

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมีและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD กับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ เพื่อให้ การศึกษาค้นคว้าเป็นไปตามขั้นตอน ผู้วิจัยจึงกำหนดลำดับหัวข้อเรื่องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 สาระการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์
 - 1.2 มาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.3 การจัดหน่วยการเรียนรู้ รายวิชาเคมี
 - 1.4 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาเคมี
 - 1.5 คำอธิบายรายวิชา
2. การเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.1 ความหมายและความสำคัญของวิธีเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.2 องค์ประกอบสำคัญของวิธีเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.3 ขั้นตอนวิธีเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.4 เทคนิคที่ใช้ในการจัดการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.5 การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD
3. การเรียนด้วยวิธีปกติ
 - 3.1 ความหมายของการเรียนด้วยวิธีปกติ
 - 3.2 ขั้นตอนในการเรียนด้วยวิธีปกติ
 - 3.3 ระดับของการจัดการเรียนรู้ของการเรียนด้วยวิธีปกติ
 - 3.4 ข้อดีของการเรียนด้วยวิธีปกติ
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.3 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2 องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.2.1 ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน

5.2.2 ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ

6.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เป็นหลักสูตรที่มีลักษณะเป็นหลักสูตรมาตรฐาน(standard-based curriculum)และมีลักษณะเป็นหลักสูตรมาตรฐาน(competency – based curriculum) คือ หลักสูตรจะมีสาระการเรียนรู้ (strand) เป็นกลุ่มเนื้อหาและทักษะที่ต้องสอน แต่ละสาระการเรียนรู้จะมีมาตรฐานการเรียนรู้ (standard) เป็นตัวกำหนดคุณภาพของการจัดการศึกษา แต่ละมาตรฐานการเรียนรู้จะมีมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น (benchmark) เป็นสมรรถฐานที่ผู้เรียนเรียนจบการศึกษาแต่ละช่วงชั้น จะต้องมีความรู้ความสามารถในการเรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ดังนั้น มาตรฐานการเรียนรู้จึงเป็นข้อกำหนดคุณลักษณะและความสามารถของผู้เรียนที่ครูจะจัดการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะและความสามารถดังกล่าว

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับพุทธศักราช 2544 (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 2– 7) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียน เมื่อจบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้วผู้เรียนต้องมีความรู้ความสามารถ ดังนี้

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- สาระที่ 3 สารกับสมบัติของสาร
- สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
- สาระที่ 5 พลังงาน
- สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
- สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ
- สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน มีดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก และภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบ สุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.3 การจัดหน่วยการเรียนรู้รายวิชาเคมี

ตาราง 1 แสดงรายวิชาเคมี 1 รหัส ว 40121 เวลา 60 ชั่วโมง

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ตารางธาตุและสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ - สมบัติของธาตุและการนำไปใช้ประโยชน์ การจัดธาตุในตารางธาตุ	20

ตาราง 1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	- แนวโน้มของสมบัติของธาตุในตารางธาตุ - แนวโน้มของสมบัติของสารประกอบของธาตุตามหมู่และคาบ - ธาตุกัมมันตรังสี - การนำไอโซโทปกัมมันตรังสีไปใช้ประโยชน์ทางด้าน การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม	
2	พันธะเคมี - การเกิดพันธะไอออนิก - พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิกและสมบัติของ สารประกอบไอออนิก - โคเวเลนต์ - ความยาวพันธะ และพลังงานพันธะ - เรโซแนนซ์และรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ - สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์และแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุล โคเวเลนต์ - พันธะโลหะ	20
3	แก๊ส - สมบัติของแก๊ส - ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส - กฎของแก๊ส	20

1.4 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาเคมี

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาเคมี กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนกรรณสูต
ศึกษาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี วิชาเคมี 1 รหัส ว 40121

1. ทดลอง สืบค้นข้อมูลอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของธาตุและการนำไปใช้ประโยชน์
2. ทดลอง สืบค้นข้อมูล อภิปรายการจัดธาตุในตารางธาตุ อาศัยสมบัติบาง
ประการของธาตุที่คล้ายกันและเกณฑ์อื่นๆ
3. อธิบายแนวโน้มของสมบัติของธาตุในตารางธาตุ และสารประกอบของธาตุใน
ตารางธาตุตามหมู่และคาบ

4. สืบค้นข้อมูล อภิปรายเกี่ยวกับธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งสามารถแผ่รังสีได้และเกิดปฏิกิริยาแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่นๆ การนำไอโซโทปกัมมันตรังสีไปใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์การเกษตรและอุตสาหกรรม การใช้ธาตุกัมมันตรังสีอย่างถูกต้องปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5. ทดลอง สืบค้นข้อมูล อภิปรายการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานเนื่องจากการสลายพันธะเดิมและสร้างพันธะใหม่ และเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี

6. สืบค้นข้อมูล อภิปรายเกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิกซึ่งทำให้เกิดสารประกอบไอออนิกการเกิดพันธะโคเวเลนต์โดยสารประกอบที่เกิดขึ้นอาจมีโครงสร้างของผลึกหรือโมเลกุลต่างกันมีสมบัติ การเขียนสูตรและมีชื่อเฉพาะ การเกิดพันธะโลหะ สมบัติบางประการของโลหะ

7. อธิบายสมบัติของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงที่กระทำระหว่างอนุภาคของสารนั้นซึ่งพิจารณากับแรงที่กระทำระหว่างอนุภาคของสารนั้น ซึ่งพิจารณาได้จากโครงสร้างโมเลกุล (ได้แก่ ชนิดของอะตอมของธาตุ ชนิดและความยาวพันธะ มุมระหว่างพันธะ) ระยะห่างระหว่างอนุภาคของสาร มุมระหว่างโมเลกุลหรืออะตอม และพลังงานที่ยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคไว้ด้วยกัน ซึ่งมีผลทำให้สมบัติของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สแตกต่างกัน

8. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสมบัติของแก๊สที่แตกต่างจากสารในสถานะอื่น ๆ อธิบายสมบัติของแก๊สได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กฎของแก๊ส

1.5 คำอธิบายรายวิชา

ด้านความรู้

รู้และเข้าใจสมบัติของธาตุ การจัดธาตุในตารางธาตุ อาศัยสมบัติบางประการของธาตุที่คล้ายกันและเกณฑ์อื่นๆ ธาตุกัมมันตรังสี การแผ่รังสี และการเกิดปฏิกิริยาที่แตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่นๆ การนำไอโซโทปกัมมันตรังสีไปใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม การเกิดพันธะไอออนิก สารประกอบไอออนิก การเกิดพันธะโคเวเลนต์ โมเลกุลโคเวเลนต์ และสาร โคเวเลนต์ การเกิดพันธะโลหะ สมบัติบางประการของโลหะ สารโคเวเลนต์ สารประกอบไอออนิกหรือโลหะอาจมีโครงสร้างของผลึกหรือโมเลกุลต่าง ๆ กัน มีสมบัติการเขียนสูตรและมีชื่อเฉพาะที่ต่างกัน สมบัติของสารมีความสัมพันธ์กับแรงที่กระทำระหว่างอนุภาคของสารนั้น ระยะห่างระหว่างอนุภาคของสาร มุมระหว่างโมเลกุลหรืออะตอม และพลังงานที่ยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคไว้ด้วยกัน มีผลทำให้สมบัติของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สแตกต่างกัน การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานเนื่องจากการสลายพันธะเดิมและการสร้างพันธะใหม่ การเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมบัติของแก๊สแตกต่างจากสารในสถานะอื่น ๆ สมบัติของแก๊สอธิบายได้ด้วย ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กฎของแก๊ส

ด้านทักษะ

ทดลอง สืบค้นข้อมูล อภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของธาตุและการนำไปใช้ประโยชน์ การจัดธาตุในตารางธาตุ อาศัยสมบัติบางประการของธาตุที่คล้ายกันและเกณฑ์อื่น ๆ การเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงาน เนื่องจากการสลายพันธะเดิมและสร้างพันธะใหม่ และเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี อธิบายแนวโน้มของสมบัติของธาตุในตารางธาตุ และสารประกอบของธาตุในตารางธาตุตามหมู่และตามคาบ สมบัติของแก๊สได้ด้วย ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กฎของแก๊ส

สืบค้นข้อมูล อภิปรายเกี่ยวกับธาตุกัมมันตรังสี การแผ่รังสี และการนำไอโซโทปกัมมันตรังสีไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม การเกิดพันธะไอออนิกทำให้เกิด สารประกอบไอออนิก การเกิดพันธะโคเวเลนต์ทำให้เกิดโมเลกุลโคเวเลนต์และสารโคเวเลนต์ การเกิดพันธะโลหะ สมบัติของโลหะ สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์และโลหะอาจมีโครงสร้างของผลึกหรือโมเลกุลต่างกัน มีสมบัติ การเขียนสูตร และมีชื่อเฉพาะที่ต่างกัน สมบัติของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงที่กระทำระหว่างอนุภาคของสารนั้น ซึ่งพิจารณาได้จากโครงสร้างโมเลกุล ได้แก่ ชนิดของอะตอมของธาตุ ชนิดและความยาวพันธะ มุมระหว่างพันธะ ระยะห่างระหว่างอนุภาคของสาร มุมระหว่างโมเลกุลหรืออะตอมและพลังงานที่ยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคไว้ด้วยกัน ซึ่งมีผลทำให้สมบัติของสารในสถานะของแข็ง ของเหลวและแก๊สแตกต่างกัน

ด้านเจตคติ

ตระหนักถึงการใช้ธาตุกัมมันตรังสีอย่างถูกต้องปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีจิตวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

