังเกต ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุป	- ปฏิบัติอย่างสับสนไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน - เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ไม่คิดต่อ
3. การอธิบาย (Explanation)	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ - ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย	- อธิบายโดยไม่มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม - ยกตัวอย่างและประสบการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน - ยอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้เหตุผล - ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่นซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้
4. การขยายความรู้ (Elaboration)	- นำการชี้นำส่วนประกอบในแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบาย และทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และออกแบบการทดลอง	- ปฏิบัติโดยไม่มีเป้าหมายชัดเจน - ไม่สนใจข้อมูลหรือหลักฐานที่มี - อธิบายเหมือนกับที่ครูจัดเตรียมไว้หรือกำหนดไว้

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
4. การขยายความรู้ (Elaboration)	- ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ - บันทึกการสังเกตและอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน	
5. การประเมินผล (Evaluation)	- ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต หลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความผิดหรือข้อบกพร่อง - ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป	- ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาแล้ว - ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและอธิบายให้คำจำกัดความโดยใช้ความจำ - ไม่สามารถอธิบายเพื่อแสดงความเข้าใจด้วยคำพูดของตนเอง

3. การสอนแบบปกติ

3.1 ความหมายของการสอนแบบปกติ

การสอนแบบปกติ หมายถึง การเรียนการสอนที่ใช้เนื้อหา สื่อการสอนและแบบฝึกหัดโดยยึดตามคู่มือการจัดการเรียนรู้ของสำนักพิมพ์ต่าง ๆ

3.2 ขั้นตอนการสอนแบบปกติ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติมีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ซึ่งครูเป็นผู้แจ้งให้นักเรียนมีความพร้อมและเข้าใจ

2. ขั้นนำเข้าสู่งิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนมีความพร้อมและเข้าใจ

3. ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน ครูสอนเนื้อหาด้วยวิธีต่าง ๆ และใช้สื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหานั้น โดยให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่วางไว้

4. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา

5. ขั้นการวัดผลและประเมินผล วัดจากการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรม การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปกติ จะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการสอนแบบปกติ ยึดคู่มือการเรียนรู้ของสำนักพิมพ์ต่าง ๆ ที่ครูใช้สอนรวมทั้งใช้วิธีการสอนที่หลากหลายแทรกขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การบรรยาย การอธิบาย การแสดงผล การใช้คำถาม และการให้นักเรียนเป็นผู้สาธิต

4. เนื้อหาที่ใช้ในการสอน

4.1 จุดประสงค์การเรียนรู้

คำนวณหาสูตรเอมพิริคัล และสูตรโมเลกุล รวมทั้งคำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุ สารองค์ประกอบจากสูตรที่กำหนดให้ได้

4.2 สูตรเคมี

อะตอมของธาตุต่าง ๆ มีสัญลักษณ์ของธาตุ การที่อะตอมมารวมกันกลายเป็นโมเลกุล ก็ย่อมจะมีสัญลักษณ์แทน โมเลกุลเช่นกันเรียกว่า สูตรเคมี นั่นคือ สูตรเคมี หมายถึงสัญลักษณ์แทน โมเลกุลประกอบด้วย หมู่สัญลักษณ์ของธาตุ บอกให้ทราบว่าโมเลกุลหนึ่งประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง

สูตรเคมีแบ่งได้ออกเป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

1) สูตรเชิงโมเลกุล (molecular formulas)

เป็นสูตรเคมีที่แสดงว่า โมเลกุลหนึ่งของสารประกอบ

2) สูตรเอมพิริคัล (empirical formulas)

เป็นสูตรเคมีที่แสดงถึงอัตราส่วนอย่างต่ำที่สุดของอะตอมที่เป็นองค์ประกอบของโมเลกุล

3) สูตรโครงสร้าง (structural formulas)

เป็นสูตรเคมีที่แสดงถึงการเกิดพันธะในโมเลกุลหนึ่ง ๆ ว่าประกอบด้วยพันธะใด

1. สูตรเชิงโมเลกุล (molecular formulas)

เป็นสูตรเคมีที่แสดงว่าโมเลกุลหนึ่งของสารประกอบ ประกอบด้วยอะตอมของธาตุใดบ้างอย่างละกี่อะตอมใช้สำหรับสารที่ทราบแน่นอนว่า 1 โมเลกุลมีธาตุต่าง ๆ เท่าใด ได้แก่ สารประกอบโคเวเลนต์ เช่น

