

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย โดยแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
 - 1.1 วิสัยทัศน์การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.2 คุณภาพของนักเรียน
 - 1.3 สาระและมาตรฐานของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3
 - 1.4 กระบวนการเรียนรู้
 - 1.5 การวัดและประเมินผล
 - 1.6 แหล่งการเรียนรู้
2. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
3. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก (Active Learning)
 - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก
 - 3.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก
 - 3.3 แนวคิดการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก
 - 3.4 เทคนิคในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก
 - 3.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก
 - 3.6 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก
 - 3.7 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. ความสามารถในการแก้ปัญหา
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 ต่อไปนี้ (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 1-46)

1. วิสัยทัศน์การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นภายใต้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545 กล่าวคือ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นักเรียนควรได้รับการพัฒนาและสร้างความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อนักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำทาบกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิดลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงนักเรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน

2. คุณภาพของนักเรียน

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอนนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมหลากหลาย ทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล โดยอาศัยแหล่งเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่น โดยครูมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

คุณภาพของนักเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. เข้าใจสมบัติและองค์ประกอบของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง
4. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
5. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลกความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้
8. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
9. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
10. แสดงถึงความสนใจมุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

13. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น

3. สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นที่ 3

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

1. สำรวจตรวจสอบ และอธิบายลักษณะและรูปร่างของเซลล์ต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต เซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ หน้าที่ของส่วนประกอบของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ รวมทั้งกระบวนการที่สารผ่านเซลล์

2. สำรวจตรวจสอบ และอธิบายปัจจัยที่จำเป็นต่อการใช้และผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง ความสำคัญของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต (พืช สัตว์ และมนุษย์) การทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่าง ๆ และนำความรู้ไปใช้

4. สังเกต สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ และอธิบายพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า (แสง อุณหภูมิ น้ำ และการสัมผัส)

5. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและนำเสนอเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้ในการขยายพันธุ์ และปรับปรุงพันธุ์ เพิ่มผลผลิตของสัตว์และพืช รวมทั้งผลของการใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรมอาหาร และการแพทย์

6. สำรวจตรวจสอบสารอาหารต่าง ๆ ที่รับประทานในชีวิตประจำวัน และนำความรู้มาใช้ในการเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วนได้สัดส่วนเหมาะสมกับเพศและวัย

7. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับสารเสพติด ผลของสารเสพติดต่อการทำงานของระบบต่าง ๆ ของร่างกาย และนำเสนอแนวทางในการป้องกันและต่อต้านสารเสพติด

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มี

ผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับสารพันธุกรรมในนิวเคลียสที่ควบคุมลักษณะและกระบวนการต่าง ๆ ของเซลล์ สารพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานและรู้ถึงประโยชน์ของการใช้ความรู้ด้านพันธุกรรม

2. สำรวจ สืบค้นข้อมูล และอธิบายหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสมดุล และผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งในด้านที่เป็นประโยชน์และโทษโดยเฉพาะโรคที่มีผลต่อสังคม

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. สำรวจตรวจสอบระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่นอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน วัฏจักรของสารและการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

1. สำรวจ วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น เสนอแนวคิดในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งลงมือปฏิบัติในการดูแลรักษา แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. สังเกต สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ อภิปรายสมบัติต่าง ๆ ของสาร จำแนกสารออกเป็นกลุ่มตามเนื้อสารหรือขนาดของอนุภาค

2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลอง (Model) การจัดเรียงอนุภาคและการเคลื่อนไหวของอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ และใช้แบบจำลองอธิบายสมบัติและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

3. สำรวจตรวจทดสอบสารเนื้อเดียว อภิปราย และอธิบายสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลาย ค่า pH ของสารละลาย และการนำความรู้เกี่ยวกับกรด-เบสไปใช้ประโยชน์

4. สำรวจตรวจทดสอบ และเปรียบเทียบสมบัติของสาร อธิบายองค์ประกอบสมบัติของธาตุและสารประกอบ สามารถจำแนกและอธิบายสมบัติของธาตุกัมมันตรังสี โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ และการนำไปใช้ประโยชน์

5. สำรวจตรวจทดสอบ และอธิบายหลักการแยกสารด้วยวิธีการกรอง การกลั่น การตกผลึก การสกัดและโครมาโทกราฟี และนำวิธีการแยกสารไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. สังเกต สำรวจตรวจทดสอบ อภิปราย อธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวลและพลังงานของสาร เมื่อสารเกิดการละลายเปลี่ยนสถานะ และเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร

2. สำรวจตรวจทดสอบ เปรียบเทียบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับหน่วยที่ใช้แสดงปริมาณของตัวละลายในตัวทำละลาย วิธีเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นตามหน่วยที่กำหนด และนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

3. สังเกต สำรวจตรวจทดสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี และสมการเคมีของปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน โลหะกับน้ำ โลหะกับกรด กรดกับเบส กรดกับคาร์บอเนต และนำความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาของสารเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

4. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับผลของสารเคมี ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม ตระหนักถึงการใช้สารเคมีอย่างคุ้มค่า ปลอดภัย รู้วิธีป้องกันและแก้ไขอย่างถูกวิธี

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

1. อภิปราย และอธิบายได้ว่าแรงเป็นเวกเตอร์ ทำการทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในระนาบเดียวกัน

2. ตรวจสอบและอธิบายได้ว่า แรงผลักดันทำให้วัตถุมีความเร่งในทิศเดียวกับแรงผลักดัน

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้

1. ตรวจสอบและอธิบายแรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในเชิงคุณภาพและเสนอวิธีการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานเพื่อใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

2. ทดลอง และอธิบายหลักการของโมเมนต์ และวิเคราะห์โมเมนต์ในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งคำนวณและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สังเกตการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน และอธิบายผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุและลักษณะการเคลื่อนที่ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ตรวจสอบและอธิบายความหมายของงานพลังค์กย์โน้มถ่วงพลังงานจลน์กฎการอนุรักษ์พลังงาน และการนำไปใช้ประโยชน์

2. สังเกต และวัดอุณหภูมิของสิ่งต่าง ๆ อธิบายว่าอุณหภูมิเป็นปริมาณที่บอกถึงระดับหรือสภาพความร้อนในวัตถุ

3. ตรวจสอบและอธิบายการถ่ายโอนพลังงานความร้อน โดยการนำพาการแผ่รังสี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. ทดลอง และอธิบายการดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่าง ๆ สืบค้นข้อมูล รวมทั้งนำความรู้ไปออกแบบเพื่อใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ

5. ทดลอง และอธิบายสมดุลความร้อน ผลของความร้อนต่อการขยายตัวของวัตถุ รวมทั้งนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

6. ทดลอง และอธิบายสมบัติ การสะท้อน การหักเหของแสง รวมทั้งการคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เช่น เล็นโยนนำแสง เลเซอร์

7. อภิปราย และอธิบายได้ว่าความเข้มของแสงมีผลต่ออันตรายตามมนุษย์ และมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

8. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

9. สืบค้นข้อมูล และคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เปรียบเทียบ และเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

10. สืบค้นข้อมูล และอธิบายหลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน การออกแบบและติดตั้ง อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และเหมาะสมรวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และ ลักษณะของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ แปลความหมายจาก การพยากรณ์อากาศ อธิบายผลของลมฟ้าอากาศต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ของโลก และกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ซึ่งส่งผลต่อการ ดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3. สืบค้นข้อมูล สำรวจ ตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของ โลก และทรัพยากรธรณีในโลก

4. สืบค้นข้อมูล สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการยกตัว การยุบตัว และการคดโค้งโก่งงอการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพา การทับถม และผลของ กระบวนการดังกล่าวที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแตกต่างกัน

5. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับชั้นหน้าตัดของดิน สมบัติของดิน การปรับปรุงคุณภาพของดิน และการนำไปใช้ประโยชน์

6. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับแหล่งน้ำบนพื้นโลก แหล่งน้ำใต้ดิน และการนำมาใช้ประโยชน์

7. สำรวจตรวจสอบ สังเกต และอธิบายกระบวนการเกิดลักษณะขององค์ประกอบ สมบัติของหินและแร่ รวมทั้งการใช้ประโยชน์

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตบนโลก

2. สังเกต อภิปราย และอธิบายกลุ่มดาวฤกษ์ การใช้ประโยชน์จากความรู้

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้สำรวจอวกาศ วัตถุท้องฟ้า สภาพอวกาศ ทรัพยากรธรรมชาติ และใช้ในการสื่อสาร

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ

วิธี

3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม

4. เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณ และคุณภาพ

5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

6. สร้างแบบจำลอง (Modeling) หรือรูปแบบ (Pattern Representation) ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ

7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้น หรือโต้แย้งจากเดิม

9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

4. กระบวนการเรียนรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ต้องให้นักเรียนเกิดทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เรื่องของการจัดการบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืนในการจัดการเรียนรู้ ครูต้องเป็นผู้ส่งเสริมสนับสนุนและจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนรู้ และอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ซึ่งจะทำให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้ให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้วิธีประเมินที่มีความหลากหลายและประเมินตามสภาพจริง โดยประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ ต้องประเมินให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด เพื่อช่วยให้สามารถประเมินความรู้ ความสามารถ และความรู้สึนึกคิดที่แท้จริงของนักเรียนได้

6. แหล่งการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ต้องส่งเสริมและสนับสนุนนักเรียนให้สามารถเรียนรู้ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ และเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิตจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย แหล่งเรียนรู้สำหรับกลุ่มวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดเฉพาะในห้องเรียน หรือจากหนังสือเรียนเท่านั้น แต่จะรวมแหล่งเรียนรู้หลากหลายทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียน เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น และแหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคล เป็นต้น ครูควรจะ

พิจารณาใช้แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมจากแหล่งเรียนรู้เหล่านั้น อันจะส่งผลให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเต็มศักยภาพ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ประกอบไปด้วยเนื้อมาย่อย คือ การจำแนกสาร คอลลอยด์และสารแขวนลอย การแยกสาร เนื้อผสม การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี สารละลาย สารละลายกรด-เบส สารที่ใช้ทำความสะอาด และการใช้สารในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ช่วงชั้นที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1 และ ว 3.2

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยในปีพุทธศักราช 2521 ได้เริ่มใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ซึ่งหลักสูตรดังกล่าวเน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบกำหนดแนวทาง (Structured Inquiry) นักเรียนลงมือกระทำการทดลอง บันทึกข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลเองตามแนวทางที่กำหนดไว้แล้ว กิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วย 3 ขั้นตอน (จันทร์พร พรหมมาศ, 2541, หน้า 13 - 14) ดังนี้คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre – Lab Discussion) เป็นขั้นที่ครูนำการอภิปรายโดยใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น สงสัยเพื่อนำไปสู่การกำหนดปัญหา หรือแนะแนวทางในการตั้งสมมติฐานหรือการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

2. การปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ลงมือกระทำการทดลองหลังจากที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนการทดลองแล้ว ซึ่งในขั้นนี้นำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่ควบคุมและให้คำแนะนำตลอดจนคอยกระตุ้นและสนับสนุนนักเรียน ในบางกรณีอาจไม่มีการทดลอง ครูจะใช้การซักถามหรือการอภิปรายสรุปผลจากข้อมูลที่เป็นผลการทดลองที่ได้มีการศึกษาไว้แล้ว หรืออาจใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายและสรุปผล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post – Lab Discussion) ครูใช้คำถาม เพื่อให้ นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมได้มาเป็นความรู้เพื่อตอบปัญหา หรือแนว ความคิดหรือหลักการสำคัญของบทเรียน นอกจากนี้อาจมีการอภิปรายข้อผิดพลาดในการทดลอง ที่อาจเป็นได้ คำถามที่ครูใช้ในขั้นนี้นอกจากจะช่วยให้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังช่วยให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นและมีแนวคิดอย่างกว้างขวางมากขึ้น

ปัจจุบัน สสวท. ได้เสนอแนะแนวทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คือ การเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ 5E ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542, หน้า 14 - 15) ดังนี้คือ

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากความสงสัย ความสนใจของตัวนักเรียน หรือการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่ น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้ เดิม เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อ ต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนร่วมกันวางแผนคิด กำหนดแนวทางการ สืบเสาะตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือกระทำเพื่อรวบรวมข้อมูล เน้นประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และการลงมือกระทำจริง วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง กิจกรรม ภาศสนาม การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) วิเคราะห์เพื่ออธิบายสิ่งที่ค้นพบ ครูอธิบาย ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ หลักการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเพื่อให้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมา กยิ่งขึ้น

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้ เดิม ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น เพื่อนำไปสู่การขยายแนวคิด ความรู้

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น

สสวท. ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่นักเรียนเป็น ศูนย์กลาง (Child Center) อย่างต่อเนื่อง ซึ่งมุ่งให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติ ตลอดจนสามารถนำความรู้ที่ค้นพบไปตรวจสอบเพื่อหาข้อเท็จจริง นำไปขยายความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก (Active Learning)

“Active Learning” เป็นการจัดการเรียนการสอนแนวทางหนึ่งที่มีผู้ศึกษาหลายคน โดยมีชื่อเรียกที่หลากหลาย ได้แก่ การเรียนเชิงรุก (ทวิวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ, ม.ป.ป.) การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (อัมพิกา ภูเดช, 2541) การเรียนรู้โดยองค์รวม (สุจินดา ขจรรุ่งศิลป์, 2542) การเรียนรู้แบบลงมือกระทำ (กุลยา ตันติผลาชีวะ, 2543) การเรียนการสอนเชิงรุก (อุษณีย์ เทพวรชัย, 2543) และการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น (มนัส บุญประกอบและคณะ, 2544) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก (Active Learning) เพื่อแสดงว่าเป็นการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเริ่มต้นจากความสนใจ ความสงสัย มีความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหา และนักเรียนลงมือกระทำ เพื่อค้นหาคำตอบที่ทำให้ตนเองหมดความสงสัย

ความหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกพบว่า นักการศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศหลายคนได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ไว้ดังนี้

เมเยอร์และโจนส์ (Meyers & Jones, 1993, pp. 4-11) ให้ความหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกสรุปได้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ การลงมือกระทำ และการแก้ปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ที่ชวนสงสัย กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับข้อมูล เกิดมโนทัศน์ หรือทักษะใหม่ ๆ จากการเรียนรู้

อัมพิกา ภูเดช (2541, หน้า 57-58) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกสรุปได้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจจากการลงมือกระทำ และก่อให้เกิดทักษะต่าง ๆ โดยเกิดขึ้นได้จากการมีวัสดุอุปกรณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การใช้เครื่องมือที่หลากหลาย ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกกิจกรรมของตนเอง หรือการแก้ปัญหาด้วยวิธีการของตน นักเรียนได้สื่อสารสิ่งที่กำลังทำกับผู้อื่น และการได้รับการสนับสนุน กระตุ้นให้นักเรียนลงมือกระทำเป็นระยะจากครู

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2543, หน้า 41-53) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก เป็นการสอนที่กระตุ้นความใคร่รู้ ใคร่เห็นของนักเรียน การได้หยิบ ได้จับ สัมผัส ได้เห็น เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ทั้งสิ้น ครูต้องจัดกิจกรรมการสอนที่ให้โอกาสนักเรียนได้ลงมือกระทำ และได้คิดอย่างแท้จริง ซึ่งการเรียนรู้นั้นหากเป็นการสานต่อประสบการณ์ด้วยแล้ว

จะเป็นการจำที่ยาวนาน ครูควรเลิกใช้การบอก การอธิบาย การสั่งงานที่เป็นแบบฝึกหัดต่างคนต่างทำในชั้นเรียน มาเป็นวิธีการให้นักเรียนลงมือกระทำด้วยความคิดร่วมกันให้มากขึ้น

มนัส บุญประกอบและคณะ (2544, หน้า 7-13) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก เป็นการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน นักเรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่ได้ฝึกกระทำด้วยกิจกรรมที่ทำท่าย น่าสนใจ ก่อให้เกิดความภาคภูมิใจ มีความสนุกสนาน เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครู ทำให้บทเรียนน่าสนใจ มีคุณค่า และนักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้นและจดจำได้นาน

ปรีชาญ เดชศรี (2545, หน้า 53-55) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือกระทำ ทั้งในเชิงทักษะต่าง ๆ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบ และการปฏิบัติเพื่อพัฒนาเชาว์ปัญญา เช่น การคิดแก้ปัญหา วิเคราะห์วิจารณ์ หรือการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ เพื่อแทนที่การเรียนการสอนที่ครูบอกเล่าให้นักเรียนได้ฟังเพียงด้านเดียว

บุหงา วัฒนะ (2546, หน้า 30-34) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนอย่างมีความหมาย โดยการร่วมมือระหว่างนักเรียนด้วยกัน ครูต้องลดบทบาทในการสอน และการให้ความรู้แก่นักเรียนโดยตรง แต่ไปเพิ่มกระบวนการและกิจกรรมที่จะทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ทำท่ายความสามารถจากการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น และอย่างหลากหลายไม่ว่าจะเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยการพูด การเขียน การอภิปรายกับเพื่อน ๆ

ศักดิ์ ไชยกิจปัญญา (2548, หน้า 12-15) สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก จะมีครูเป็นผู้จัดกิจกรรมที่นักเรียนต้องหาความหมาย และทำความเข้าใจด้วยตนเอง หรือร่วมกันกับเพื่อน เช่น ร่วมสืบค้นหาคำตอบ ร่วมอภิปราย ร่วมนำเสนอ และสรุปความคิดรวบยอดร่วมกัน

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 1-7) ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกว่า เป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนต้องค้นหาเนื้อหา เพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้โดยการพูดคุย การเขียน การอ่าน การสะท้อนความคิด หรือการตั้งคำถาม ซึ่งเป็นการเรียนที่มีคุณค่า น่าตื่นเต้น สนุกสนาน ทำท่ายความสามารถ นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสอดคล้องกับความสนใจของตนเอง ได้ลงมือคิดและกระทำอย่างมีความหมาย สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากความหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีคุณค่า และสนุกสนาน โดยนักเรียนมี โอกาสได้ศึกษาในสิ่งที่ตนเองสนใจ และท้าทายความรู้ความสามารถ นักเรียนได้ลงมือคิด และ ลงมือกระทำเพื่อค้นหาคำตอบ โดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ เช่น การทำงานเป็นกลุ่ม การพูดคุย การอ่าน การเขียน การอภิปราย การตั้งคำถาม การสะท้อนความคิด และการสืบค้นหาคำตอบ นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ลักษณะเชิงรุกเช่นนี้ ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้จากความเข้าใจ ด้วยตนเอง เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน แก้ปัญหาได้ และมีทักษะในการเลือกรับข้อมูล วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีระบบ

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิด การเรียนรู้จึงไม่ใช่เรื่องง่าย นักปรัชญาและนักจิตวิทยาการศึกษาได้ทำการศึกษาทฤษฎี และ กระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เช่น การเรียนรู้จากการลงมือกระทำ (Learning by Doing) ของดิวอี้ (Dewey, 1976, p. 280) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก (Theory of Cognitive Development) ของเพียเจต์ (Piaget, 1972, pp. 1-12) การเรียนรู้ ด้วยการค้นพบ (Discovery Learning) ของบรูเนอร์ (Bruner, 1966, pp. 1-54) เป็นต้น ทฤษฎีและแนวคิดดังกล่าวเป็นพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ซึ่งเชื่อว่า นักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย ก่อนที่ครูจะ จัดการเรียนการสอนให้ เมื่อนักเรียนได้สัมผัสกับสถานการณ์ใหม่ที่จะเรียนรู้ผ่านกระบวนการและ กิจกรรมที่หลากหลาย ที่นักเรียนได้ลงมือกระทำและสืบค้นด้วยตนเอง หรือด้วยความร่วมมือจาก เพื่อน ความเข้าใจเดิมของนักเรียนจึงส่งผลต่อการเรียนรู้เพิ่มเติม หรือการเรียนรู้สิ่งใหม่ โดย นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ความเข้าใจและความหมาย ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความจำที่ยาวนาน (ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, 2541, หน้า 8-9)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ ที่ว่าในการจัดการเรียนการสอนต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การสอน โดยเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้จากการแก้ปัญหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึง เริ่มต้นด้วยปัญหาที่ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา นักเรียนจะได้คิดหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ สงสัยหรือต้องการรู้ โดยการลงมือกระทำ สืบค้นหาคำตอบด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ มี

ส่วนร่วมในการคิดวางแผน และหาทางเลือกในการแก้ปัญหา ออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา ตลอดจนได้แลกเปลี่ยนความรู้ และสะท้อนความคิดกับเพื่อนนักเรียน เพื่อเกิดเป็นความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้สร้างขึ้นด้วยตนเอง (Brook & Brook, 1993; Martin et al., 1994, p. 44; วรธนทิพา รอดแรงคำ, 2541, หน้า 51; สุมาลี กาญจนชาติ, 2543, หน้า 15-16)

เยเกอร์ (Yager, 1991, pp. 52-57) ได้เสนอหลักสำคัญของการจัดการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า ครูวิทยาศาสตร์สามารถใช้รูปแบบการสอน กระบวนการสอน วิธีสอน หรือเทคนิคการสอนได้หลากหลาย ควรเน้นการจัดกิจกรรมตาม สภาพจริง จัดสภาพแวดล้อม บรรยากาศ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เพียงพอและเอื้อต่อการจัดการ เรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการคิดของนักเรียน ทั้งนี้ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการ เรียนการสอน ให้คำแนะนำ กระตุ้น สนับสนุน ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน และ ประเมินผลนักเรียนตามสภาพจริง ส่วนนักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนอย่างแท้จริง แสดงความคิดเห็น ใช้คำถาม ฝึกการคิด ลงมือกระทำ และสรุปความรู้ ของตนเอง

แนวคิดการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ตามแนวคิดของศาสตราจารย์ ดร.ซิลเบอร์แมน (Silberman, 1996, p. 1) นักจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยเทมเปิล ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ว่าครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีกิจกรรม หลากหลายโดยจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือกระทำ (Learning by Doing) เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือกระทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยตรงด้วยตนเอง และศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ นักเรียนเปลี่ยนบทบาทจากการเป็น "ผู้รับความรู้" มาเป็น "ผู้เรียนรู้" และเปลี่ยนบทบาทของครูจาก "ผู้สอน" มาเป็น "ผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้" ให้แก่นักเรียน จุดเด่นของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก คือ นักเรียนต้องเป็นศูนย์กลางการจัดการ เรียนรู้อย่างแท้จริง เรียนรู้จากการลงมือกระทำ และจากประสบการณ์ตรงที่ได้รับจากการลงมือปฏิบัติ และค้นพบวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดความสนใจใฝ่รู้ ตื่นเต้นที่จะได้ค้นพบ ซึ่งครูจะสอดแทรกการจัดการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีการคำนึงถึงการเรียนรู้ทั้ง กลุ่มเล็ก กลุ่มใหญ่ และรายบุคคล มีการใช้สื่อและใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจของ นักเรียนโดยตรง