วิธีการเรียนแบบร่วมมือ

1. ความหมายและความสำคัญของวิธีเรียนแบบร่วมมือ

มีผู้ให้ความหมายของวิธีเรียนแบบร่วมมือไว้ ดังนี้

สลาวิน (Slavin) เดวิด จอห์นสัน (David Johnson) และรอเจอร์ จอห์นสัน (Roger Johnson) ให้ความหมายว่า วิธีเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนทำงานกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยทั่วไปมีสมาชิกกลุ่มละ 4 คน สมาชิกมีความสามารถในการเรียนต่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะรับผิดชอบในสิ่งที่ได้รับการสอนและช่วยเพื่อนสมาชิกให้เกิดการเรียนรู้ด้วย มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันมีเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน คือเป้าหมายของกลุ่ม (ศิษยา แชมมณี, 2545, หน้า 24-25)

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546, หน้า 7) ได้กล่าวว่าการเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง การจัดการเรียนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถ

แตกต่างกันมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมีการช่วยเหลือ สนับสนุนซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตัวและในส่วรวม เพื่อให้กลุ่มได้รับความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด

แวน เดอ เคล (Van Der Kley) ได้กล่าวว่าการเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง การที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในการทำงานช่วยเหลือเกื้อกูลสนับสนุนความสำเร็จของกันและกัน โดยที่นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะมีความรับผิดชอบงานของตนเอง การทำงานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียนแต่ละคนจะมีการตรวจสอบและการนำผลการทำงานเสนอในกลุ่ม กลุ่มจะทำหน้าที่ช่วยเหลือว่าใครอ่อนด้านใด คนที่เก่งจะช่วยเหลือด้านนั้น ซึ่งจะทำให้การทำงานเข้มข้นขึ้น (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2548, หน้า 45)

สลาวิน (Slavin) ให้ความหมายว่า วิธีการเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนทำงานกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยทั่วไปมีสมาชิกกลุ่มละ 4 คน สมาชิกมีความสามารถในการเรียนต่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะรับผิดชอบในสิ่งที่ได้รับการสอนและช่วยเพื่อนสมาชิกให้เกิดการเรียนรู้ด้วย มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน คือ เป้าหมายของกลุ่ม (ไสว พักขาว, 2547, หน้า 131)

จอห์นสัน (Johnson) กล่าวว่าวิธีการเรียนแบบร่วมมือหมายถึงการเรียนที่มีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มนักเรียน เช่น มีการอภิปรายร่วมกันการช่วยเหลือกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน (ชัยยา โพธิ์แดง, 2548, หน้า 7)

นาททีฟ วินด์สกี และดริคกี (Nattiv and Drieky) ได้กล่าวว่าการเรียนแบบร่วมมือ หมายถึงวิธีการสอนซึ่งจัดให้นักเรียนเรียนด้วยกันเป็นกลุ่มเล็กๆเพื่อบรรลุเป้าหมายแตกต่างกัน เช่น เป็นผู้ประสานงาน ผู้จัดบันทึก ผู้รวบรวมบทบาทนี้จะหมุนเวียนไป (อนุสรณ์ สุชาตานนท์, 2548, หน้า 9)

แวน เดอ เคล (Van Der Kley) ได้กล่าวว่าการเรียนแบบร่วมมือหมายถึงการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในการทำงานช่วยเหลือเกื้อกูลสนับสนุนความสำเร็จของกันและกัน โดยที่นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะมีความรับผิดชอบงานของตนเอง การทำงานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียนแต่ละคนจะมีการตรวจสอบและการนำผลการทำงานเสนอในกลุ่ม กลุ่มจะทำหน้าที่ช่วยเหลือว่าใครอ่อนด้านใด คนที่เก่งจะช่วยเหลือด้านนั้นซึ่งจะทำให้การทำงานเข้มข้นขึ้น (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2547, หน้า 45)

จากความหมายของการเรียนแบบร่วมมือดังกล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 2 – 6 คน คละทั้งเพศ เชื้อชาติ ความสามารถระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน ทำกิจกรรมร่วมกันมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เด็กเก่งจะช่วยเหลือเด็กอ่อน สมาชิกทุกคนต้องร่วมมือกัน จึงจะทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จได้

2. องค์ประกอบสำคัญของวิธีเรียนแบบร่วมมือ

องค์ประกอบสำคัญของวิธีเรียนแบบร่วมมือมีนักเรียนศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงไว้ดังนี้

จอห์นสัน,และจอห์นสัน (Johnson,& Johnson, 1995, pp. 13-14) องค์ประกอบวิธีเรียนแบบร่วมมือ คือ

1. ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันทางบวก(positive interdependence) หมายถึง การที่สมาชิกในกลุ่มทำงานอย่างมีเป้าหมายร่วมกัน มีการทำงานร่วมกัน โดยที่สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานนั้น มีการแบ่งปันวัสดุ อุปกรณ์ ข้อมูลต่าง ๆ ในการทำงานทุกคนมีบทบาทหน้าที่และประสบความสำเร็จร่วมกัน สมาชิกในกลุ่มจะมีความรู้สึกว่าตนเองประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จด้วย สมาชิกทุกคนจะได้รับผลประโยชน์หรือรางวัลผลงานกลุ่มโดยเท่าเทียมกัน เช่น ถ้าสมาชิกทุกคนช่วยกัน ทำให้กลุ่มได้คะแนน 90 % แล้วสมาชิกแต่ละคนจะได้คะแนนพิเศษเพิ่มอีก 5 คะแนน เป็นรางวัล เป็นต้น

2. การมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน (face to face probative interaction) เป็นการติดต่อสัมพันธ์และเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การอธิบายความรู้ให้แก่เพื่อนในกลุ่มฟัง เป็นลักษณะสำคัญของการติดต่อปฏิสัมพันธ์โดยตรงของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนั้นจึงควรมีการแลกเปลี่ยนให้ข้อมูลย้อนกลับเปิดโอกาสให้สมาชิกเสนอแนวความคิดใหม่ ๆ เพื่อเลือกในสิ่งที่เหมาะสมที่สุด

3. ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละบุคคล(individual accountability) เป็นความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละบุคคล โดยมีการช่วยเหลือส่งเสริมซึ่งกันและกันเพื่อให้เกิดความสำเร็จตามเป้าหมายกลุ่ม โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความมั่นใจและพร้อมที่จะได้รับการทดสอบเป็นรายบุคคล

4. การใช้ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (interdependence and small group skill) เพราะเป็นทักษะสำคัญที่จะช่วยให้การทำงานกลุ่มประสบผลสำเร็จ นักเรียนควรได้รับการฝึกทักษะในการสื่อสาร การเป็นผู้นำ การไว้วางใจผู้อื่น การตัดสินใจ การแก้ปัญหา ครูควรจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมให้นักเรียน เพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กระบวนการกลุ่ม (group process) เป็นกระบวนการทำงานที่มีขั้นตอน หรือวิธีการที่จะช่วยให้การดำเนินงานกลุ่ม เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือ สมาชิกทุกคนต้องทำ ความเข้าใจในเป้าหมายการทำงาน วางแผนปฏิบัติงานร่วมกัน ดำเนินงานตามแผนตลอดจน ประเมินผลและปรับปรุงงาน

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-6 คน เป็นการแบ่งกลุ่มที่มีโครงสร้างชัดเจน กล่าวคือ ภายในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกัน คือ ผู้เรียนที่มีความสามารถสูง ปานกลางและต่ำ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ได้รับความสนใจ

นำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาตั้งแต่คริสต์ทศวรรษ 1970 โดยมีความเชื่อว่าการร่วมมือกันเรียนรู้จะช่วยแก้ปัญหา และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ด้วยการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มบรรลุจุดประสงค์โดยเท่าเทียมกัน นอกจากนี้ยังสามารถสร้างความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม และสร้างความภูมิใจในตนเอง (Self-esteem) (ปราณี จงศรี, 2545 หน้า 46-48)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ

1. รางวัลของกลุ่ม (Group reward) หมายถึง สมาชิกในกลุ่มทุกคนมีโอกาสเท่ากัน ในการประสบความสำเร็จและได้รับรางวัลหรือการประกาศเกียรติคุณ
2. ความรับผิดชอบต่อผลงานของสมาชิกแต่ละคน (individual accountability) หมายถึง ผลงานของสมาชิกแต่ละคนเมื่อนำมารวมกันเป็นผลงานของกลุ่มจะมีผลสำเร็จตามเกณฑ์ที่กำหนด
3. การมีโอกาสประสบความสำเร็จเท่าเทียมกัน (equal opportunities for success) หมายถึง สมาชิกทุกคนไม่ว่าจะมีความสามารถในระดับสูง หรือปานกลาง หรือต่ำ มีภารกิจในการสร้างผลงานให้กลุ่มด้วยการพัฒนาระดับผลสัมฤทธิ์ของตน และนำมารวมกันเป็นผลสำเร็จของกลุ่ม

จอห์นสัน, และจอห์นสัน (Johnson, & Johnson) กล่าวถึงหลักของการเรียนแบบร่วมมือว่าผู้เรียนควรร่วมมือกันเรียนรู้มากกว่าการแข่งขันกัน เพราะการแข่งขันก่อให้เกิดสภาพการณ์ของการแพ้ – ชนะ ต่างจากการร่วมมือกันซึ่งก่อให้เกิดสภาพการณ์ของการชนะ – ชนะ อันเป็นสภาพการณ์ที่ดีกว่าทั้งในด้านจิตใจและสติปัญญา องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือมี 5 ประการประกอบด้วย