- H_2O เป็นสูตรเชิงโมเลกุลของน้ำมี ธาตุ H 2 อะตอม และธาตุ O 1 อะตอม
- H_2O_2 เป็นสูตรเชิงโมเลกุลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มี ธาตุ H 2 อะตอม และธาตุ O 2 อะตอม
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ เป็นสูตรเชิงโมเลกุลของน้ำตาลเฮกโซสมีธาตุ C 6 อะตอม H 12 อะตอม และ O 6 อะตอม

2. สูตรเคมีพิริคัล (empirical formulas)

เป็นสูตรเคมีที่แสดงถึงอัตราส่วนอย่างต่ำที่สุดของอะตอมที่เป็นองค์ประกอบของโมเลกุลหนึ่ง ๆ เช่น H_2O เป็นสูตรเคมีพิริคัลของน้ำ

HO เป็นสูตรเคมีพิริคัลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

CH_2O เป็นสูตรเคมีพิริคัลของน้ำตาลกลูโคส

สูตรเคมีพิริคัลใช้สำหรับสารที่ไม่ทราบแน่ชัดว่า 1 โมเลกุลมีขอบเขตตรงไหนได้แก่สารประกอบเชิงไอออน เช่น H_2SO_4

3. สูตรโครงสร้าง (structural formulas)

เป็นสูตรเคมีที่แสดงถึงการเกิดพันธะในโมเลกุลหนึ่ง ๆ ว่าประกอบด้วยพันธะอะไรวาง อะตอมใดเกิดพันธะกับอะตอมใดการเขียนสูตร โครงสร้างจะมี 2 ลักษณะคือ

3.1 การเขียนสูตรโครงสร้างเป็นระนาบ 2 มิติ

3.2 การเขียนสูตร โครงสร้างในปริภูมิ 3 มิติ

ในที่นี้ขอหมายถึงเฉพาะการเขียนสูตร โครงสร้างเป็นระนาบ 2 มิติ ซึ่งมี 2 แบบ คือ

3.1.1 สูตร โครงสร้างแบบจุดอิเล็กตรอน (electron — dot formulas) หรือสูตร ลิวอิส (Lewis formulas) เป็นสูตร โครงสร้างซึ่งเสนอโดย ลิวอิส (G. N. Lewis) ให้เขียนจุด (.) แทน 1 อิเล็กตรอนเวเลนซ์รอบสัญลักษณ์ของธาตุในโมเลกุลนั้น เช่น

- น้ำ (H_2O) มีสูตร โครงสร้างแบบจุดอิเล็กตรอนเป็น $\text{H} \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \text{H}$

- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) มีสูตร โครงสร้างแบบจุดอิเล็กตรอนเป็น $\text{H} : \text{O} : \text{O} : \text{H}$

3.1.2 สูตร โครงสร้างแบบเส้น (dash formula) เป็นสูตร โครงสร้างที่ใช้เส้นตรงแทนอิเล็กตรอนคู่ ร่วมพันธะ เช่น H_2O $\text{H} \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \text{H}$ $\text{H}-\text{O}-\text{H}$

4.3 การคำนวณหาสูตรเคมีพิริคัล และสูตรโมเลกุล

1) การหาสูตรเคมีพิริคัล

สูตรเคมีพิริคัล เป็นสูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของธาตุองค์ประกอบ เช่น

- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มีสูตร โมเลกุลเป็น H_2O_2

อัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอม H : O เท่ากับ 1 : 1

สูตรเอมพิริคัลจึงเป็น HO

- กลูโคสมีสูตรโมเลกุลเป็น $C_6H_{12}O_6$

อัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอม C : H : O เท่ากับ 1 : 2 : 1

สูตรเอมพิริคัลจึงเป็น CH_2O

การหาสูตรเอมพิริคัล มีหลักดังนี้

1. ต้องทราบว่าสารที่จะหาสูตรเอมพิริคัลประกอบด้วยธาตุใดบ้าง
2. ต้องทราบมวลอะตอมของแต่ละธาตุในสารที่จะหาสูตรเอมพิริคัล
3. ต้องทราบมวลของแต่ละธาตุในสารที่จะหาสูตร
4. ให้ข้อมูลจากข้อ 1, 2 และ 3 หาอัตราส่วนโดยโมล ด้วยการนำมวลของแต่ละธาตุหารด้วยมวลอะตอมของธาตุนั้นเข้าอัตราส่วน
5. สำหรับการปัดจุดทศนิยมของตัวเลขในการหาอัตราส่วน โดยโมล โดยทำตัวเลขใดตัวเลขหนึ่ง ให้เป็น 1 แล้วจึงปัดจุดทศนิยมด้วย