เมเยอร์และโจนส์ (Meyers & Jones, 1993, pp. 20-32) ได้เสนอองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก มี 3 ประการ ดังนี้คือ

1. กระบวนการพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก มี 4 ด้าน ได้แก่ การพูดและการฟัง การเขียน การอ่าน และการสะท้อนความคิด การพูดและการฟังจะช่วยให้นักเรียนได้ค้นหาความหมายของสิ่งที่เรียน การเขียนจะช่วยให้นักเรียนได้สรุปข้อมูลเป็นภาษาของตนเอง การอ่าน การตรวจเอกสารสรุป การบันทึกย่อ สามารถช่วยให้นักเรียนประมวลสิ่งที่อ่านและพัฒนาความสามารถในการเน้นสาระสำคัญ การสะท้อนความคิดจะช่วยให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่รู้มาก่อน หรือนำความรู้ที่ได้รับไปเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน หรือการให้นักเรียนหยุดเพื่อใช้เวลาในการคิดและบอกให้ผู้อื่นรู้ว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความสามารถในการเก็บกักความรู้ของนักเรียน

2. กลวิธีในการเรียนการสอน ครูสามารถใช้วิธีการ และเทคนิคต่าง ๆ ได้หลากหลาย เช่น การเรียนแบบร่วมมือ กรณีศึกษา สถานการณ์จำลอง การอภิปราย การเขียนบทความ การแก้ปัญหา เป็นต้น

3. ทรัพยากรที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน จะต้องมียแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า เช่น วิทยากรภายนอก การใช้เทคโนโลยีในการสอน การใช้โทรทัศน์เพื่อการศึกษา และการให้นักเรียนลงมือกระทำจากงานที่ได้รับมอบหมาย ได้แก่ การบ้าน ผังมโนทัศน์ การอ่าน เป็นต้น

อัมพิกา ภูเดช (2541, หน้า 57) ได้เสนอแนวคิดที่ว่า ในการส่งเสริมให้นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์เชิงรุกได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองนั้นปัจจัยสำคัญ ได้แก่ การมีวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ นักเรียนมีโอกาสลงมือกระทำ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกกิจกรรมและกลวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนได้สื่อสารเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังทำกับผู้อื่น และการได้รับการสนับสนุน กระตุ้นให้ลงมือทำสิ่งที่ท้าทายจากครู

อุทัย ดุลยเกษม (2548, หน้า 102-104) ได้เสนอแนวคิดที่ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกอาจรวมถึงกระบวนการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น Participatory Learning, Collaborative Learning, Problem – Based Learning, Interactive Learning, Evidence – Based Learning ซึ่งอาจเรียกรวมได้ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning

จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องและแนวคิดการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยครูมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหา และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้รับโอกาสในการทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างอิสระร่วมกับผู้อื่น และทำให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในชีวิตประจำวันโดย

ไม่รู้ตัว คือ การพูด การอ่าน การฟัง การเขียน และการสะท้อนความคิด และมีปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้นในห้องเรียน โดยการสนับสนุนและช่วยเหลือจากครู บรรยายภาคในห้องเรียนเพื่อการเรียน ซึ่งครูทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำ และจัดการให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน สนใจในเนื้อหา มีความสามารถในการแก้ปัญหา และเกิดเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกยังรวมถึงแนวการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

นักการศึกษาหลายคนได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ไว้ดังนี้

ฟิงค์ (Fink, 1999, p. 1) ได้สรุปรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก เพื่อช่วยให้ครูออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

จากรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งหมด มีทั้งกิจกรรมที่จัดให้นักเรียนได้มีโอกาสสังเกตและลงมือกระทำด้วยตนเอง โดยนักเรียนต้องมีการสนทนาสื่อสารเรื่องที่เรียนกับผู้อื่น และสื่อสารเพื่อสะท้อนความคิดกับตัวของนักเรียนเอง รายละเอียดมีดังนี้

1. การสนทนาสื่อสารกับตนเอง

เพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด ถามตนเองว่าคิดอะไร มีความรู้สึกละอย่างไร โดยบันทึกการเรียนรู้หรือพัฒนาเพิ่มสะสมผลงาน ว่ากำลังเรียนอะไร เรียนอย่างไร สิ่งที่จะเรียนมีบทบาทอย่างไรในชีวิตประจำวัน

2. การสนทนาสื่อสารกับผู้อื่น

การอ่านหนังสือ หรือฟังคำบรรยายในการสอนแบบเดิมนั้น นักเรียนจะถูกจำกัดความคิด ไม่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น และขาดความกระตือรือร้นในการสนทนาสื่อสาร หากครูมอบหมายให้อภิปรายกลุ่มย่อยในหัวข้อที่น่าสนใจ จะช่วยสร้างสรรค์สถานการณ์ในการสนทนาสื่อสารให้มีความสนุกสนาน ทำทาย

3. ประสบการณ์ที่ได้จากการลงมือกระทำ

นักเรียนเกิดประสบการณ์โดยตรงจากการออกแบบและทำการทดลอง หรือทางอ้อมจากกรณีศึกษา บทบาทสมมติ ฯลฯ

4. ประสบการณ์ที่ได้จากการสังเกต

นักเรียนมองหรือฟังคนอื่นที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่กำลังเรียน นักเรียนอาจสังเกตโดยตรงจากสิ่งที่เกิดขึ้นจริง หรือจากการสังเกตสถานการณ์จำลอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีคุณค่า

เซอร์แมนและเซอร์แมน (Sherman & Sherman, 2004, p. 22) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และสรุปความแตกต่างระหว่างการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ครูเป็นศูนย์กลาง โดยนักเรียนเป็นผู้รับฝ่ายเดียว (Passive Learning) ดังนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก
กับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้

ประเด็น	การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับ	การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก
บทบาท นักเรียน	- เน้นท่องจำเนื้อหา หลักการทาง วิทยาศาสตร์โดยขาดการเชื่อมโยง ความรู้หรือประสบการณ์	- เน้นสร้างความรู้และความเข้าใจ - จัดจำเนื้อหา และหลักการโดยอาศัย ความเข้าใจที่ได้รับจากประสบการณ์ - ค้นหาความคิดใหม่ ๆ ด้วยตนเอง - ถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนได้ - แสดงความคิดเห็นและเสนอผลงานได้อย่าง เหมาะสม
บทบาทครู	- เสนอความรู้ให้กับนักเรียน - ควบคุมห้องเรียนให้มีบรรยากาศเป็น ทางการ	- จัดกิจกรรมตามประสบการณ์ของนักเรียน - ใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการสื่อสาร การอภิปราย และวิพากษ์ระหว่างนักเรียน - ใช้สื่อการเรียนสอน ยกตัวอย่าง และอธิบายให้ เหมาะสมกับวัย ประสบการณ์ของนักเรียน - มีการนำจุดประสงค์การเรียนรู้มาอภิปราย และพูดคุยร่วมกับนักเรียน - ช่วยเหลือนักเรียนให้สร้างความรู้ด้วยตนเอง - ร่วมมือกับครูคนอื่น
ทักษะ การคิด	- คาดหวังกับคำตอบของนักเรียน - เน้นเนื้อหา	- เน้นทักษะการวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และ การคิดระดับสูง - ตรวจสอบทักษะการคิดจากการทำงานของ นักเรียน
หลักสูตร	- เน้นทักษะพื้นฐานเพียงอย่างเดียว	- เน้นการสร้างนวัตกรรม
วิธีสอน	- เน้นการบรรยายและการอภิปรายทั้ง ห้องเรียน	- วิธีการสอนหลากหลาย รวมถึงเทคนิค การเรียนรู้แบบร่วมมือ
ลักษณะของ กิจกรรม	- เรียนเป็นรายบุคคล หรือทั้งห้องเรียน	- เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มใหญ่ และ รายบุคคล
วิธีประเมิน	- ใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เติมคำ ในช่องว่าง ถูก - ผิด - เน้นการหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด	- ประเมินจากแฟ้มสะสมผลงาน โครงงาน นิทรรศการ และสังเกตการทำงานของนักเรียน - ประเมินโดยใช้แบบทดสอบให้เหมาะสม

บุหงา วัฒนะ (2546, หน้า 30-34) ได้อธิบายลักษณะของการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เชิงรุก สรุปได้ดังนี้

1. มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูกับนักเรียน
2. มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
3. เกิดทักษะทางด้านการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน
4. บรรลุผลสำเร็จทางด้านวิชาการ
5. มีการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดไปสู่ในระดับที่สูงขึ้น
6. เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนและเกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 1-7) ได้อธิบายลักษณะของการจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน
2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
3. นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ
4. นักเรียนอ่าน พูด ฟัง คิด และเขียนอย่างกระตือรือร้น
5. นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง คือ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และ

คิดแก้ปัญหา

6. นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ กระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม
7. ความรู้เกิดจากประสบการณ์และสร้างความรู้โดยนักเรียน
8. ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

จากแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกเป็นการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นเกิดจากการลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง และการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในห้องเรียน ซึ่งช่วยให้นักเรียนเพิ่มความสนใจในบทเรียนยิ่งขึ้น ได้มีโอกาสค้นหาคำตอบจากการลงมือกระทำ เผชิญปัญหาจริงจากการกระทำ สามารถแก้ปัญหา คิดทบทวน คิดไตร่ตรอง สะท้อนความคิด และใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ที่กำลังศึกษา

เทคนิคในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

ครูวิทยาศาสตร์สามารถใช้เทคนิคหลากหลายในการจัดการเรียนการสอนเชิงรุก เช่น การเรียนแบบร่วมมือ และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น

เคแกน (Kagan, 1990, pp. 1-15) ได้กล่าวว่าเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือของเคแกนไม่จำเป็นต้องใช้ตลอดกิจกรรมการเรียนการสอน อาจใช้ในขั้นตอนใด ๆ ก็ได้ในกิจกรรมนั้น จึงเสนอการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบไม่เป็นทางการที่พัฒนาโดยเคแกนที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ดังนี้