1. การเรียนรู้ต้องอาศัยหลักพึ่งพา (positive interdependence) โดยถือว่าทุกคนมีความสำคัญเท่าเทียมกันและจะต้องพึ่งพากันเพื่อความสำเร็จร่วมกัน
2. การเรียนรู้ที่ดีต้องอาศัยการหันหน้าเข้าหากันมีปฏิสัมพันธ์กัน (face to face interaction) เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นข้อมูลและการเรียนรู้ต่าง ๆ
3. การเรียนรู้ร่วมกันต้องอาศัยทักษะทางสังคม (social skills) โดยเฉพาะทักษะการทำงานร่วมกัน
4. การเรียนรู้ร่วมกันควรมีการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (group processing) ที่ใช้ในการทำงาน
5. การเรียนรู้ร่วมกันจะต้องมีผลงาน หรือผลสัมฤทธิ์ทั้งรายบุคคล หรือรายกลุ่ม ที่สามารถตรวจสอบวัดประเมินได้ (individual accountability) หากผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้แบบร่วมมือกัน นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในด้านเนื้อหาสาระต่าง ๆ ได้กว้างขึ้น และลึกซึ้งขึ้นแล้ว ยังสามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนทางด้านสังคมและอารมณ์มากขึ้นด้วย รวมทั้งมีโอกาสดำเนินพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอีกมาก

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือนี้ สรุปได้ว่า ผู้เรียนจะนั่งเรียนกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-5 คน หันหน้าเข้าหากันเพื่อจะได้ซักถาม ตอบปัญหา อธิบาย ได้ตอบซึ่งกันและกันให้สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน ยอมรับเหตุผลของผู้อื่น ได้เถียงกันด้วยเหตุผล รู้จักสนับสนุนและชมเชยผู้อื่น

3. ขั้นตอนวิธีเรียนแบบร่วมมือ

ในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีขั้นตอนในการเรียนรู้ที่ผู้สอนจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนซึ่งมีผู้กล่าวไว้ ดังนี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2548, หน้า 35) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม กิจกรรมในขั้นเตรียมประกอบด้วยครูแนะนำทักษะในการเรียนรู้ร่วมกันและจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ประมาณ 2-5 คน ครูแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่ม บทบาท และหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม แจกวัสดุประสงค์ของบทเรียน การทำกิจกรรมร่วมกันและการฝึกฝนทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม

2. ขั้นสอน ครูนำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูลและมอบหมายงานให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม และอธิบายขั้นตอนการทำงาน

3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อย โดยที่แต่ละคนเป็นบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่ม จะได้ร่วมกันรับผิดชอบต่อผลงานกลุ่ม ในขั้นนี้ครูอาจจะกำหนดให้ผู้เรียนใช้เทคนิคต่าง ๆ กัน เช่น แบบ Jigsaw , TGT, STAD , GI , LT และ CIRC การทำกิจกรรมแต่ละครั้ง เทคนิคที่ใช้แต่ละครั้งจะต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละเรื่อง ในการเรียนครั้งหนึ่ง ๆ อาจจะต้องใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือหลาย ๆ เทคนิคประกอบกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการเรียน

4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติตามหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติงานเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคล ในบางกรณีผู้เรียนอาจต้องซ่อมเสริมส่วนที่ยังขาดตกบกพร่อง ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบความรู้

5. ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผลการทำงานกลุ่ม ครูและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้าเป็นสิ่งที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจ ครูควรอธิบายเพิ่มเติม ครูและผู้เรียนช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่ม และพิจารณาว่าอะไร คือจุดเด่นของงาน และอะไรคือสิ่งที่ควรปรับปรุง

4. เทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือ

4.1 เทคนิคที่ใช้ในการจัดการเรียนแบบร่วมมือ สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2547, หน้า 23-24) ได้สรุปรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือที่นิยมใช้กันทั่วไปในประเทศสหรัฐอเมริกาว่าปัจจุบันมี 8 เทคนิคดังนี้

4.1.1 เทคนิค STAD : Student Teams Achievement Division การเรียนแบบนี้สมาชิกกลุ่มมี 4 คน ระดับสติปัญญาต่างกัน เช่น เก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ครูกำหนดบทเรียนและงานของกลุ่มไว้แล้ว ครูทำการสอนบทเรียนให้นักเรียนทั้งชั้น แล้วให้กลุ่มทำงานตามที่กำหนดนักเรียนในกลุ่มช่วยเหลือกัน เด็กเก่งช่วยและตรวจงานของเพื่อนให้ถูกต้องก่อนนำเสนอครู นักเรียนต่างคนต่างทำข้อสอบแล้วเอาคะแนนของทุกคนมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม ครูจัดลำดับของกลุ่มคะแนนทุกกลุ่มปิดประกาศให้ทุกคนทราบ

4.1.2 เทคนิค TGT : Teams - Games - Tournament วิธีนี้จัดกลุ่มเช่นเดียวกับ STAD แต่ไม่มีการสอบทุกสัปดาห์ แต่ละทีมที่มีความสามารถเท่ากันจะแข่งขันกันตอบปัญหา มีการจัดกลุ่มใหม่ทุกสัปดาห์ โดยพิจารณาจากความสามารถของแต่ละบุคคล

4.1.3 เทคนิค TAI : Team Assisted Individualization วิธีนี้สมาชิกของกลุ่มมี 4 คน มีความรู้ต่างกัน ใช้สำหรับประถมศึกษาปีที่ 3-6 ครูเรียกเด็กที่มีความรู้ระดับเดียวกันของแต่ละกลุ่มมาสอน ความยากง่ายของเนื้อหาวิชาที่สอนจะแตกต่างกัน จากนั้นเด็กกลับไปยังกลุ่มของตน และต่างคนต่างทำงานที่ได้รับมอบหมาย แต่ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทุกคนทำข้อสอบโดยไม่มีการช่วยเหลือกัน มีการให้รางวัลทีมที่ทำคะแนนได้ดีกว่าเดิม

4.1.4 เทคนิค CIRC : Cooperative Integrated Reading and Composition ใช้สำหรับวิชาที่อ่านเขียนและทักษะอื่น ๆ ทางภาษา สมาชิกในกลุ่ม 4 คน มีพื้นฐานความรู้เท่ากัน 2 คน อีก 2 คนก็เท่ากันแต่ต่างระดับความรู้กับ 2 คนแรก ครูจะเรียกคู่ที่มีความรู้เท่ากันจากทุกกลุ่มมาสอนให้กลับเข้ากลุ่มแล้วเรียกคู่ถัดไปจากทุกกลุ่มมาสอน คะแนนของกลุ่มพิจารณาจากคะแนนสอบของสมาชิกกลุ่มเป็นรายบุคคล

4.1.5 เทคนิค Jigsaw ใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 วิธีนี้กลุ่มหนึ่งจะมีนักเรียน 6 คน ความรู้ต่างระดับกัน สมาชิกแต่ละคนไปเรียนร่วมกับสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ ในหัวข้อที่ต่างกันออกไปแล้วทุกคนกลับมากลุ่มของตนเพื่อสอนเพื่อนในสิ่งที่ตนได้ไปเรียนร่วมกับสมาชิกของกลุ่มอื่น ๆ มา การประเมินผลเป็นรายบุคคล รวมเป็นคะแนนของกลุ่ม

4.1.6 เทคนิค Jigsaw II สมาชิกในกลุ่มมี 4-5 คน นักเรียนทุกคนเรียนบทเรียนเดียวกัน สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มให้ความสนใจในหัวข้อย่อยในบทเรียนต่างกัน ใครที่สนใจในหัวข้อเดียวกันจะไปประชุมกัน ค้นคว้า และอภิปราย แล้วกลับมาที่กลุ่มเดิมของตนสอนเพื่อนในเรื่องที่ตนเองไปประชุมกับสมาชิกของกลุ่มอื่น ๆ มา ผลการสอบของแต่ละคนเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับรางวัล

4.1.7 เทคนิค Learning Together สมาชิกในกลุ่มมี 4-5 คน ระดับความรู้ต่างกัน ใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2-6 ครูทำการสอนทั้งชั้น เด็กแต่ละกลุ่มทำงานตามที่ครูมอบหมายคะแนนของกลุ่มพิจารณาจากผลงานของกลุ่ม

4.1.8 เทคนิค Group Investigation สมาชิกในกลุ่มมี 2-6 คน แต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อเรื่องที่ต้องการค้นคว้า สมาชิกในกลุ่มแบ่งงานกันทำ กลุ่มเสนอผลงานหรือรายงานต่อหน้าชั้น การให้รางวัลหรือคะแนนให้เป็นกลุ่ม

4.2 ลักษณะสำคัญเบื้องต้นและองค์ประกอบพื้นฐานของการเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบร่วมมือเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเรียนเป็นกลุ่มเล็ก สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รับผิดชอบการทำงานของตนเองเท่า ๆ กับรับผิดชอบการทำงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม โดยมีจุดมุ่งหมายเดียวกันซึ่งจะกล่าวถึงลักษณะสำคัญเบื้องต้นของการเรียนแบบร่วมมือ และองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนแบบให้นักเรียนร่วมมือ ดังต่อไปนี้

4.2.1 ลักษณะสำคัญเบื้องต้นของการเรียนแบบร่วมมือ ได้กำหนดลักษณะสำคัญเบื้องต้นของการเรียนแบบนี้ ไว้ดังนี้

1) สมาชิกกลุ่มมีความรับผิดชอบต่อกันร่วมกัน “อยู่ด้วยกันหรือตายด้วยกัน” ช่วยกันทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จโดยมีจุดมุ่งหมายร่วมกันแบ่งข้อมูล และอุปกรณ์ระหว่างสมาชิกของกลุ่ม

2) สมาชิกกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์(interaction) ต่อกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

3) สมาชิกกลุ่มแต่ละคนมีความรับผิดชอบในตัวเองต่องานที่ได้รับมอบหมายจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ การที่แต่ละคนทำงานอย่างเต็มความสามารถ