วิธีปัดจุดทศนิยม

0.1 - 0.2 ทิ้ง

ถ้าเป็น 0.8 - 0.9 ปัดขึ้นอีก 1

ถ้าเป็น 0.0 - 0.7 ปัดไม่ได้ต้องหาตัวเลขที่ต่ำที่สุดมาคูณตัวเลขของอัตราส่วนโดยโมลให้มีค่าใกล้เคียงที่จะปัดจุดทศนิยมได้ แล้วปัดจุดทศนิยมตัวเลขให้เป็นจำนวนเต็ม ถ้าตัวเลขปัดจุดทศนิยมไม่ได้ ตัวเลขทุกตัวของอัตราส่วนโดยโมลนั้นก็จะเป็นปัดจุดทศนิยมต้องหาตัวเลขมาคูณให้ได้ตัวเลขที่จะปัดจุดทศนิยมได้ อัตราส่วนโดยโมลที่ได้เป็นจำนวนเต็มสูตรเอมพิริคัล

การหาสูตรโมเลกุลของสารทั่วไป

สูตรโมเลกุลเป็นสูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุลของสาร เช่น ไฮโดรเจนมีสูตรโมเลกุลเป็น H_2 แสดงว่า 1 โมเลกุลประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีสูตรโมเลกุลเป็น H_2O_2 แสดงว่า

1 โมเลกุลประกอบด้วยไฮโดรเจน และออกซิเจนธาตุละ 2 อะตอม

การหาสูตรโมเลกุลของสารทั่วไป มีหลักดังนี้

1. ต้องทราบสูตรเอมพิริคัล
2. ต้องทราบมวลโมเลกุลโดยโจทย์กำหนดมาให้ทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้

3. นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 1, 2 หาค่า n โดยใช้สูตร

(มวลของสูตรเอมพิริคัล) $\times n$ - มวลโมเลกุล

n = เลขเป็นจำนวนเต็มบวก เช่น 1, 2, 3

การปัดจุดทศนิยมของค่า n

ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ให้ปัดขึ้นอีก 1

แต่ถ้าต่ำกว่า 0.5 ก็ปัดทิ้งไป เช่น 3.6 ก็ปัดจุดทศนิยมเป็น 4.0 และ 2.2 ปัดจุด

ทศนิยมเป็น 2.0

4.4 การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร

สูตรโมเลกุลของสารมีส่วนสัมพันธ์กับมวลโมเลกุล โมล และมวลของธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบในสูตรโมเลกุลเหล่านั้น เช่น สูตรของโซเดียมคาร์บอเนต เขียนได้ดังนี้ Na_2CO_3 ความสัมพันธ์ที่ได้เป็นดังนี้

Na_2CO_3 1 โมล มีมวล 106 กรัม

ประกอบด้วย Na 2 โมลอะตอม มีมวล $2 \times 23 = 46$ กรัม

C 1 mole (atom) มีมวล $1 \times 12 = 12$ กรัม

O 3 mole (atom) มีมวล $3 \times 16 = 48$ กรัม

จากความสัมพันธ์ของโครงสร้างดังกล่าว สามารถนำไปใช้คำนวณมวลโมเลกุลของสาร และมวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบในสูตรเคมีของสารต่าง ๆ ได้การคำนวณร้อยละของสารอาจคำนวณโดยการเทียบบัญญัติ ไตรยางค์ หรืออาจใช้สูตรต่อไปนี้ คือ

$$\% \text{ ของสาร A} = \frac{\text{มวลของสาร A}}{\text{มวลของสารทั้งหมด}} \times 100$$

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

ระเบียบ อนันตพงศ์ (2550) ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สนามของแรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการเรียนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สนามของแรง โดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นับ บริกส (2554) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียน และใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้เอกสารประกอบการเรียนเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เอกสารประกอบการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เอกสารประกอบการเรียนในระดับมาก