1. การพูดเป็นคู่ (Rally Robin) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนพูด ตอบและแสดงความคิดเห็นเป็นคู่ ๆ เปิดโอกาสให้สมาชิกที่เป็นพุดกัน ตัวอย่างเช่น คนที่ 1 พุด คนที่ 2 ฟัง ต่อมาคนที่ 1 ฟัง คนที่ 2 พุด เป็นต้น
2. การแก้ปัญหาด้วยการต่อภาพ (Jigsaw Problem Solving) เป็นเทคนิคที่สมาชิกแต่ละคนคิดคำตอบของตนเองไว้ จากนั้นกลุ่มนำคำตอบของทุก ๆ คนมารวบรวมกันอภิปราย เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด
3. คิดเดี่ยว - คิดคู่ - ร่วมกันคิด (Think - Pair - Share) โดยเริ่มจากปัญหาหรือโจทย์คำถาม โดยสมาชิกแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อน และนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่ จากนั้นจึงนำคำตอบของตนหรือของเพื่อนที่เป็นคู่เล่าให้เพื่อน ๆ ทั้งชั้นเรียนฟัง
4. อภิปรายเป็นคู่ (Pair Discussion) เมื่อครูถามคำถาม หรือกำหนดโจทย์แล้วให้สมาชิกที่นั่งใกล้ร่วมกันคิดและอภิปรายเป็นคู่
5. ทำเป็นกลุ่ม - ทำเป็นคู่ - และทำคนเดียว (Team - Pair - Solo) เมื่อครูตั้งปัญหาหรือโจทย์ หรือมอบหมายงาน ให้สมาชิกทำงานเป็นกลุ่มจนสำเร็จ จากนั้นจะแบ่งสมาชิกเป็นคู่ทำงานจนสำเร็จ ขั้นสุดท้ายให้สมาชิกแต่ละคนทำงานคนเดียวจนสำเร็จ
6. การหาข้อยุติ (Showdown) เป็นการใช้ทบทวนความรู้ วัดความรู้ มีขั้นตอน ดังนี้
 - 6.1 สมาชิกในกลุ่มเขียนคำถามตามที่คูกำหนดลงในกระดาษของตนเองจะได้โจทย์ครบตามจำนวนสมาชิกของกลุ่ม
 - 6.2 นำโจทย์วางรวมกันที่กลางโต๊ะ
 - 6.3 กำหนดหัวหน้ากลุ่ม จากนั้นสุ่มหยิบโจทย์คำถาม
 - 6.4 สมาชิกทุกคนเขียนคำตอบลงในกระดาษของตนเอง
 - 6.5 ตรวจคำตอบร่วมกัน ถ้าถูกต้องให้แสดงความชื่นชมต่อกัน ถ้าตอบไม่ถูกต้องให้ค้นคว้าจากหนังสือ หรือถามครูเพื่อแก้ไขคำตอบให้ถูกต้องทุกคน
 - 6.6 หมุนเวียนกันเป็นหัวหน้ากลุ่ม แล้วดำเนินกิจกรรมดังข้อ 3-5 ให้ทำเช่นนี้จนสมาชิกทุกคนตอบคำถามได้ครบทุกข้อ

อุษณีย์ เทพวรชัย (2543, หน้า 6 -8) ได้เสนอเทคนิคในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เชิงรุกไว้ 7 วิธี ดังนี้

1. การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นวิธีการเรียนที่เน้นการจัด สภาพแวดล้อมทางการเรียนให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละ 4-6 คน สมาชิกแต่ละคนจะต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่ม โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ร่วมกัน การเป็นกำลังใจซึ่งกันและกัน สมาชิกแต่ละคนจะต้อง รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองพร้อม ๆ กับการดูแลเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จ ของแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของทุกคน

2. การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem – Based Learning) เป็นเครื่อง กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะเฝ้าหาความรู้เพื่อแก้ปัญหานั้น หรือเป็นการเรียนรู้ที่ผล จากกระบวนการทำงานที่จะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงต่อสาเหตุของปัญหา โดยการเน้น ให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจแก้ปัญหารู้จักการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในกลุ่ม ครูจะมีส่วนร่วม น้อยที่สุด

3. การสอนแบบอภิปราย (Discussion) มีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบจะมีลักษณะ เฉพาะของตนเอง รูปแบบต่าง ๆ ของการสอนแบบอภิปราย ได้แก่ การอภิปรายทั้งห้องเรียน การอภิปรายแบบโต้ว่าที่ การอภิปรายเป็นคณะ การอภิปรายกลุ่มใหญ่ การอภิปรายย่อย เป็นต้น จุดมุ่งหมายของการใช้วิธีการสอนแบบอภิปราย คือ

3.1 เพื่อให้ให้นักเรียนเป็นผู้ให้ความรู้แก่กลุ่มด้วยตนเอง คือ ต้องการให้นักเรียนมี บทบาทในการเรียนมากที่สุด

3.2 ให้โอกาสนักเรียนประยุกต์ความรู้และหลักการที่เรียนมาแล้ว

3.3 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่ครูและนักเรียนว่า การเรียนของนักเรียน สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด

3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น นักเรียนจะมีโอกาสฝึกฝนการคิด โดยเริ่มจาก การคิดเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่กำลังเรียน

3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยรู้จักประเมินเหตุผลที่ตนเอง เสนอ และเหตุผลที่ผู้อื่นเสนอด้วย

3.6 ส่งเสริมให้นักเรียนรับรู้ และกำหนดปัญหาที่จำเป็นที่ต้องใช้ความรู้จากการอ่าน หรือการฟังการบรรยาย

3.7 นักเรียนมีการยอมรับหรือเปลี่ยนแปลงทัศนคติเดิมของตนได้ พัฒนาแรงจูงใจให้
นักเรียนมีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

4. การสอนแบบใช้เทคนิคระดมสมอง (Brainstorming) เป็นลักษณะกลุ่มบุคคลที่มา
ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีความคิดเห็นของแต่ละคน ไม่มีการตัดสินว่า
ความคิดของใครดี-เลว หรือถูก-ผิด แต่อย่างไร มีวิธีการสอน ดังนี้

4.1 กำหนดหัวข้อหรือปัญหาที่ทุกคนต้องแสดงความคิดเห็น

4.2 อธิบายให้สมาชิกในกลุ่มทราบจุดมุ่งหมายของการประชุม รวมทั้งแจ้งกติกาให้
กลุ่มได้ทราบ กติกาที่สำคัญ คือ ทุกความคิดได้รับการยอมรับไม่มีการโต้แย้งคัดค้าน ต้องการ
ปริมาณของความคิดมากกว่าคุณภาพ

4.3 ให้ทุกคนในกลุ่มนั่งเป็นวงกลมใกล้ชิดกัน ไม่มีผู้นำอภิปราย มีคนคอยจดบันทึก
ข้อคิดเห็นทั้งหมด (ทุกคนต้องแสดงความคิดเห็น)

4.4 นำความคิดทั้งหมดมาผสมผสานกันอีกครั้ง

5. การสอนโดยใช้บทบาทสมมติ (Role Play) เป็นเทคนิคการสอนที่ใช้ในการพัฒนา
ทักษะการติดต่อสื่อสารและมนุษยสัมพันธ์ และการฝึกภาวะในการเป็นผู้นำ นอกจากนี้ยัง
เป็นการฝึกฝนให้มีความชำนาญในด้านการเผชิญสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบุคคลอื่น จำนวนสมาชิก
ขึ้นอยู่กับประเภทของการแสดงบทบาทสมมติ แต่ไม่ควรเกิน 9 คน

การแสดงบทบาทสมมตินี้ ใช้เป็นเทคนิคเพื่อประกอบการอภิปรายกลุ่มหรือ
ประกอบการบรรยาย เพื่อแสดงจุดสำคัญในเรื่องหนึ่งหรือใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการอภิปราย การ
ใช้เทคนิคนี้จะได้ผลดีเมื่อมีการแสดงแบบไว้อย่างรัดกุม ควบคุมวิธีใช้อย่างระมัดระวังตาม
สถานการณ์อันควร และระมัดระวังอย่าให้นักเรียนมีโอกาสกระทบกระทั่งกัน

6. การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) หมายถึง การจำลองสถานการณ์
จริงมาไว้ในชั้นเรียน นอกจากจะมีลักษณะหรือส่วนประกอบที่เหมือนของจริงแล้ว ยังจะต้องมี
การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบเหล่านั้นเกิดขึ้นคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงในสถานการณ์จริง
ด้วย ตัวอย่าง เช่น การฝึกนักบินโดยใช้เครื่องบินจำลอง สถานการณ์จำลองที่นิยมใช้กันทั่วไป
ได้แก่ รูปของการเขียน (Written Simulation Game) รูปแบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (Computer
Assisted Simulation Game) การแสดงบทบาทจริง (Life Simulation Game)

7. การสอนแบบสัมมนา (Seminar) มีเป้าหมายหลักที่จะให้มีการค้นคว้าโดยอิสระ
โดยไม่ถูกควบคุมและถูกจำกัดขอบเขตด้วยเนื้อหา หรือองค์ประกอบใด ๆ ดังนั้นการสอนแบบ

สัมมนาเป็นการสอนที่ผสมเทคนิคการสอนและการเรียนแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา การสอนแบบสัมมนามีลักษณะ ดังนี้

7.1 นักเรียนมีโอกาสแสดงความเห็นโดยอิสระ

7.2 ทั้งนักเรียนและครูมีสิทธิการแสดงออกและร่วมกันสัมมนาเท่า ๆ กัน

7.3 มีการจำกัดในขอบเขตที่ได้เตรียมการมาแล้ว

มนัส บุญประกอบและคณะ (2544, หน้า 7-13) ได้เสนอเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ไว้หลากหลายวิธี ดังนี้

1. การอ่านที่กระตือรือร้น (Active Reading) การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยการอ่าน เช่น การอ่านเอกสาร หนังสือเรียน การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ครูสามารถที่จะจัดกิจกรรมได้หลากหลายเพื่อกระตุ้น ส่งเสริมการอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นด้วยกลวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การเน้นคำ (Emphasizing) เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนเลือกคำ วลี ประโยค หรือข้อมูลออกจากเนื้อหาที่กำหนด เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เห็นคำหลัก หรือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ทำได้หลายวิธี เช่น ชีดเส้นใต้ ระบายสี วงรอบข้อมูล เป็นต้น

1.2 การเว้นคำ (Clozing) เป็นกิจกรรมเชิงคาดคะเน โดยลบคำสำคัญ (Keyword) ในเนื้อหาออกบางส่วน แล้วให้นักเรียนเติมเนื้อหาให้สมบูรณ์ ครูอาจกำหนดคำสำหรับเติมหรือไม่กำหนดก็ได้

1.3 การเรียงลำดับ (Sequencing) เป็นกิจกรรมตัดแบ่งเนื้อหาความรู้ออกเป็น ส่วน ๆ สลับคละกัน แล้วให้นักเรียนจัดเรียงลำดับเชิงเหตุผลของเหตุการณ์ตามเนื้อหาให้ถูกต้อง

1.4 การระบุชื่อ (Labeling) ให้นักเรียนตัดชิ้นส่วนของข้อความที่เตรียมให้ แล้วนำไปติดบนแผนภาพที่กำหนด เพื่อตรวจสอบความรู้ที่ถูกต้องในการค้นหาชื่อ หรือคำที่เหมาะสมกับแผนภาพ และใช้แผนภาพเป็นเครื่องช่วยจำและแยกแยะเนื้อหา

1.5 การเขียนแผนภาพ (Drawing Diagrams) ให้นักเรียนเขียนแผนภาพหรือแผนภูมิลำดับความคิดจากเนื้อหาที่อ่าน เพื่อช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพ ตรวจสอบและบันทึกความเข้าใจมโนทัศน์ที่กำหนดให้อ่าน

1.6 อ่านเนื้อความแล้วตั้งคำถาม (Devising Question) ครูเตรียมเนื้อหาให้นักเรียนอ่านแล้วตั้งคำถาม แลกเปลี่ยนคำถามกัน เพื่อค้นหาคำตอบ หรืออภิปรายร่วมกัน