4) สมาชิกกลุ่มมีทักษะในการทำงานกลุ่มย่อย (small group skills) และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี ครูสอนทักษะการทำงานกลุ่มและประเมินการทำงานกลุ่มของนักเรียน การที่จับให้นักเรียนที่ขาดทักษะทำงานกลุ่มมาทำงานกลุ่มร่วมกันจะไม่ประสบความสำเร็จ

4.2.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอน จากลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยจัดให้มีองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนร่วมมือ ดังต่อไปนี้

1) สร้างความรู้สึกพึ่งพากันในกลุ่มนักเรียน โดยกำหนดวัตถุประสงค์เกี่ยวกับการพึ่งพาช่วยเหลือกัน เพื่อไปสู่ความสำเร็จร่วมกันให้ศึกษาจากเอกสารและตรวจสอบว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าใจเนื้อหาสาระในเอกสารนั้น และส่งเสริมให้มีการพึ่งพากัน ครูอาจจะกำหนดให้มีการให้รางวัลรวม (joint rewards) เช่น ถ้าสมาชิกทุกคนของกลุ่มใดได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 90 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม สมาชิกในกลุ่มนั้นจะได้รับรางวัลพิเศษ (bonus point) อีกคนละ 5 คะแนนการส่งเสริมการพึ่งพาอีกวิธีหนึ่งได้แก่ การแยกแหล่งข้อมูลที่จะให้นักเรียน เช่น ให้สมาชิกแต่ละคนมีข้อมูลเพียงบางส่วนของคุณข้อมูลทั้งหมดในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย แต่กำหนดให้ทั้งกลุ่มทำงานให้เสร็จ นอกจากนี้การส่งเสริมการพึ่งพากัน อาจทำได้โดยการใช้วิธีกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มเป็นผู้อ่าน ผู้ตรวจสอบ ผู้ให้กำลังใจ และผู้ชี้แจงรายละเอียด

2) จัดให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน เมื่อครูจัดให้มีความรู้สึกพึ่งพากันแล้วครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันเพื่อช่วยและส่งเสริมการทำงานให้สำเร็จ นักเรียนจะต้องซักถาม และอภิปรายถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ อธิบายกันและกันให้เข้าใจวิธีการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ช่วยเหลือ สนับสนุน และให้กำลังใจแก่กัน

3) จัดให้มีความรู้สึกรับผิดชอบในส่วนบุคคล วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การทำให้สมาชิกแต่ละคนมีความสมบูรณ์หรือพัฒนาขึ้น นักเรียนเรียนด้วยกันเพื่อให้แต่ละคนมีความสามารถสูงขึ้น มิใช่จัดให้นักเรียนเรียนเป็นกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาอุปสรรคไม่เพียงพอ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว จึงต้องมีการประเมินผลงานของแต่ละคน ควบคู่กันไปกับผลงานกลุ่มภายในกลุ่มจะต้องทราบว่าสมาชิกคนใดต้องการความช่วยเหลือ การสนับสนุนการให้กำลังใจเพื่อให้ได้สำเร็จ อีกทั้งต้องทำให้ทุกคนทราบว่าเขาไม่สามารถกินแรงเพื่อนในกลุ่มได้

4) ให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะสังคม การมีส่วนร่วมในการพยายามร่วมกัน เพื่อให้ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องอาศัยทักษะระหว่างบุคคลและทักษะระหว่างกลุ่ม ถ้านักเรียนไม่มีทักษะทางสังคมจะเป็นการยากที่กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จ ครูจะต้องจัดสอนทักษะสังคมที่จำเป็นในการทำงานร่วมกันให้แก่ นักเรียน และเตือนให้นักเรียนใช้ทักษะดังกล่าว ตัวอย่างทักษะสังคมที่ต้องมีการสอดแทรก ความเป็นผู้นำการตัดสินใจ การสร้างความไว้วางใจ การสื่อสาร และทักษะการจัดการกับข้อขัดแย้ง

5) จัดให้มีกระบวนการกลุ่ม ครูจะต้องให้สมาชิกของกลุ่มได้ร่วมกัน อภิปรายว่ากลุ่มของคนทำงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้เพียงใด และจะทำให้ความสัมพันธ์ในการทำงาน คงอยู่ได้อย่างไร กลุ่มจะต้องระบุการกระทำของสมาชิกที่เป็นประโยชน์ และไม่เป็นประโยชน์ และตกลงว่าการกระทำใดควรละเว้นกระบวนการกลุ่มจะช่วยให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับการทำงานของนักเรียน ความสำเร็จของกระบวนการกลุ่มอยู่ที่การให้เวลาอย่างเพียงพอแก่นักเรียน เตือนให้นักเรียนใช้ทักษะทางสังคมขณะทำงานในกลุ่ม และอธิบายความคาดหวังของครูอย่างชัดเจนว่าต้องการอะไร

5. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD

การเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD (Student Team Achievement Division) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 - 5 คน ให้แต่ละกลุ่มมีสมาชิกที่มีระดับความสามารถสูงปานกลางและต่ำ ทุกคนต้องช่วยเหลือกัน โดยครูจัดสถานการณ์ให้เวลาเรียนต้องร่วมมือ เวลาสอบต่างคนต่างทำข้อสอบ แต่คะแนนที่ได้ต้องมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่มและรับรางวัลตามผลงานที่กลุ่มทำได้

5.1 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD มีขั้นตอนการดำเนินการ (อรอินทร์ โคตรมนตรี, 2547, หน้า 40-43) ดังนี้

5.1.1 การกำหนดรายวิชาและบทเรียนให้อยู่ในรูปแบบของการเรียนแบบ
ร่วมมือรูปแบบของการเรียนแบบร่วมมือที่ใช้เทคนิค STAD ประกอบด้วย

1) การนำเสนอข้อมูล ครูจะเป็นผู้นำเสนอข้อมูล อาจเป็นการใช้
เอกสารหรือเป็นการบรรยายเพื่อให้นักเรียนได้เกิดความสนใจในเรื่องที่จะเรียนและเห็นแนวทาง
ที่จะทำกิจกรรมกลุ่มต่อไป

2) การทำงานกลุ่ม นักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มหนึ่งมี 4
คน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพศละกัน หน้าที่สำคัญของกลุ่มคือการช่วยเหลือกัน
รวมทั้งตรวจสอบคำตอบการแก้ไขคำตอบหัวใจสำคัญอยู่ที่สมาชิกแต่ละคน ทุกคนจึงต้องทำให้ดี
ที่สุดสมาชิกเรียนรู้ ให้กำลังใจ และเข้าใจร่วมกัน

3) การทดสอบ เมื่อครูสอนไปประมาณ 1-2 ครั้ง นักเรียนจะเข้ารับ
การทดสอบในสาระที่เรียนโดยต่างคนต่างสอบจะช่วยเหลือกันไม่ได้

4) การปรับปรุงคะแนน จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความ
สามารถของตนอย่างเต็มที่ จึงให้นักเรียนสามารถปรับปรุงคะแนนของตนให้สูงขึ้น

5) การตัดสินผลงานกลุ่ม พิจารณาผลรวมของการปรับปรุงคะแนน
ของสมาชิกในกลุ่มกำหนดระดับความสำเร็จตามคะแนนที่ได้ของกลุ่ม อาจเป็นคำชมเชย
ประกาศนียบัตรหรือรางวัล

5.1.2 การจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม มีวิธีจัดกลุ่มตามหลักการคือ ในแต่ละกลุ่ม
นักเรียนจะมีความสามารถ และสภาพใกล้เคียงกันคือละกัน มีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และ
อ่อน ซึ่งมีวิธีการจัดกลุ่มดังนี้ ถ้าในชั้นมีนักเรียน 34 คน ต้องการจัดกลุ่มละ 4 คน มีขั้นตอนการ
จัดกลุ่มจัดเรียงลำดับความสามารถของนักเรียนจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงไปหาต่ำ

5.1.3 การจัดโต๊ะเรียน ในการสอนแบบนี้มีแนวทางการจัดโต๊ะเรียนเพื่อให้
สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน

5.1.4 การดำเนินการสอน ใช้แนวทางและขั้นตอน ดังนี้

1) บอกเป้าหมายและแนวทางการเรียน เป็นการจูงใจให้นักเรียน
สนใจ เช่น บอก จุดประสงค์การเรียนรู้ ทบทวนความรู้เดิม หรือเสนอปัญหา ที่เชื่อมโยงมาสู่การ
เรียนเรื่องใหม่ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้

2) การนำเสนอข้อมูลใหม่ที่จะสอนวิธีการอาจใช้การบรรยายนำให้ดู
สื่อการสอน ประกอบเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม

3) แบ่งกลุ่มนักเรียนที่จะทำกิจกรรมกลุ่มตามที่ได้จัดเตรียมไว้แล้ว
เริ่มกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น

(1) เขียนขั้นตอนการทำงานหรือศึกษาบนกระดานดำ หรือ
แผนภูมิ เช่น

ก. นักเรียนนั่งประจำที่

ข. นักเรียนส่งตัวแทนมารับเอกสารที่โต๊ะครู

ค. นักเรียนอ่านคำชี้แจง 10 นาที

ง. เมื่อครูให้สัญญาณให้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม

จ. เมื่อหมดเวลาให้กลุ่มนำเสนอผลงานและเสนอผลงาน

(2) บอกขั้นตอนการปฏิบัติงานให้ชัดเจนอาจทดสอบความเข้าใจ โดยให้นักเรียน 2-3 คน ทบทวนคำสั่ง

(3) ให้นักเรียนตั้งชื่อกลุ่ม ครูกำหนดสถานที่ทำงานกลุ่ม และ วิธีการทำงานกลุ่มให้ชัดเจน