ทัศนี มุ่งหามณี (2537) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนวัดใหม่เนินพะยอม อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี จำนวน 50 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 25 คน โดยการจับคู่คะแนน (match by pair) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ปลายปีการศึกษา 2536 แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลองเพื่อสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และกลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิมพ์ใจมุก เทวคำ (2551) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของนักเรียนจากการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางการเรียนจากการสืบเสาะหาความรู้กับวิธีการสอนแบบปกติ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 คนของโรงเรียนวัดท่าพุด ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการ จัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางการเรียนจากการสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางการเรียนจากการสืบเสาะโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก

ปภาวี ลิขิตบุญฤทธิ์ (2541) ได้ทำการศึกษาเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแนวคิดในการแก้ไขปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นระดับของคำถามกับการสอนตามคู่มือครู เรื่องบรรยากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 80 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนเขลางค์นคร อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน โดยกลุ่ม 1

ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นระดับของคำถาม กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนตามคู่มือ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นระดับของคำถาม มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีแนวคิดในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านการคิดค้นต่อไปอยู่ในระดับมาก ด้านการนำไปใช้ด้านการใช้หลักการและด้านความรู้ความจำอยู่ในระดับน้อยถึงมาก และกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นระดับของคำถามมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการเปรียบเทียบแนวคิดในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านเป็นดังนี้ คือ ด้านความรู้ความจำ และด้านการคิดค้นต่อไป กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นระดับคำถามกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนด้านการใช้หลักการและการนำไปใช้ กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นระดับคำถามกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เรวัต สุขมั่งมี (2543) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นของนักเรียน เมื่อได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสารรอบตัว โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนแม่มริมวิทยา อำเภอแม่มริม จังหวัดเชียงใหม่จำนวน 60 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 อีกทั้งนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ในระดับดี

ศิริลักษณ์ อ่างเงิน (2546) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการตัดสินใจก่อนและหลังเรียนของนักเรียนเมื่อได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนเมื่อได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสารรอบตัว โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทรัพยากรในดิน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนแม่สรวย จังหวัดเชียงราย จำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ตามแนววงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการตัดสินใจหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการตัดสินใจหลังการสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้สูงาก่อนนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุธารพิกค์ โนนศรีชัย (2550) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SEs) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนร่องคำ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 42 คนที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 วิชาชีววิทยา เรื่องการเคลื่อนที่ ผลการวิจัยพบว่าด้านการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยา มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SEs) โดยภาพรวมเห็นด้วยอยู่ในระดับ “มาก” ($\bar{X} = 4.02$)

สัญญาธิ์กร ปรามทอง (2539) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยจัดกิจกรรมแบบแนะแนวทาง และไม่แนะแนวทางของนักเรียนโรงเรียนนวมินทราชูทิศ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2538 จำนวน 60 คน โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลสมของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Kristen (2009) ได้นำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ร่วมกับการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีทั่วไป ของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ โดยทำการศึกษาพัฒนาการด้านการออกแบบการทดลอง และความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล การนำความเข้าใจในเนื้อหาไปอธิบายปัญหาที่ถามเกี่ยวกับการประยุกต์หลักการปริมาณสารสัมพันธ์โดยตรงและโดยอ้อมของกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนโดยทำการทดลองด้วยกระบวนการแบบสืบเสาะหาความรู้ และกลุ่มควบคุมซึ่งจะได้รับการสอนแบบเดิมที่เคยสอนในเรื่องปริมาณสัมพันธ์ จากการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองมีพัฒนาการด้านการออกแบบการทดลอง

ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล และการนำความเข้าใจในเนื้อหาไปอธิบายปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์หลักการปริมาณสัมพันธ์โดยตรงสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 อีกทั้งยังพบว่าในเรื่องของการนำความเข้าใจในเนื้อหาไปอธิบายปัญหาที่ถามเกี่ยวกับการประยุกต์หลักการปริมาณสารสัมพันธ์โดยอ้อมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์มีความมุ่งหวังให้นักเรียนเกิดความรู้ซึ่งได้มาจากการค้นคว้าสืบเสาะด้วยตนเอง ผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นรูปแบบการสอนที่สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความคงทน มีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ และเป็นผู้มีเหตุผลสูงขึ้นด้วย ซึ่งเหมาะสมสำหรับครูผู้สอนที่จะนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีสอนของตนเพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นอย่างยิ่ง