1.7 การผสมภาพ หรือสัญลักษณ์กับคำ (Pictogram) เป็นการเปลี่ยนคำหรือพยัญชนะบางตัวของข้อมูลให้เป็นรูปภาพ หรือสัญลักษณ์แทน นักเรียนทำความเข้าใจข้อมูล

กำหนดจากการอ่านเรียงลำดับภาพสัญลักษณ์ และคำต่าง ๆ คล้ายปริศนาภาพ เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนสนุก กระตุ้นการอ่าน การเก็บข้อมูลและคัดเลือกข้อมูล

2. การเขียนที่กระตือรือร้น (Active Writing) เป็นกลวิธีกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกเชิงความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่ช่วยส่งเสริมนักเรียนในการเขียนดังนี้

2.1 บันทึกประจำวัน (Diary) เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองอย่างอิสระโดยสื่อสารแนวความคิดของตนเองด้วยการเขียน

2.2 รายงานในหนังสือพิมพ์ (Newspaper Reports) เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนสาระเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปของบทความ บทสัมภาษณ์ สำหรับตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์ หรือให้เลือกบทความจากวารสาร หนังสือพิมพ์ เพื่อนำมาเขียนรายงานข้อเท็จจริง หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์

2.3 การเขียนร้อยแก้ว โคลง กลอน (Phrase & Poet) เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสรรค์งานเขียนที่นำไปสู่มนต์เสน่ห์ หรือการวิเคราะห์ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ การบรรยายประสบการณ์หรือความรู้สึกของนักเรียน การเขียนรายงานโครงการ หรือรายงานการทดลองทางวิทยาศาสตร์

2.4 บทละคร (Drama) ครูอาจใช้เทคนิคการเขียนบทละครโดยใช้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก ให้นักเรียนเขียนสะท้อนความรู้ แนวคิด ความคิดเห็น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.5 การเขียนจดหมาย (Letter) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการเขียนจดหมายได้ตอบกับผู้ใกล้ชิด หรือนักวิทยาศาสตร์ เพื่อทบทวน พัฒนาและเสริมความเข้าใจในทัศนทางวิทยาศาสตร์

2.6 การนำเสนอ (Presentation) เป็นการรายงานผลการค้นคว้าของนักเรียนให้ผู้อื่นทราบ อาจอยู่ในรูปแบบของการทำโปสเตอร์ แผ่นพับ

3. เกม (Games) หมายถึง กิจกรรมที่ใช้ผู้เล่นหนึ่งคนหรือมากกว่า เป็นการแข่งขันที่มีกฎเกณฑ์ หากเป็นเกมวิทยาศาสตร์ต้องใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง ช่วยให้นักเรียนสนุก ตื่นเต้น มีส่วนร่วมและกระตุ้นให้เรียนรู้ ช่วยพัฒนาทักษะแก้ปัญหา สื่อสาร การฟัง ความร่วมมือซึ่งกันและกัน ครูสามารถใช้เกมในการเสริมแรง ทบทวน สอนข้อเท็จจริง ทักษะ และมนต์เสน่ห์ ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสนใจบทเรียน นักเรียนอ่อนและเก่งสามารถทำงานร่วมกันได้ดี ทำให้นักเรียนอ่อนเกิดกำลังใจในการเรียนมากขึ้น

ทั้งอาจใช้เป็นการประเมินผลการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ ซึ่งเกมมีหลายประเภท เช่น การจับคู่ การทายคำ โดมิโน ปริศนาอักษรไขว้ และไฟ เป็นต้น

ศักดิ์ดา ไชกิจภิญโญ (2548, หน้า 12-15) ได้เสนอเทคนิคการสอดแทรกกิจกรรมต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก สรุปได้ดังนี้

1. คู่ร่วมคิด (Think – Pair - Share) ครูตั้งปัญหา โดยให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองในเวลาที่จำกัด ต่อมานักเรียนจับคู่และคิดหาคำตอบ อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หลังจากนั้นครูสุ่มนักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน
 2. จิ๊กซอว์ (Jigsaw) ครูเลือกเนื้อหาที่สามารถแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ได้ หรือเลือกบทความที่มีเนื้อหาสอดคล้องกัน 3-4 ชิ้น แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเท่า ๆ กับเนื้อหา ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมา 1 คน เลือกเนื้อหาที่เตรียมไว้ให้อ่านทำความเข้าใจร่วมกัน หรือหาคำตอบร่วมกันในกลุ่ม นำกลับไปสอนที่กลุ่มเดิมของตนเองจนครบทุกคน
 3. การเขียนรอบโต๊ะ (Roundtable) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม เพื่อตอบคำถาม โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับกระดาษคำถาม 1 แผ่น และปากกา 1 ด้าม ให้แต่ละกลุ่มเขียนคำตอบลงกระดาษ และเวียนให้กลุ่มอื่นดูคำถามคำตอบ โดยคำตอบไม่ซ้ำกัน ครูอาจสุ่มนำเสนอหน้าห้องเรียน
 4. ผังมโนทัศน์ (Concept Map) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มเขียนประเด็นหลักที่ได้เรียนรู้ลงตรงกลางกระดาษ และเขียนประเด็นรองที่เกี่ยวข้อง แล้วเชื่อมโยงกับประเด็นหลัก จะได้รูปร่างคล้ายลูกโซ่ต่อกัน หรือเป็นแบบใยแมงมุม หรือเป็นรูปดาว ซึ่งการดูแผนภูมิเช่นนี้จะทำให้จดจำง่าย หรือเข้าใจได้ง่าย
 5. การลงความเห็น (Voting) ให้นักเรียนยกมือเพื่อตอบคำถามของครูโดยแสดงความคิดเห็น ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย หรือแข่งกันตอบ
 6. การซักถาม (End of Class Query) สามนาที่สุดท้ายก่อนหมดเวลาเรียนให้นักเรียนสรุปการเรียนรู้ โดยเขียนประโยค 2 ประโยค หรือซักถามก่อนจบการเรียนรู้
- แต่ละวิธีมีความเหมาะสมกับจุดประสงค์ในการศึกษาและเนื้อหาวิชา การเลือกวิธีในการสอนแต่ละครั้ง ควรคำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียน ครูต้องควรวินิจฉัยและใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน และห้องเรียนมากที่สุด

บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

อุษณีย์ เทพวรชัย (2543, หน้า 11-14) อธิบายว่า ก่อนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ครูควรมีการเตรียมตัว ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก วิธีสอน เทคนิคที่ใช้ และการประเมินผล

2. ศึกษาบทบาทของครู เทคนิค กลวิธีสอน

3. เตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ เขียนตามแนวความคิดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกทุกขั้นตอน คือ การตั้งวัตถุประสงค์ การกำหนดวิธีสอน การเตรียมสื่อการสอน และการประเมินผล

4. เตรียมเครื่องมือประเมินผล โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

มนัส บุญประกอบและคณะ (2544, หน้า 7-13) ได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ไว้ดังนี้

1. กระตุ้นความรับผิดชอบของนักเรียนเพื่อการเรียนรู้

2. ให้นักเรียนได้คิด เพื่อตัวของตนเอง

3. เสนอโอกาสในการเรียนรู้และกลวิธีการเรียนรู้ที่พิสัยกว้าง

ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547, หน้า 29 -31) อธิบายบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ดังนี้

1. ครูเป็นผู้ชี้แนะนักเรียน ครูมีหน้าที่รับผิดชอบในการส่งเสริมและกระตุ้นแรงจูงใจของนักเรียน โดยต้องปฏิบัติต่อนักเรียนอย่างให้เกียรติและเท่าเทียมกัน ให้ความยอมรับและสนับสนุนความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ครูเป็นผู้จัดหาจุดมุ่งหมายที่สำคัญให้แก่นักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างหรือเลือกจุดมุ่งหมายเพิ่มเติม

3. ครูควรใช้การสอนที่มุ่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนอภิปราย ทำงานกลุ่ม และร่วมมือกันปฏิบัติงานอย่างกระตือรือร้น

4. ครูควรเริ่มสอนตั้งแต่ปัญหาง่าย ๆ เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ ส่งเสริมและกำหนดให้นักเรียนปฏิบัติงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

5. ครูควรแนะนำโดยเน้นให้นักเรียนปรับปรุงงานให้ดีขึ้นมากกว่าระบุข้อผิดพลาดเพื่อกล่าวโทษ

6. ครูเป็นผู้จัดหาแนวทางหรือแหล่งข้อมูลให้กับนักเรียน

7. ครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ไม่ใช่กำหนดขั้นตอนกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติตามทุกขั้นตอน

ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (ม.ป.ป., หน้า 1-3) อธิบายบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมนักเรียนด้านต่าง ๆ เช่น การแก้ปัญหา การประยุกต์ใช้ความรู้ และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง
2. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับครู และเพื่อนนักเรียน
3. ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมที่สนใจ ร่วมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง
4. จัดการเรียนแบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มนักเรียน
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ท้าทาย และให้โอกาสนักเรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลายมากกว่าการบรรยายเพียงอย่างเดียว เช่น การอภิปราย การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด
6. วางแผนเรื่องเวลาในการสอนอย่างชัดเจน เพราะการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกจำเป็นต้องใช้เวลาในการสอนมากกว่าการบรรยาย
7. ใจกว้าง ยอมรับความสามารถของนักเรียนในการแสดงออกทั้งด้านการลงมือกระทำ ความคิดเห็น และการเสนอผลงาน

จากบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ครูวิทยาศาสตร์ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำท้าทายต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นผู้ที่เน้นมากกว่าการอธิบาย กระตุ้นและให้อิสระแก่นักเรียนด้วยเทคนิคการสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับเนื้อหาเพื่อช่วยสร้างความสนใจ และสนับสนุนให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น สนุกสนาน คิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ชวนสงสัย จนค้นพบและสร้างความรู้ด้วยตัวของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

มนัส บุญประกอบและคณะ (2544, หน้า 7-13) ได้อธิบายบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ดังนี้

1. เป็นผู้ตัดสินใจเกี่ยวกับผลของงานด้วยตนเอง
2. เป็นเจ้าของงานด้วยความภาคภูมิใจ
3. แก้ปัญหาในกิจกรรมต่าง ๆ
4. วางแผนและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง

5. รายงานผลงานหน้าชั้นเรียน
 6. ประเมินตนเองทั้งด้านผลงานและการปฏิบัติงาน
 7. อภิปรายและมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มด้วยความเต็มใจ
 8. สะท้อนความคิดที่ได้รับ และองค์ความรู้ใหม่ให้ครูและเพื่อนได้ทราบ
 9. มีความรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากการทำงานกลุ่ม
- ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547, หน้า 29 -31) ได้เสนอว่าบทบาทของนักเรียนใน

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ควรมีดังนี้

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน
2. นักเรียนให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เคารพในการตัดสินใจของเพื่อน
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้น ใฝ่รู้ในการค้นพบความรู้
4. นักเรียนปฏิบัติทุกกิจกรรมด้วยความสนใจ

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 1-7) ได้สรุปบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ดังนี้

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกกิจกรรมด้วยตนเอง
2. นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
3. นักเรียนรู้หน้าที่ วิธีการศึกษา และการทำงานในวิชาที่เรียนให้สำเร็จ
4. นักเรียนต้องอ่าน ฟัง คิด และเขียน อย่างกระตือรือร้น
5. นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ กระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม

จากบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม คิดวางแผน และลงมือกระทำกิจกรรมด้วยความเต็มใจ และเต็มความสามารถ แสดงความคิดเห็น ชักถามและตอบคำถามครู เมื่อมีโอกาสและสงสัย ให้ความช่วยเหลือเพื่อนด้วยความเต็มใจ และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

อุษณีย์ เทพวรชัย (2543, หน้า 6 - 8) ได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกสรุปได้ดังนี้ โดยประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน

2. ขั้นการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ซึ่งใช้วิธีสอน ได้แก่ แก้ปัญหาด้วยเกม ศึกษาด้วยตนเอง ศึกษาจากเอกสาร กรณีศึกษา ฝึกทักษะการอ่าน พูด เขียน แปล สรุป เพื่อให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการอ่าน พูด เขียน แปล สรุป ฟัง และทักษะการค้นคว้าด้วยตนเอง การแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3. ขั้นการเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ซึ่งใช้วิธีสอน ได้แก่ แก้ปัญหาเป็นกลุ่ม อภิปราย กลุ่มย่อย บทบาทสมมติ สถานการณ์จำลอง เทคนิคระดมพลังสมอง สัมมนา เพื่อให้เกิดทักษะการทำงานเป็นทีม การติดต่อสื่อสารในทีม การฟัง คิด พูด เขียน การแสดงออกอย่างเหมาะสม ความภาคภูมิใจในตนเอง

4. ขั้นการเรียนรู้เป็นกลุ่มใหญ่ ใช้วิธีสอน ดังนี้คือ ทักษะศึกษา อภิปรายกลุ่มใหญ่ จัดบอร์ดนิทรรศการ เพื่อให้เกิดทักษะการแสดงออกอย่างเหมาะสม ความภาคภูมิใจในตนเอง และการตัดสินใจ

ศักดิ์ ไชยกิจ (2548, หน้า 12-15) ได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เชิงรุก สรุปได้ดังนี้

1. เริ่มการสอนด้วย Advanced Organizer (3-5 นาที) โดยการแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาที่จะบรรยายกับสิ่งที่นักเรียนมีพื้นฐานอยู่ก่อนแล้ว พร้อมทั้งระบุโครงร่างเนื้อหา แนวคิด ประเด็นหลักในการบรรยาย นักเรียนจะเห็นความสำคัญและอยากเรียนรู้เรื่องนั้นมากขึ้น

2. บรรยายเนื้อหา (10-15 นาที) ตามด้วย Collaborative Activities (CA) 3-4 นาที เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศและเป็นการให้โอกาสครูมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน เช่น การตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ หรือจะให้นักเรียนช่วยกันคิดเป็นกลุ่มเพื่อตอบ นักเรียนจะเข้าใจเนื้อหา และจำได้นานกว่าถ้ามีการอภิปรายร่วมกัน

3. นักเรียนสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนด้วยตนเอง Individual Summaries (IS) 4-6 นาที ครูให้นักเรียนสรุปความเข้าใจของตนเอง โดยเขียนใจความสำคัญของเนื้อหาเพียงประโยคเดียวลงในกระดาษ และแลกเปลี่ยนกับเพื่อนที่นั่งข้างๆ อ่าน หรือครูอาจสุ่มนักเรียนอ่านหน้าชั้นเรียน

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 1-7) ได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เชิงรุก สรุปได้ดังนี้

1. การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนดึงประสบการณ์เดิม

มาเชื่อมโยง หรืออธิบายประสบการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ แล้วนำไปสู่การคิดเพื่อเกิดข้อสรุปและองค์ความรู้ใหม่ แบ่งปันประสบการณ์ของตนเองกับผู้อื่นเป็นการรวบรวมประสบการณ์ที่หลากหลายจากแต่ละคน เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ร่วมกัน

2. การสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน เน้นการตั้งประเด็นให้นักเรียนได้คิด สะท้อนความคิด หรือบอกความคิดเห็นของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ และได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกัน จนเกิดความเข้าใจชัดเจน ได้ข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่

3. การนำเสนอความรู้ นักเรียนจะได้รับความรู้ และเนื้อหาโดยครูเป็นผู้จัดให้ เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ หรือช่วยให้การเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งทำได้โดยการบรรยาย ดุริยทัศน์ ฟังแถบเสียง อ่านเอกสาร/ ใบความรู้/ ตำรา เป็นต้น

4. การประยุกต์ใช้หรือลงมือกระทำ เป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนได้นำความคิดรวบยอด ข้อสรุป หรือองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้หรือทดลองใช้ ซึ่งครูสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รู้จักการนำไปใช้ในชีวิตจริง ตัวอย่างกิจกรรม เช่น ทำแผนภาพ จัดนิทรรศการ เขียนเรียงความ ทำตารางเปรียบเทียบ เป็นต้น

จากขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน คือ มีขั้นตอนหลักอยู่ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา โดยการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์ที่ชวนสงสัย การใช้สื่อ และเทคนิคต่าง ๆ เพื่อเป็นการสร้างความสนใจให้แก่นักเรียน และครูได้มีโอกาสตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนด้วย
2. ขั้นลงมือกระทำทางด้านการคิดและการปฏิบัติ นักเรียนทุกคนร่วมกันทำกิจกรรมที่จัดขึ้นเป็นกลุ่ม และรายบุคคล เพื่อให้เกิดทักษะและสามารถจำเนื้อหาได้ยาวนาน
3. ขั้นสรุปความรู้ และสะท้อนความคิด โดยนักเรียนมีโอกาสได้แสดงออกในลักษณะของผลงาน การนำเสนอหน้าห้องเรียน การอภิปราย เป็นต้น
4. ขั้นขยายความรู้เป็นการนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิมใช้ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก แล้วนำมาสังเคราะห์สรุปเป็นลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก และสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก
2. ศึกษาลักษณะของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก
3. วิเคราะห์บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก และสรุปเป็นบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนของการสอนแต่ละขั้นตอน
4. วิเคราะห์แนวทางการวัดและประเมินผล และสรุปแนวทางการประเมินผล
5. นำขั้นตอนการเรียนการสอน แนวทางจัดกิจกรรม บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน แนวทางการวัดและประเมินผลที่สรุปได้มาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการสอนที่จะนำไปใช้ในการทดลองครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วยลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก 4 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1) ขั้นสนใจเรียนรู้

ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมความพร้อมนักเรียนโดยการสร้างแรงจูงใจในการเรียนด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจ ทำท่ายความรู้อาจทำได้มาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการสอนที่จะนำไปใช้ในการทดลองครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วยลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก 4 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

2) ขั้นลงมือกระทำ

ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งเน้นให้นักเรียนคิดวางแผน และลงมือกระทำอย่างอิสระ เพื่อค้นหาคำตอบ โดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย เช่น การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบสืบสอบ การใช้สถานการณ์จำลอง การระดมพลังสมอง และการแก้ปัญหา เป็นต้น

3) ขั้นสรุปและสะท้อนความรู้

นักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ โดยนำเสนอผลที่ได้จากการลงมือกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผังมโนทัศน์ แบบฝึกหัด การวาดรูป คู่ตรวจสอบ การเล่าเรื่องรอบโต๊ะ ซึ่งนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิด สะท้อนความรู้ และซักถามข้อสงสัยร่วมกัน โดยครูอธิบายกฎ นิยาม และหลักการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง

4) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้

ครูจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อขยายมโนทัศน์ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

จากลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปรายละเอียดในแต่ละขั้น ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจุดประสงค์ บทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของ
การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

ขั้นตอน การสอน	จุดประสงค์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ขั้นสนใจ เรียนรู้	- เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นจากสื่อและเทคนิคต่าง ๆ - เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียนจากการทำกิจกรรม สื่อ และเทคนิคต่าง ๆ	- กระตุ้นความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนโดยการนำเสนอสถานการณ์ด้วยการซักถาม สนทนา โดยใช้สื่อต่าง ๆ หรือเทคนิคประกอบ - จัดบรรยากาศในห้องเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ - เข้าใจนักเรียนด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล	- สังเกต ดีความ - สถานการณ์ที่ครูนำเสนอ - สนใจในกิจกรรมต่าง ๆ - ซักถาม ตอบคำถาม - แสดงความคิดเห็นด้วยความสนใจและอยากรู้อยากเห็น
2. ขั้น ลงมือ กระทำ	- เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน - เพื่อให้นักเรียนเกิดการลงมือกระทำจากกิจกรรมจนเกิดความรู้ใหม่ - เพื่อให้ทราบความสนใจเฉพาะคนของนักเรียน	- จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สื่อและแหล่งการเรียนรู้ให้เพียงพอและตรงกับความต้องการของนักเรียน - ใช้คำถามช่วยกระตุ้นความคิด - กระตุ้นให้นักเรียนทุกคนปฏิบัติกิจกรรมครบทุกขั้นตอน - ส่งเสริมและให้คำปรึกษาในเรื่องที่นักเรียนสงสัย	- รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับ - แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม - ดำเนินงานตามแนวทางที่กลุ่มกำหนด - ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยความเต็มใจ - ให้ความช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่ม

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน การสอน	จุดประสงค์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. ขั้นสรุป และ สะท้อน ความรู้	- เพื่อให้ นักเรียนได้ใช้ทักษะและปรับความคิดให้ถูกต้องและชัดเจนขึ้น - เพื่อให้ นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่ม	- อธิบายความรู้และสาริต - ตอบข้อสงสัยของนักเรียนให้เกิดความกระจ่าง - จัดหาตัวอย่างเพิ่มเติม - กระตุ้นให้นักเรียนสรุปความรู้ของกลุ่ม และของตนเอง	- สะท้อนความคิดที่ได้รับและองค์ความรู้ใหม่ให้ครูและเพื่อนนักเรียนได้ทราบ - รายงาน หรือนำเสนอผลงานของกลุ่ม - ดูการสาริต และดูตัวอย่างเพิ่มเติม - บันทึกสรุปผลการทำงาน
4. ขั้น ประยุกต์ใช้ ความรู้	- เพื่อให้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวัน - เพื่อให้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับถ่ายทอดแก่ผู้อื่นได้	- เตรียมสถานการณ์ชวนสงสัย หรือปัญหาให้นักเรียนหาคำตอบ - ตั้งคำถามหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ - ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้	- นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ - ประยุกต์ความรู้และทักษะเพื่อศึกษาประเด็นอื่น - แลกเปลี่ยนความรู้ ทักษะ ข้อมูล และแนวคิด ด้วยการพูด การเขียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 329) ได้อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 122) ได้อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้ การศึกษา การค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับทางโรงเรียน ทางบ้าน และแหล่งอื่น ๆ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 109 - 113) ได้อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน ได้จำแนก วัตถุประสงค์การเรียนรู้ของการสอนของบลูม (Bloom) ซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และ ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านพุทธิพิสัยตามหลักของคอลลอฟเฟอร์ (Kolper) วัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และฟังคำบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 9 ประเภท ดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริง ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรง และทดลองแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น แมลงมี 6 ขา กรดมีรสเปรี้ยว เป็นต้น

1.2 ความรู้เกี่ยวกับโนทัศน์ คือ การนำความรู้เกี่ยวกับความจริงหลาย ๆ ส่วนที่มี ความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นความรู้ใหม่ เช่น โนทัศน์เกี่ยวกับความหนาแน่นของสาร