4) การช่วยเหลือนักเรียนทำงานกลุ่ม จะเปิดโอกาสให้นักเรียนทำงาน ของตนเอง อย่างเต็มที่และเป็นอิสระครูจะเข้าไปช่วยเหลือน้อยที่สุดสิ่งที่ครูจะเข้าไปช่วยเหลือจะเป็นข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการแสวงหาความรู้

5) การทดสอบย่อยและนำเสนอผลงานไปตัดสินกลุ่ม การประเมินผลกลุ่ม ประกอบด้วยทดสอบย่อยการกำหนดคะแนนเฉลี่ย การปรับปรุงคะแนน และการตัดสิน ประเมินผลกลุ่ม

(1) การกำหนดคะแนนพื้นฐาน คะแนนพื้นฐานเป็นคะแนนเฉลี่ย ซึ่งได้จากการทดสอบย่อย 3 ครั้ง หรือมากกว่า หรือใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปีที่แล้วก็ได้ เช่น ผลการสอบย่อยครั้งที่ 1 ได้คะแนน 80 ครั้งที่ 2 ได้คะแนน 74 ครั้งที่ 3 ได้คะแนน 80 รวมคะแนน 234 คะแนน คะแนนเฉลี่ย 234หาร 3 เท่ากับ 78 ดังนั้น คะแนนพื้นฐานในที่นี้ คือ 78

(2) การทดสอบย่อย เป็นการทดสอบย่อยที่ครูจัดตามใบงานหรือ กิจกรรมที่นักเรียนทำ

(3) การหาคะแนนปรับปรุง โดยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนย่อย กับคะแนนพื้นฐาน เพื่อหาความแตกต่างและปรับค่าคะแนนปรับปรุง

(4) หาคะแนนกลุ่มโดยนำคะแนนปรับปรุงของสมาชิกมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อตัดสิน กลุ่มในการตัดสินกลุ่มจะใช้เกณฑ์ในการตัดสินกลุ่ม

5.2 ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ลักษณะการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD มีองค์ประกอบที่สำคัญของระบบการให้ความรู้ โครงสร้างการให้รางวัลเป็นกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนช่วยกันทำงานเพื่อเป้าหมายของกลุ่ม โดยการจัดกลุ่มสมาชิก แต่ละกลุ่มมีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และอ่อน โดยตัวผู้เรียนสนใจที่จะขอความช่วยเหลือและช่วยเพื่อนในกลุ่มของตน สมาชิกจะให้ความร่วมมือในการทำงานเพื่อกลุ่ม และ ส่วนรวมมากขึ้น

จอห์นสัน,และจอห์นสัน (Johnson, & Johnson, 1995) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้การเรียนการสอนที่ใช้กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือได้ผลไว้ดังนี้

1) เด็กเก่งที่เข้าใจคำสอนของครูได้ดี จะเปลี่ยนคำสอนของครูเป็นภาษาพูดของเด็ก อธิบายให้เพื่อนฟังได้และทำให้เพื่อนเข้าใจได้ดีขึ้น

2) เด็กที่ทำหน้าที่อธิบายบทเรียนให้เพื่อนฟังจะเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น ซึ่งครูทุกคนทราบข้อนี้ดี คือ ยิ่งสอนยิ่งเข้าใจบทเรียนที่ตนสอนได้ดียิ่งขึ้น

3) การสอนเพื่อนเป็นการสอนแบบตัวต่อตัวทำให้เด็กได้รับการเอาใจใส่ และมีความสนใจมากยิ่งขึ้น

4) เด็กทุกคนต่างก็พยายามช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพราะคะแนนของสมาชิกในกลุ่มทุกคนจะถูกนำไปแปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม

5) เด็กทุกคนเข้าใจดีว่า คะแนนของตนมีส่วนช่วยเพิ่มหรือลดคะแนนของกลุ่มดังนั้น ทุกคนต้องพยายามอย่างเต็มที่ จะคอยอาศัยเพื่อนอย่างเดียวไม่ได้

6) เด็กทุกคนมีโอกาสดึงทักษะทางสังคม มีเพื่อนร่วมกลุ่มและเป็นการเรียนรู้วิธีการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากเมื่อเข้าสู่ระบบการทำงานอันแท้จริง

7) เด็กได้มีโอกาสรู้กระบวนการกลุ่ม เพราะในการปฏิบัติงานร่วมกันนั้นก็ต้องมีการทบทวนกระบวนการทำงานของกลุ่มเพื่อให้มีประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานหรือคะแนนของกลุ่มดีขึ้น

8) เด็กเก่งจะมีบทบาททางสังคมในชั้นมากขึ้น เขาจะรู้สึกว่าเขาไม่ได้เรียนหรือหลบไปท่องหนังสือเฉพาะตน เพราะเขาต้องมีหน้าที่ต่อสังคมด้วย

9) ในการตอบคำถามในห้องเรียน ถ้าหากตอบผิดเพื่อนจะหัวเราะ แต่เมื่อทำงานเป็นกลุ่ม เด็กจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันถ้าหากตอบผิดก็จะถือว่าผิดทั้งกลุ่มคนอื่น ๆ อาจจะให้ความช่วยเหลือบ้าง ทำให้เด็กในกลุ่มมีความผูกพันกันมากขึ้น

การเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ

วิธีการเรียนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา หน่วยงานที่รับผิดชอบในการผลิตหนังสือแบบเรียนและคู่มือครู คือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งหมายให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเอง ผู้วิจัยขอเสนอวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ความหมายของการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ

วิธีเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ เป็นที่รู้จักกันหลายชื่อ เช่น วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน วิธีสอนแบบสอบสวน วิธีสอนแบบสืบสอบ มาจากภาษาอังกฤษว่า Inquiry Method และมีผู้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

สุชาติพิทย์ เป้นทองคำ(2547, หน้า 12) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบปกติของกรมวิชาการว่าประกอบด้วย ขั้นเตรียมการ คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน บททวนความรู้เดิม แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นสอนเป็นการนำเสนอเนื้อหา โดยใช้การอธิบายสนทนาซักถามอภิปราย ทำแบบฝึกหัด ขั้นสรุปบทเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาและขั้นวัดผลประเมินผลโดยสังเกตพฤติกรรมและตรวจแบบฝึกหัด

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2547, หน้า 56) ให้ความหมายวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้ นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบสอบความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

อภิญญา สิงห์สมบัติ (2547 ,หน้า 43) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคู่มือครูของกรมวิชาการว่า ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูใช้คำถามหรือกิจกรรมต่างๆ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนและดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้มาอยู่ที่การสอนและพร้อมที่จะเริ่มเรียน ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ ครูดำเนินการสอนเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ในการสอนนั้นอาจใช้กิจกรรมต่าง ๆ เช่น การอภิปราย บทบาทสมมติ สถานการณ์จำลอง การแสดงละคร เพื่อช่วยให้การสอนน่าสนใจและเร้าความสนใจของนักเรียนมากยิ่งขึ้น ขั้นสรุปบทเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด

อาสยา ไทยโพธิ์ศรี (2547, หน้า 13) ได้สรุปการจัดการเรียนรู้แบบปกติว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของกรมวิชาการ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการสร้างความสนใจในบทเรียน สร้างแรงจูงใจด้วยการสนทนา หรือใช้สื่อทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ ขั้นสอน มีขั้นตอนย่อยคือ แจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ทบทวนความรู้เดิม เสนอบทเรียนใหม่ ให้แนวการเรียนรู้ แจ้งผลการปฏิบัติ ขั้นสรุป ส่งเสริมความแม่นยำและถ่ายโอนความรู้และขั้นประเมินผล

ราณี ศรีโมรา (2549, หน้า 59) ได้สรุปวิธีสอนแบบปกติ ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมและความสนใจในการเรียนด้วยการสนทนาซักถาม เกม รูปภาพ เพลง หรือนิทาน และแจ้งจุดประสงค์ของการเรียนรู้ ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ ครูนำเสนอเนื้อหาให้นักเรียนด้วยวิธีบรรยาย อภิปราย สนทนาซักถาม โดยมีสื่อประกอบการเรียนการสอน เช่น ใบความรู้ ใบงาน หรือหนังสือเรียน และนักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาด้วยการอภิปรายซักถาม หรือตรวจเฉลยแบบฝึกหัดร่วมกัน ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบความรู้ว่านักเรียนมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด จากการทำแบบฝึกหัด การสังเกต และการทดสอบ

จากความหมายของการเรียนด้วยวิธีปกติ สรุปได้ว่า เป็นการเรียนรู้ตามคู่มือของกรมวิชาการด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียน

แสวงหาความรู้ด้วยตนเองมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่วนครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก

2. ขั้นตอนของเรียนด้วยวิธีปกติ (วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้)

คาริน,และซันด์ (Carin, & Sund) แบ่งวิธีสืบออกเป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครู และนักเรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

2.1 วิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง (guided inquiry) เป็นวิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาวางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นวิธีสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป โดยมีลำดับขั้นตอนการสอน ดังนี้

2.1.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก

2.1.2 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง อาจจะเป็นการตั้งสมมติฐาน ครูอธิบายหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองว่ามีวิธีการใช้อย่างไรจึงจะไม่เกิดอันตราย และมีข้อควรระวังในการทดลองแต่ละครั้งอย่างไรบ้าง

2.1.3 ขั้นทำการทดลอง นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการทดลองเองพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

2.1.4 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นของการนำเสนอข้อมูล และสรุปผลการทดลอง ในตอนนี้ครูต้องนำการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

2.2 วิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผนให้ (less guided inquiry) เป็นวิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้ง สมมติฐานวางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก อาจเรียกวิธีนี้ว่า วิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง ลำดับขั้นตอนของการสอนวิธีนี้ คือ

2.2.1 สร้างสถานการณ์หรือปัญหา ซึ่งอาจทำโดยการใช้คำถาม ใช้สถานการณ์จริงโดยการสาธิต ใช้ภาพปริศนาหรือภาพยนตร์เพื่อเสนอปัญหา

2.2.2 นักเรียนวางแผนแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้แนะแนวทาง ระบุแหล่งความรู้

2.2.3 นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

2.2.4 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมในการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์

2.3 วิธีสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (free inquiry) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น

ซึ่งอาจเรียกว่า วิธีสอนแบบอิสระ วิธีนี้ครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาด้วยตัวเอง เมื่อนักเรียน กำหนดปัญหาได้ตามความสนใจของตนเองแล้ว นักเรียนจึงทำการวางแผนเพื่อแก้ปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหา ตลอดจนสรุปผลด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มก็ได้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2548, หน้า 17) กำหนดขั้นตอนของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. กำหนดปัญหา
 - จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต สงสัยในเหตุการณ์ หรือเรื่องราว
 - กระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาจากการสังเกตว่าอะไรคือปัญหา
2. กำหนดสมมติฐาน
 - ตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิด
 - ให้นักเรียนสรุปสิ่งที่คาดคิดว่าจะเป็นคำตอบของปัญหานั้น
3. รวบรวมข้อมูล
 - มอบหมายให้นักเรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ
 - ให้นักเรียนวิเคราะห์ประเมินว่า ข้อมูลเหล่านั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่ ความถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงใด
4. ทดสอบสมมติฐาน
 - นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมกันอภิปรายเพื่อสนับสนุนสมมติฐาน
5. สร้างข้อสรุป
 - นักเรียนสรุปว่าปัญหานั้นมีคำตอบหรือข้อสรุปอย่างไร อาจสรุปในรูปของรายงานหรือเอกสาร

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219 - 220) มีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม กิจกรรมประกอบด้วยการซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิมเพื่อสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เป็นขั้นวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3. ขั้โนธิบาย และลงข้อสรุป (explanation) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างตาราง

4. ขั้โนขยายความรู้ (elaboration) นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

5. ขั้โนประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ขั้โนตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความครอบคลุมกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายที่มุ่งหวังได้ โดยดำเนินการสอนตามขั้โนตอนทั้ง 5 ขั้โน คือ 1. ขั้โนสร้างความสนใจ 2. ขั้โนสำรวจและค้นหา 3. ขั้โนอธิบายและลงข้อสรุป 4. ขั้โนขยายความรู้ 5. ขั้โนประเมินการเรียนการสอนโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5 Es Cycle Model)

วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้นี้อยู่บนรากฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซั้โน ประกอบด้วย 5 ขั้โน แต่ละขั้โนจะใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ "E" ขั้โนต้น ดังรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ขั้โนที่หนึ่ง : ขั้โนสร้างความสนใจ หรือ "Engage "

ขั้โนนี้เป็นขั้โนของการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดอาการอยากเรียนและสนใจ กิจกรรมควรอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์ที่ได้เรียนมาแล้วในอดีต และนำมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์เรียนรู้ในปัจจุบัน บทบาทของครูจะทำหน้าที่ในการตั้งคำถามนักเรียน กำหนดปัญหา ชั้โนให้เห็นประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งกัน นักเรียนควรจะมีคามอยากรู้ อยากเห็นในปัญหากระบวนการ และทักษะต่าง ๆ

ขั้โนที่สอง : ขั้โนสำรวจและค้นหา หรือ "Explore "

ขั้โนนี้เป็นขั้โนที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการสำรวจ นักเรียนสำรวจ และค้นหาในเนื้อหา และสร้างแนวความคิดที่ได้จากประสบการณ์ของนักเรียนเอง และกำหนดปรากฏการณ์ที่ได้จากการสำรวจโดยการสร้างคำพูดเป็นของตนเอง เรียนมีเวลา และโอกาสในการที่จะพูดคุยกับนักเรียนคนอื่น ๆ จากนั้นนักเรียนก็สร้างองค์ความรู้ และทำความเข้าใจด้วยตนเองในขณะที่เดียวกันก็ทำความเข้าใจในเรื่องของคนอื่นด้วย

ขั้โนที่สาม : ขั้โนอธิบาย หรือ "Explain"

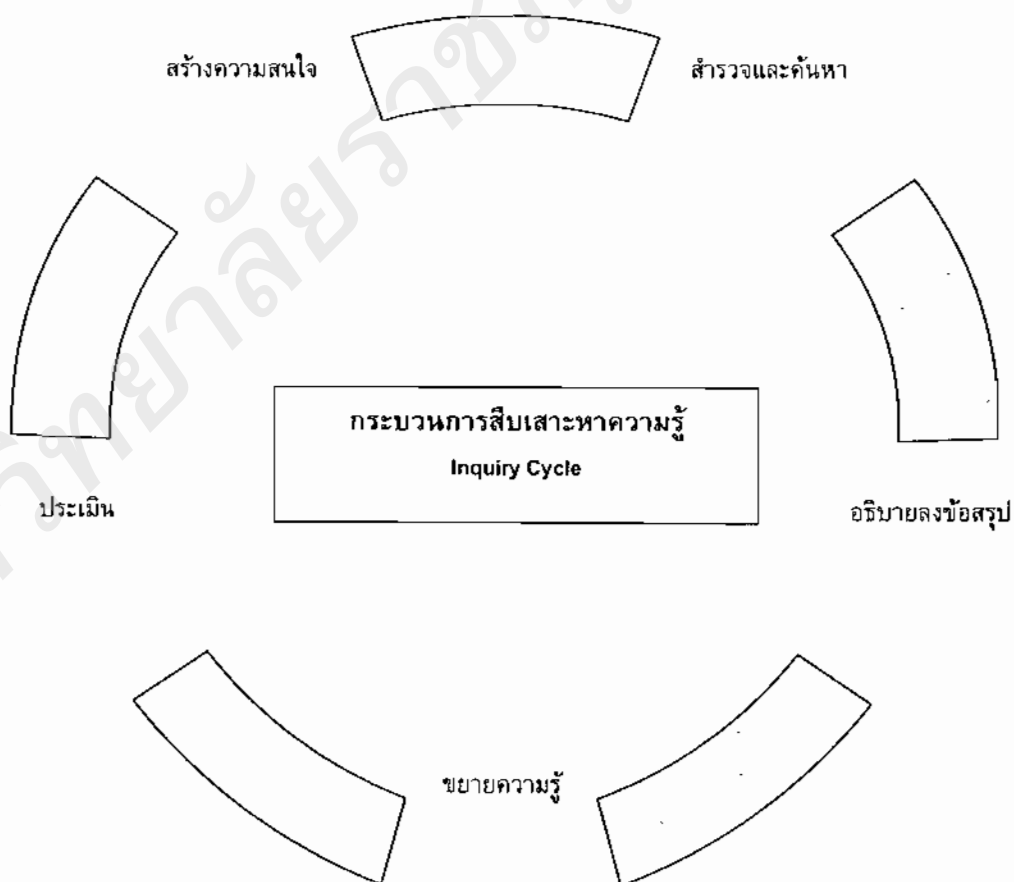
ขั้โนนี้เป็นขั้โนที่ได้มาจากการสำรวจค้นคว้าซึ่งผู้เรียนได้ดำเนินการมาแล้ว นักเรียนควรที่จะสามารถกำหนดแนวความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของนักเรียนเอง โดยผ่านประสบการณ์ และความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่ และสามารถประมวลเป็นความรู้เพื่อถ่ายทอดและสื่อสารไปยังผู้อื่นได้

ขั้นที่สี่ : ขยายความรู้ หรือ “Elaborate หรือ Extend”

ขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสนำไปประยุกต์ใช้แนวความคิดรอบยอตนำไปสู่การค้นหาลงในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ละเอียดและระดับลึกลงไป นักเรียนสามารถค้นคว้ารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษาและสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะต่าง ๆ และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น ขั้นนี้ผู้เรียนควรจะได้รับความรู้ความเข้าใจ และแนวความคิดรอบยอตที่ลึกลงไป ใช้ความรู้ที่สร้างความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันหรือการประยุกต์ใช้ทำให้มีความรู้กว้างขวางยิ่งขึ้น

ขั้นที่ห้า : ประเมินผลหรือ “Evaluate ”

ขั้นนี้เป็นขั้นที่สำคัญเนื่องจากนักเรียนจะได้รับผลสะท้อนย้อนกลับ (feedback) จากประสบการณ์ และความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนจะยังคงมีการพัฒนาแนวความคิดรอบยอตและความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากแนวความคิดที่เป็นกุญแจสำคัญ และการพัฒนาของทักษะพื้นฐานที่จำเป็น