1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ สามารถอธิบายได้ว่า หลักการ คือ ความจริงที่ใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงได้ จากการนำโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสาน อธิบายเป็นความรู้ใหม่ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับ บุคคล เช่น กฎของอาร์คิมิดีส กฎของเมนเดล เป็นต้น

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง เป็นการตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ เช่น Ag แทนธาตุเงิน

1.5 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ อธิบายได้ว่า ปรากฏการณ์มี การหมุนเวียนเป็นวัฏจักร ซึ่งสามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่น วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของก๊าซไนโตรเจน เป็นต้น

1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภท ต้องมีเกณฑ์มาตรฐานในการแบ่ง ดังนั้น นักเรียนต้องรู้กฎเกณฑ์เพื่อใช้จัดจำพวกสิ่งต่าง ๆ เช่น เกณฑ์การแบ่งประเภทของ สิ่งมีชีวิต

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เช่น วิธีศึกษาการเจริญเติบโตของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่เท่านั้น แต่ความรู้ที่ได้จากการอ่านหนังสือ หรือการบอกเล่าของครูไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ เป็นการใช้นิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี เป็นข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพ ทฤษฎีวิวัฒนาการ ทฤษฎีอะตอม

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำ

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ คือ เมื่อนักเรียนเรียนรู้ในทัศน์ของวัฏจักรมา และเมื่อได้รับข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปแบบของวัฏจักรก็สามารถนำมาอธิบายสิ่งนั้นได้ เช่น นักเรียนเรียนรู้วัฏจักรของน้ำเมื่อได้รับข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรมาอธิบายเป็นวัฏจักรของการเจริญเติบโตของพืชได้

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์อื่นได้ เช่น ม้าตัวหนึ่งลากรถไปตามถนนที่ขรุขระ นักเรียนสามารถแปลความหมายเป็นรูปเวกเตอร์ของแรงได้

3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ มี 3 ประเภท คือ

4.1 ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในห้องเรียนที่นักเรียนต้องนำความรู้ หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปแก้ปัญหา

4.2 ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ซึ่งเป็นปัญหาเดียวกันแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์สองสาขาขึ้นไป

4.3 ปัญหาที่เป็นเรื่องของการนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งก็เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น ทำอย่างไรจึงจะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจากฟาร์มได้

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยตามหลักของคลอฟเฟอร์ (Klopfier) วัดได้จากพฤติกรรม ด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำเอาความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มักใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีลักษณะเดียวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอื่น ๆ เมื่อพิจารณาพบว่า นักการศึกษาหลายคนได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

รอสส์และสแตนลีย์ (Ross & Stanley, 1967 อ้างถึงใน เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2551, หน้า 16) ได้อธิบายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการ

ไพรัตน์ วงษ์นาม (ม.ป.ป., หน้า 248) ได้อธิบายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถของนักเรียนว่ามีความรู้ความสามารถในเนื้อหาที่เรียนไปแล้วเพียงใด จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบเพื่อดูว่าหลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว นักเรียนมีผลสำเร็จจากการเรียนเพียงใด

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2551, หน้า 23-24) ได้อธิบายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมากกว่าที่สร้างขึ้นโดยบุคคลใดบุคคลหนึ่งเพียงบุคคลเดียวเท่านั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนแต่ละคน หรือเปรียบเทียบระหว่างชั้นเรียน หรือระหว่างโรงเรียนในกลุ่มประชากรที่กว้างขึ้น

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้าง เป็นแบบทดสอบที่ครูใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนโดยเฉพาะ คือ ใช้วัดความก้าวหน้าเกี่ยวกับผลการเรียนของนักเรียน ใช้ค้นหาข้อบกพร่องของระบบการเรียนการสอน ใช้ในการตัดสินใจเป้าหมายของหลักสูตรในแต่ละหน่วยการสอนว่า ได้บรรลุผลตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ และใช้ในการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนด้วย

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 73-76) ได้อธิบายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้าง มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน
2. ข้อสอบแบบถูก-ผิด (True – False Test) คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้นักเรียนเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ นั้นเพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short Answer Test) ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นเขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความที่สมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง
5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด ซึ่งแต่ละชุดมีความสัมพันธ์กัน โดยให้นักเรียนจับคู่ความสัมพันธ์ให้ถูกต้อง
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก และตัวเลือกที่เป็นตัวลวง จะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

ศิริพงษ์ เคาภายน (2546, หน้า 48) ได้อธิบายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของคำถามหรืองานใด ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อไปกระตุ้นให้ผู้ตอบแสดงพฤติกรรมออกมา ผู้ตอบอาจใช้วิธีเขียนตอบหรือกาเครื่องหมายลงในข้อที่ต้องการ

สุวิมล ว่องวานิช (2550, หน้า 170) ได้อธิบายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือวัดเพื่อให้ได้หลักฐานในเรื่องการเรียนรู้ของนักเรียน คະแนนจากการสอบเป็นสารสนเทศแหล่งหนึ่งที่จะนำไปประมวลเข้าด้วยกันในการประเมินผลนักเรียน

การสอบแบบเลือกตอบเป็นการแยกถามจุดเล็กจุดน้อยเป็นจุด ๆ นำไปสู่ลักษณะคำถามที่เน้นความจำ ทำให้ถามได้มากข้อ จึงมั่นใจว่าครอบคลุมเนื้อหาได้หมด ซึ่งสรุปได้เป็น 4 ประการดังนี้

1. ครอบคลุมเนื้อหาได้กว้างขวางโดยใช้เวลาในการสอบน้อย
2. ไม่มีความลำเอียงในการให้คะแนน ทำให้ข้อสอบมีความเที่ยง
3. ตรวจได้ง่ายและเร็ว สามารถใช้เครื่องจักรตรวจได้
4. เด็กที่เขียนหนังสือไม่เก่งไม่เกิดความเสียเปรียบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบดังกล่าวทำให้มีการใช้แบบเลือกตอบกันอย่างกว้างขวาง โดยแบ่งแบบทดสอบเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Test) ซึ่งจะวัดว่านักเรียนทำได้ดีเพียงใดเมื่อเทียบกับกลุ่ม โดยใช้ค่าสถิติ เช่น คะแนนที (T-Score) หรือเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) เป็นต้น แต่การเทียบคะแนนความสามารถของนักเรียนกับกลุ่มไม่สามารถให้สารสนเทศในเรื่องระดับของผลสัมฤทธิ์หรือระดับการเรียนรู้ได้ จึงเกิดแนวคิดในเรื่องการทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) ซึ่งสามารถกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เพื่อใช้เป็นเกณฑ์เทียบว่านักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามหลักของคลอฟเฟอร์

ความสามารถในการแก้ปัญหา

ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาคือกระบวนการทางความคิดที่สำคัญมากกระบวนการหนึ่งที่ทุกคนต้องใช้ชีวิตประจำวัน ถ้าทุกคนได้รับการฝึกฝนให้รู้วิธีในการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ ย่อมเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ได้รับการฝึกฝนอย่างแน่นอน มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

กู๊ด (Good, 1973, p. 518) ได้อธิบายเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ว่า การแก้ปัญหาคือเป็นแบบแผนหรือวิธีการดำเนินการ ซึ่งอยู่ในสภาวะที่ยุ้งยากลำบาก และต้องพยายามค้นหาตรวจสอบข้อมูล ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาผลลัพธ์และทดสอบสมมติฐานนั้น

เลอฟรังคอยส์ (Lefrancois, 1988, p. 110) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการคิดแบบจัดลำดับขั้นสูง เป็นการนำเอาหลักเกณฑ์ที่ตัวเองทราบมาก่อนมาบูรณาการเพื่อสร้างกฎเกณฑ์ขึ้นใหม่ โดยที่จะต้องเรียนรู้กฎเกณฑ์เดิมก่อน

สโดโรว์ (Sdorow, 1993, p. 361) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการคิดแบบหนึ่งที่สามารถช่วยให้บุคคลเอาชนะอุปสรรค เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่กำลังเผชิญอยู่ได้

เชียพเพตา และโคบาลา (Chiappetta & Koballa, 2006, p. 153) กล่าวว่า การแก้ปัญหามีความคล้ายคลึงกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมาก เนื่องจากนักเรียนจะได้ค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น สังเกต สืบเสาะ ทำให้มีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่คงทนมากขึ้น มีความกระตือรือร้นที่จะเรียน เกิดเจตคติที่ดี และความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มสูงขึ้น เนื่องมาจากการแก้ปัญหาก็จะให้นักเรียนได้คิดในรูปแบบสถานการณ์ ทำให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ ประสพการณ์ในการคิดเพื่อแก้ปัญหา มีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสือ ตำราเรียน สัมภาษณ์หรือซักถามจากผู้รู้ เป็นต้น การแก้ปัญหานั้นสอดแทรกในกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ 4 ขั้นตอนดังนี้ คือ ค้นหาปัญหา วางแผนเพื่อแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล และสรุป

กรมวิชาการ (2546, หน้า 272) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีการมาก่อนทั้งเนื้อหาในด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง และปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้เทคนิค วิธีการหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ

สุวิทย์ มูลคำ (2549, หน้า 15) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถทางสมองในการจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้สมดุลกลับเข้าสู่สภาวะสมดุล หรือสภาวะที่เราคาดหวัง

จากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่บุคคลใช้การคิดเพื่อหาคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตที่สืบสวนจนวายได้เป็นอย่างดี บุคคลที่สามารถแก้ปัญหาได้จะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมที่เคร่งเครียดได้อย่างเข้มแข็ง

องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา ได้มีผู้เสนอไว้ ดังนี้

สตอลล์เบอร์ก (Stollberg, 1956, pp. 225-228 อ้างถึงใน เบญจวรรณ แก้วโพนเพ็ก, 2544, หน้า 37) ได้ให้ความเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็นเอกัตบุคคล การแก้ปัญหาจึงไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและไม่เป็นไปตามลำดับ อาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มี นอกจากนี้การแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับ ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล วุฒิภาวะทางสมอง สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน กิจกรรมและความสนใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปัญหานั้น

มอร์แกน (Morgan, 1978, pp. 154-155) สรุปว่า วิธีการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสติปัญญา แรงจูงใจ ความพร้อมที่จะแก้ปัญหาใหม่ และการเลือกวิธีการแก้ปัญหายอย่างเหมาะสม

ซูซีฟ อ่อนโคสูง (2522, หน้า 21) สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการแก้ปัญหาประกอบด้วย

1. ตัวนักเรียน ได้แก่ ระดับเชาวน์ปัญญา อายุ แรงจูงใจ และประสบการณ์ของนักเรียน
2. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา ถ้าปัญหานั้นสนใจมักทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนหรือแก้ปัญหา
3. การแก้ปัญหากลุ่ม คือ ให้นักเรียนมีโอกาสร่วมแก้ปัญหาด้วยกัน มีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็น

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นในการแก้ปัญหของบุคคล คือ กิจกรรม และความสนใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปัญหานั้น ความยืดหยุ่น ความรู้พื้นฐาน และวิธีสอนของครูสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีส่วนช่วยในการส่งเสริมการแก้ปัญหของนักเรียน โดยนักเรียนได้พบกับข้อสงสัยหรือสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายแปลกใหม่ นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหา และวิธีสอนของครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการแก้ปัญหามีอยู่หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ว่าผู้แก้ปัญหานั้นนำวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาใดมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม ดังเช่นขั้นตอนในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