ภาพ 2 แผนภูมิแสดงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

ยุทธศาสตร์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

ตาราง 2 ยุทธศาสตร์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

ขั้นของการสืบ เสาะหาความรู้	ยุทธศาสตร์
1. ขั้นสร้าง ความสนใจ	- สังเกตสิ่งต่างๆ รอบตัวในจุดที่สนใจอย่างกระตือรือร้น - ตั้งคำถามในเรื่องที่เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง - พิจารณาแนวทางที่เป็นไปได้ที่จะตอบปัญหานั้นๆ - บันทึกสิ่งที่ไม่ได้คาดหวังจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น - แยกแยะสถานการณ์ที่นักเรียนเห็นที่หลากหลาย
2. ขั้นสำรวจ และค้นหา	- สร้างความสนใจในสิ่งที่จะศึกษา - ระดมความคิดในแนวทางที่เป็นไปได้ - ทดลองโดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ - สังเกตปรากฏการณ์เฉพาะจุดที่สนใจอย่างละเอียด - ออกแบบ วางแผน และดำเนินการทดลอง - รวบรวมและจัดกระทำข้อมูล - ใช้กลยุทธ์ต่างๆ ในการแก้ปัญหา - เลือกแหล่งข้อมูล (วิธีการ) ที่เหมาะสม - อภิปรายปัญหากับผู้อื่น - แยกประเด็นเสี่ยงและผลที่จะเกิดขึ้นตามมาจากการสำรวจและค้นหา - กำหนดเกณฑ์ในการสำรวจตรวจสอบ
3. ขั้นอธิบาย	- สื่อสารข้อมูล และแนวความคิดให้กับผู้อื่น - สร้างและอธิบายรูปแบบการสำรวจ - เรียบเรียงคำอธิบายใหม่ โดยใช้คำพูดเป็นของตนเอง - ทบทวน และวิเคราะห์ปัญหาที่ได้สำรวจตรวจสอบ - ใช้การประเมินของเพื่อน - รวบรวมคำตอบและแนวทางการแก้ปัญหา - บูรณาการปัญหาด้วยความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่
4. ขั้นขยายผล	- วิเคราะห์ข้อมูล - ลงข้อสรุปและการตัดสินใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นของการสืบ เสาะหาความรู้	ยุทธศาสตร์
	- ประยุกต์ความรู้และทักษะเพื่อศึกษาประเด็นอื่น - แลกเปลี่ยนความรู้และทักษะ - แลกเปลี่ยนข้อมูล และแนวคิดด้วยการพูดและเขียน - ตั้งคำถามใหม่ๆ - พัฒนาผลการสำรวจและส่งเสริมแนวคิด - ใช้รูปแบบแนวคิดเพื่อค้นหาความจริงในการอภิปรายและให้ผู้อื่นยอมรับ - ทำการสำรวจตรวจสอบเพิ่มเติม ทำกิจกรรมในประเด็นอื่น ๆ
5. ขั้นประเมินผล	- จากรายงาน บันทึก - จากแฟ้มสะสมงาน - จาก (กระดาษ) การบันทึกข้อมูลของนักเรียน - การประเมินตามสภาพจริง - ชิ้นงาน จากการใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

3. ระดับของการเรียนด้วยวิธีปกติ มี 3 ระดับ คือ

3.1 การสืบเสาะหาความรู้เชิงโครงสร้าง (structure inquiry)

ครูนำกิจกรรมหรือปัญหาให้นักเรียนสำรวจ เช่นเดียวกับบอกวิธีการดำเนินการและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ให้นักเรียน แต่ไม่ได้บอกนักเรียน ถึงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังแก่นักเรียน นักเรียนค้นหาความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการเก็บรวบรวมข้อมูล การสืบเสาะหาความรู้เชิงโครงสร้าง นี้ใช้เพื่อที่จะสอนเนื้อหาที่มีความเฉพาะ กฎ ทฤษฎี หรือทักษะ และสามารถปูพื้นฐานได้เป็นอย่างดีสำหรับการสืบเสาะหาความรู้ในระดับที่สูงขึ้น ตัวอย่างเช่น “นักเรียนถูกกำหนดให้ต่อวงจรไฟฟ้าซึ่งมีการระบุให้ทำกิจกรรมตามขั้นตอนแต่ละขั้น รวมทั้งมีแผนภาพสำหรับการต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ มาให้ด้วยเป็นต้น” คำถามที่ครูใช้ถามนักเรียนก็มักจะเป็นคำถามท้ายกิจกรรม โดยถามนักเรียนเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าที่นักเรียนต่อ แล้วให้แต่ละคนบันทึกข้อมูลจากการสังเกตเป็นของตนเองลงในแบบบันทึกข้อมูล

3.2 การสืบเสาะหาความรู้เชิงชี้แนะ (guided inquiry)

ครูนำวัสดุอุปกรณ์หรือปัญหาให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ นักเรียนจะเป็นผู้ลงมือคิดค้นแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก

ความสะดวกในการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน และกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถามเพื่อที่จะนำไปสู่แนวทางการสำรวจ ตรวจสอบปัญหานั้นๆ ตัวอย่างเช่น “นักเรียนได้รับแจกชุดแบตเตอรี่ หลอดไฟ ขดลวด และวัสดุอื่นๆ จากนั้นก็มีใบงาน (คำสั่ง) ให้นักเรียนออกแบบวิธีการในการที่จะทำให้หลอดไฟนั้นสว่าง ให้ได้หลากหลายวิธีมากที่สุดที่นักเรียนจะสามารถทำได้โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีความหลากหลาย” คำถามที่ครูใช้ถามนักเรียนก็จะเป็นคำถามที่ให้นักเรียนใช้ความคิดในการหาคำตอบ เช่น ถ้าหากไม่มีขดลวดนักเรียนจะใช้วัสดุใดแทน เป็นต้น

3.3 การสืบเสาะหาความรู้เชิงปลายเปิด (opened inquiry)

วิธีนี้จะคล้ายคลึงกับการสืบเสาะหาความรู้เชิงชี้แนะ ซึ่งสิ่งที่แตกต่างกันก็คือ นักเรียนสามารถกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง (ตามความสนใจ) การสืบเสาะหาความรู้เชิงปลายเปิดนี้จะทำให้นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจของแนวความคิด (Concept) และใช้ความเป็นเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น “นักเรียนได้รับแจกชุดแบตเตอรี่ หลอดไฟ สายไฟ และวัสดุอื่นๆ นักเรียนสามารถสร้างแนวความคิดจากวัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับว่าจะประดิษฐ์อะไรได้บ้างจากวัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้นหรือจำนำวัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร เป็นต้น

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้สามารถพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนได้ โดยครูอาจต้องเลือกระดับของการสืบเสาะหาความรู้ให้เหมาะกับเนื้อหา และผู้เรียน ทั้งนี้ ในแต่ละชั้นของวัฏจักรอาจไม่จำเป็นต้องแยกออกมาเป็นแต่ละชั้นอย่างชัดเจน แต่อาจจะเป็นในลักษณะของการผสมผสานกลมกลืนกันเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้ในสภาพจริงก็ได้

4. ข้อดีของการเรียนด้วยวิธีปกติ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 156 - 157) ได้กล่าวถึงข้อดีของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดฝึกการกระทำ ทำให้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทน และถาวรโยงการเรียนรู้อีกได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้ภูมิโนมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากคำกล่าวของ ภพ เลหาไพบุลย์ สอดคล้องกับ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 73)

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือ ฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์ และนักจัดระเบียบ

2. เป็นการค้นพบด้วยตัวเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนรู้แบบท่องจำ

3. ฝึกให้นักเรียนหาวิธีค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. ช่วยให้จดจำความรู้ได้นานและสามารถถ่ายโยงความรู้ได้
5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้บรรยากาศในการเรียนมีชีวิตชีวา

ชีวิตชีวา

6. ช่วยพัฒนาอัตโนมัติแก่ผู้เรียน
7. พัฒนาให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
8. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
9. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์
10. นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์
11. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รัตนวรรณ ธนารักษ์ (2547, หน้า 33) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึงคุณลักษณะความสามารถของบุคคลที่พัฒนางอกงามขึ้น อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกอบรมซึ่งประกอบด้วย ความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่างๆ

สมใจ อธิสานนท์ (2548, หน้า 24) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียน การสอน การอบรม การฝึกฝน ทำให้นักเรียนมีความสามารถ หรือมีพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548, หน้า 27) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคลที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่างๆ

ละอ อื่นทอง (2549, หน้า 59) ให้ความหมายว่า คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาขึ้นอันเนื่องเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกและประสบการณ์ที่ได้รับความรู้ ความสามารถ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่าง ๆ

สุจิตรา ช้างอยู่ (2550, หน้า 32) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของบุคคลอันเกิดมาจากการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื่องจากการประเมินผลเป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัดการเรียนรู้ของผู้เรียนในภาพ รวมดังนั้น แนวทางในการวัดและประเมินผลตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาความก้าวหน้าด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่นำมาใช้ เป็นการวัด และประเมินผลซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน คือ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545, หน้า 110-114)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการตามหลักของคลอฟเฟอร์ วัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และการฟังคำบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 9 ประเภท

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริง

ความจริงซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรงและทดลองแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น แมลงมี 6 ขา กรดมีรสเปรี้ยว เป็นต้น

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนมติหรือมโนทัศน์

มโนมติหรือมโนทัศน์ คือ การนำความรู้เกี่ยวกับความจริงหลาย ๆ ส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นความรู้ใหม่ซึ่งเรียกว่า ความคิดรวบยอด เช่น มโนมติเกี่ยวกับ ความหนาแน่นของสาร การเจริญเติบโต เป็นต้น

1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎวิทยาศาสตร์

หลักการเป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิงได้ จากการนำมโนมติที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานอธิบายเป็นความรู้ใหม่ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับบุคคล เช่น กฎของอาร์คิมิดีส กฎของเมนเดล เป็นต้น

1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง

ข้อตกลง เป็นการตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในการใช้อักษรย่อ และเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ เช่น Ag แทนธาตุโลหะเงิน

1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเป็นวงจรชีวิต ซึ่งสามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่น วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของก๊าซไนโตรเจน วงจรชีวิตของผึ้ง เป็นต้น

1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ

ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้นต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องรู้เกณฑ์เพื่อใช้จัดจำพวกสิ่งต่าง ๆ เช่น เกณฑ์การแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตออกเป็นพืชและสัตว์ เป็นต้น