บลูม (Bloom, 1956, p. 122 อ้างถึงใน เบญจวรรณ แก้วโพนเพ็ก, 2544, หน้า 38-39) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อนักเรียนได้พบปัญหา นักเรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 นักเรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่

ขั้นที่ 3 จำแนกแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

บลูมยังได้อธิบายเพิ่มเติมอีกว่า ความสามารถทางสมองที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในขั้นที่ 1-4 เป็นส่วนของการนำไปใช้ ขั้นที่ 5-6 เป็นส่วนของความเข้าใจ สำหรับความรู้ ความจำ ถือว่าเป็นพื้นฐานที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ส่วนความสามารถในการวิเคราะห์เป็นความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3

เวียร์ (Weir, 1974, pp. 17-18)

ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยสามารถตอบได้ว่า อะไรคือปัญหาจากสถานการณ์นั้น

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถแยกแยะสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหาได้

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา จากวิธีการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3 ได้ว่า เมื่อแก้ปัญหาแล้วผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

ดีวี่ (Dewey, 1976, p.130) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การรับรู้และเข้าใจปัญหาเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะพบกับความตึงเครียด ความสงสัย และความยากลำบากที่จะต้องพยายามแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไป

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง การระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกัน มีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้แตกต่างกัน

3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปของวิธีการ เป็นการรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Replication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความจำเป็นและสำคัญสำหรับทุกคน เพราะจะต้องนำไปใช้ในชีวิตประจำวันที่เป็นประสบการณ์จริง ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา จึงเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ทุกคนได้แก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และชาญฉลาด

กระทรวงศึกษาธิการ (2542, หน้า 104) ได้อธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมขั้นสูงของกระบวนการคิด ซึ่งเกิดจากความต้องการของบุคคลในการค้นหามาตรการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่เคยเกี่ยวข้อง โดยอาศัยประสบการณ์การเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งกระบวนการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา มีลำดับการพัฒนา ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ตระหนักในปัญหาและความจำเป็นที่จะต้องแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 2 คิดวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา
- ขั้นที่ 3 สร้างทางเลือกแก้ปัญหา/หาวิธีการแก้ปัญหาย่างหลากหลาย
- ขั้นที่ 4 ตัดสินใจเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 5 ลงมือกระทำ
- ขั้นที่ 6 ประเมินและปรับปรุง
- ขั้นที่ 7 ชื่นชมการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 8 ปรับปรุงให้ดีขึ้นเสมอ
- ขั้นที่ 9 ประเมินผลรวมให้บังเกิดความภูมิใจ

วณิช สุรรัตน์ (2547, หน้า 95) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 กำหนดตัวปัญหาให้ชัดเจน
- ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบข้อมูล

ขั้นที่ 4 การประเมินผล

สุวิทย์ มูลคำ (2549, หน้า 26-27) ได้สรุปขั้นตอนของการแก้ปัญหาเป็น 6 ขั้นตอน

ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานหรือการหาสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน

ขั้นที่ 6 สรุปผล

จากแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหานักการศึกษา ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหามีขั้นตอนหลัก และสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนได้ คือ การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหา การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา และการสรุปผลการแก้ปัญหา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนภายหลังการเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกเน้นให้นักเรียนมีบทบาทในการมีส่วนร่วมด้วยกิจกรรมที่ท้าทาย แปลกใหม่ สถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งนักเรียนได้ลงมือกระทำ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อเป็นการสร้างความรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น และสนใจนำแนวคิดการแก้ปัญหของเวียร์ (Weir, 1974, pp. 17-18) มาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาเพียง 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มากที่สุดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุสาเหตุของปัญหาที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผน หรือเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผล

ทั้งนี้ ในขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา ผู้วิจัยไม่ได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าขั้นตอนการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา เป็นพฤติกรรมที่ไม่สามารถวัดได้ในเชิงประจักษ์ และระยะเวลาในการศึกษาครั้งนี้ไม่เหมาะสมเพียงพอสำหรับการศึกษาพฤติกรรมในขั้นดังกล่าว

สำหรับขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์นั้น เป็นที่ยอมรับ และมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา และนำขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์มาใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

เบญจวรรณ แก้วโพนเทิก (2544, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดชุมชนภูมิวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเวียงใหญ่วิทยาคม จังหวัดขอนแก่น โดยสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนใช้แนวคิดการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ จำนวน 10 สถานการณ์ เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบเอสเอสซีเอส ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา 12 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะถามคำถามตามกระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ 4 คำถาม แต่ละคำถามกำหนดตัวเลือกแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

นิศา แซ่เอี้ยว (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติที่มีต่อวิชาการส่งเสริมการขายของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็นอัตนัย มีการกำหนดสถานการณ์ และแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถาม 3 คำถาม ให้นักเรียนเขียนตอบ โดยครอบคลุมขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ 3 ขั้นตอน คือ การกำหนดปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ผลการศึกษาระดับชั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบวัดแบบปรนัย มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหา และในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถาม 3 คำถาม 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกตอบ โดยครอบคลุมขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ 3 ขั้นตอน เรียงตามลำดับตั้งแต่ขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 3

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ในประเทศและต่างประเทศ ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

มนัส บุญประกอบ และคณะ (2544, หน้า 1-163) ที่ได้ทำการติดตามผล ตลอดจนศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการยกระดับคุณภาพวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 48 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามครู แบบสอบถามนักเรียน และแบบติดตามผลการเยี่ยมชมโรงเรียน วิธีดำเนินการวิจัย ได้แก่ การจัดประชุมสัมมนาครู 2 รุ่น การเยี่ยมชมโรงเรียน การอภิปรายและการเขียนเอกสารการใช้เทคนิคการสอน พบว่า จากกิจกรรมที่ครูจัดทั้งสิ้น 31 กิจกรรม เช่น การอ่านที่กระตือรือร้น การเขียนที่กระตือรือร้น การอภิปรายกลุ่ม การรวมแนวคิดย่อยเป็นแนวคิดรวม การสร้างสถานการณ์จำลอง และเกมต่าง ๆ เป็นต้น โดยครูส่วนใหญ่นำความรู้ที่ได้รับจากการประชุมสัมมนาไปใช้สร้างกิจกรรม และสอน การยอมรับนวัตกรรมมีความสัมพันธ์กับความสำเร็จในการนำไปใช้ และเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกที่ครูพัฒนาขึ้นสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและเกิดการเรียนรู้อย่างมากขึ้น ทั้งสามารถปรับเข้ากับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอนได้ นักเรียนมีความคิดเห็นต่อลักษณะกิจกรรมในด้วยความแปลกใหม่น่าสนใจ ทำท่ายและสนุก ทั้งได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น อาศัยความคิดเป็นขั้นตอน และเป็นการเรียนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง แต่ประสบปัญหาในข้อจำกัดเรื่องเวลา สื่ออุปกรณ์ไม่พร้อม และเนื้อหาของหลักสูตรมาก ไม่ได้รับการส่งเสริมจากโรงเรียน และการไม่ยอมรับของนักเรียนที่ยังเคยชินกับการสอนแบบเดิม

ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547, บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น (Active Learning) เรื่อง ร่างกายมนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า 1) ได้รูปแบบฯ ที่ผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นว่า อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก ส่วนนักเรียนมีความคิดเห็นว่า กิจกรรมการเรียน การสอน และขั้นตอนการเรียนการสอนมีความเหมาะสม 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนตามรูปแบบฯ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมี คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) มีคุณลักษณะและทักษะที่พึงประสงค์ดีขึ้น ปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันของนักเรียนมีการพัฒนาที่ดีขึ้น และ 3) นักเรียนที่ได้เรียนตาม รูปแบบฯ มีความคงทนในการเรียนรู้ กล่าวคือคะแนนผลการทดสอบ ภายหลังจากการเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างจากหลังจบการเรียนทันที นอกจากนี้ ยังพบว่า การเรียนการสอนตามรูปแบบฯ ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบร่วมกันในการเรียนรู้ ส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักเรียน และนักเรียนมีความสุข สนุกกับการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

โคเมีย และไรอัน (Comia & Ryan, 2006, pp. 1 - 237) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมที่ใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้บทละคร การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก การเรียนรู้จากการเคลื่อนไหว การเรียนจากสัญลักษณ์ การเรียนจากการเล่น การเรียนโดยใช้ บทบาททางสังคมและการศึกษาทางกายภาพ พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น 2) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น แสดง ให้เห็นว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีระดับสูงขึ้นทางด้านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ความสามารถในการแก้ปัญหา การทำงานกลุ่ม การระดมพลังสมอง ความสัมพันธ์ในห้องเรียน ดีขึ้น และทักษะทางด้านจิตพิสัยนักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน

อคิโนกลู และแทนโดแกน (Akinoglu & Tandogan, 2006, pp. 71 - 81)

มหาวิทยาลัยมาร์มารา อิสตันบูล ประเทศตุรกี ศึกษาผลที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เชิงรุกในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติทาง วิทยาศาสตร์ และความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียนเกรด 7 โรงเรียนรัฐบาลในรัฐอิสตันบูล ประเทศตุรกี ดำเนินการทดลองโดยใช้ กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดรวบยอด เครื่องมือที่ใช้ในการ ทดลองมี 3 ประเภท คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบ

แบบปลายเปิด และแบบวัดเจตคติทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกดีขึ้น มีเจตคติทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีความกล้าแสดงออก และแสดงความคิดเห็นเพิ่มมากขึ้น ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ใช้คำถามปลายเปิดเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง พบว่านักเรียนกลุ่มควบคุมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ยิ่งขึ้น

จูส และลินน์ (Joos & Lynn, 2007, pp. 1-126) ได้ทำการศึกษาโดยใช้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกแทนการสอนแบบบรรยายในวิชาชีววิทยาชั้นสูง ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทั้งก่อนและหลังการทดลองจะต้องมีคำถาม และมีการออกแบบการทดลองที่ครอบคลุมหัวข้อที่จะเรียน ประเมินผลการศึกษาจากการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน รวมทั้งหาจุดเด่น ข้อจำกัดของการเรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ผลการศึกษาพบว่า หลังจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกนักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิชาวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ทั้งนี้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกสามารถนำข้อดี ข้อจำกัดของกิจกรรมทดลองมาอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งทำให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

โซโกเลฟ และบลังก์ (Sokolove & Blunck, 2008, pp. 109 - 114) จากมหาวิทยาลัยแมรีแลนด์ ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกโดยเปรียบเทียบวิธีสอนแบบดั้งเดิมในวิชาชีววิทยา วัดอุปสงค์ในการวิจัย เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนที่ใหญ่มีความตื่นตัว สนุกสนาน และสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้เกิดความกระตือรือร้น และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกกับวิธีสอนแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีคะแนนเฉลี่ยสะสมสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 ทั้งนี้ นักเรียนเกิดแรงกระตุ้นให้เกิดความสนใจอยากรู้ และมีความตั้งใจเรียนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกส่งผล

ให้นักเรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความกระตือรือร้น มีความกล้าแสดงออก และแสดงความ
คิดเห็นเพิ่มมากขึ้น นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ นอกจากนี้ ยังช่วยให้นักเรียนมีความ
รับผิดชอบร่วมกันในการเรียนรู้ ส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักเรียน และนักเรียนมี
ความสุข สนุกกับการเรียนวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University