1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

เทคนิค และกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ เช่น วิธีศึกษาการเจริญเติบโตของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้ เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่ผู้เรียนรู้นั้น และความรู้นี้ได้มาจากการอ่านหนังสือหรือการบอกเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

ศัพท์วิทยาศาสตร์ซึ่งว่าด้วยคำนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น หินปูนเป็นแร่ธาตุชนิดหนึ่ง น้ำเป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง

1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

ทฤษฎี เป็นข้อความที่ใช้อธิบาย และพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพ ทฤษฎีวิวัฒนาการ ทฤษฎีอะตอม

1.2 พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ เป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา กล่าวคือ ผู้เรียนเคยเรียนรู้โมเดลของวัฏจักรใดวัฏจักรหนึ่งมา และเมื่อได้รับข้อมูลของอีกสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปแบบวัฏจักรก็สามารถใช้โมเดลของวัฏจักรมาอธิบายสิ่งนั้นได้ เช่น ผู้เรียนได้เรียนรู้วัฏจักรของน้ำเมื่อได้รับข้อมูลของการเจริญเติบโตของพืช ผู้เรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรมาอธิบายเป็นวัฏจักรของการเจริญเติบโตของพืชได้

1.2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริงคำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้ เช่น ในการศึกษา เรื่อง แรง ถ้าผู้สอนกำหนดโจทย์ว่า ม้าตัวหนึ่งลากรถไปตามถนนที่ขรุขระ ผู้เรียนสามารถแปล ความหมายเป็นรูปเวกเตอร์ของแรงได้

1.3 พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4 พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหา 3 ประเภท คือ

1.4.1 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปแก้ปัญหारेื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน เช่น การตอบคำถาม ทำไมหลอดไฟฟ้าจึงสว่างขึ้นเมื่อเราเปิดสวิตช์ ปัญหานี้เกี่ยว กับวิชาไฟฟ้า

1.4.2 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่นซึ่งเป็นปัญหาเดี่ยวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์สองสาขาขึ้นไป เช่น ถามว่า ถ้าหินปูนเกิดขึ้นได้อย่างไร ปัญหานี้เกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์และเคมี

1.4.3 ปัญหาที่เป็นเรื่องของการนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น ทำอย่างไรจึงจะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจากฟาร์มได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คารินและซันด์ ได้เสนอวิธีการวัดผู้มีพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสังเกตโดยใช้แบบสังเกตทั่วไป วัดด้วยแบบวัดที่เป็นมาตรฐานค่า ประเมินด้วยแบบประเมินตนเอง การสัมภาษณ์ รายงานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตนเอง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติ และดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำขณะทำการทดลองหรือปฏิบัติการโครงการใดโครงการหนึ่ง วิธีวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย วัดโดยการสังเกตขณะปฏิบัติการทดลอง

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการวัด 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งการวัดด้านพุทธิพิสัยตามหลักของคลอฟเฟอร์ วัดได้จากพฤติกรรมด้าน ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความรู้ความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งต้องอาศัยทักษะและความรอบรู้ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในเรื่องนั้นๆ

3. องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บลูม (Bloom, 1976, p. 52) ได้กล่าวถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในโรงเรียนไว้ว่า ประกอบด้วย

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของตัวผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยความถนัดและพื้นฐานเดิมของผู้เรียน

2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติที่มีต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียน ระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะบุคลิกภาพ

3. คุณภาพการสอน ได้แก่ การรับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำได้อีกต้องหรือไม่

คลอสเมียร์ (รัตนาวรรณ ธนานุรักษ์, 2547, หน้า 33) อธิบายถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. คุณลักษณะของผู้เรียน ได้แก่ ความพร้อมทางสมองและทางสติปัญญา ความพร้อมทางด้านร่างกายและความสามารถทางด้านทักษะของร่างกาย คุณลักษณะทางจิตใจ ซึ่งได้แก่ ความสนใจ แรงจูงใจ เจตคติและค่านิยม สุขภาพ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง ความเข้าใจในสถานการณ์ อายุเพศ

2. คุณลักษณะของผู้สอน ได้แก่ สติปัญญา ความรู้ในวิชาที่สอน การพัฒนาความรู้ ทักษะทางร่างกาย คุณลักษณะทางจิตใจ สุขภาพ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง ความเข้าใจในสถานการณ์ อายุเพศ

3. พฤติกรรมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน จะต้องมียุติกรรมที่เป็นมิตรต่อกัน เข้าใจกัน มีความสัมพันธ์ที่ดี และมีความรู้สึกที่ดีต่อกัน

4. คุณลักษณะกลุ่มผู้เรียน ได้แก่ โครงสร้างของกลุ่ม ตลอดจนความสัมพันธ์ของกลุ่ม เจตคติ ความสามัคคี และภาวะผู้นำผู้ตามที่ดีของกลุ่ม

5. คุณลักษณะของพฤติกรรมเฉพาะตัว ได้แก่ การตอบสนองต่อการเรียน การมีเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมในการเรียน ความสนใจต่อบทเรียน

6. แรงผลักดัน ได้แก่ ครอบครัวมีความสัมพันธ์ระหว่างคนในครอบครัวดี สิ่งแวดล้อมดี และคุณธรรมพื้นฐานดี เช่น ขยันหมั่นเพียร ความประพฤติดี

เพรสคอตต์ (Prescott, 1961, pp.14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และแพทยศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนและสรุปผลว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียนมีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกภาพ

2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์กันระหว่างลูกกับลูก และความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดากับลูก

3. องค์ประกอบทางด้านวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณีความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรม และฐานะทางเศรษฐกิจ

4. องค์ประกอบทางการพัฒนาตนเอง ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน

5. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

กาเย่ (Gagne, 1985, pp. 42-45) กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ในกระบวนการเรียนรู้ใด ๆ จะมีองค์ประกอบหลัก 2 ประการ ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ ได้แก่

1. องค์ประกอบทางพันธุกรรม เป็นส่วนที่บุคคลได้รับปัจจัยทางชีววิทยาซึ่งมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่หลายองค์ประกอบด้วยกันซึ่งนักจิตวิทยาให้ความสนใจเป็นพิเศษ ได้แก่ สติปัญญา และความถนัด สติปัญญาเป็นความสามารถทางสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการปรับตัวต่อสถานการณ์ใหม่และเป็นที่ยอมรับกันว่า สติปัญญาของคนได้รับการถ่ายทอดมาทางพันธุกรรม แต่มีองค์ประกอบบางอย่างที่เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ประสบการณ์การเรียนรู้และความพอใจ

2. องค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม เป็นส่วนที่บุคคลได้รับมาจากการเรียนรู้จากสังคมซึ่งมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งเป็น 3 ด้านเศรษฐกิจ และสังคมของผู้เรียนด้านบุคลิกภาพของครู ด้านอิทธิพลต่อคุณภาพการศึกษา

บลูม (Bloom, 1976, p. 223) กล่าวว่าสิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีอยู่ 3 ประการ ดังนี้

1. พฤติกรรมทางด้านความรู้และความคิด หมายถึง ความรู้ความสามารถและทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนที่มีมาก่อน

2. คุณลักษณะทางจิตใจ หมายถึง แรงจูงใจที่ทำให้นักเรียนเกิดความอยากเรียนรู้ในสิ่งใหม่ๆ ได้แก่ความสนใจในวิชาที่เรียน เจตคติต่อเนื้อหาวิชาและสถาบัน การยอมรับความสามารถของตนเอง เป็นต้น

3. คุณภาพการเรียนการสอน หมายถึง ประสิทธิภาพของการเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับ ได้แก่ คำแนะนำการปฏิบัติ และแรงเสริมของผู้สอนที่มีต่อนักเรียน

เดวิส (Davis, 1997, p. 50) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่ามี 4 ประการ ดังนี้

1. บรรยากาศในชั้นเรียน ได้แก่ รูปแบบการจัดชั้นเรียน ความพึงพอใจต่อห้องเรียน ความพึงพอใจต่อครูผู้สอน

2. วิธีการหรือหรือลักษณะของครู ได้แก่ วิธีการสอนของครู ลักษณะท่าทาง และบุคลิกภาพของครู ทศนคติต่อการทำงานของครู

3. ความคาดหวังของครู ครูที่มีการคาดหวังสูง จะทำให้เขามีความตั้งใจต่อการทำงานสูง แสวงหาวิธีการใหม่ ๆ มาให้นักเรียนอยู่เสมอ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนได้

4. การใช้เวลาของนักเรียน นักเรียนที่ทุ่มเทและใช้เวลาเรียนอย่างเต็มที่ ก็จะมีผลสนใจอยากจะเรียนรู้เนื้อหาการเรียน ผลการเรียนก็จะดีขึ้น

แคร์รอล (Carrol, 1995 , pp. 723-733) ได้กล่าวเสนอแนวคิดอันเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยกรนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณด้านความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

จากการศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น มีองค์ประกอบ หลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะองค์ประกอบที่เกี่ยวกับตัวนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน รวมถึงองค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคมของนักเรียน และส่วนที่ทำให้เกิดผลโดยตรง คือ การสอนของครูนั่นเอง

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องมีเครื่องมือวัด ซึ่งเครื่องมือวัดที่นิยมใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และต่อการปรับปรุง พัฒนาการสอนของครูให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีนักการศึกษาให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ในแนวเดียวกัน ดังนี้

พิชิต ฤทธิจรูญ (2547, หน้า 96) ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบ ทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุ ผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมบูรณ์ ดันยะ (2548, หน้า 143) ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบ ทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุ ผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

จากข้อความข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนเรียนรู้จนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

4.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษา ได้ทำการศึกษาและแบ่งขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิจรูญ (2547, หน้า 251 - 257) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ตารางวิเคราะห์เครื่องมือ ลักษณะการสร้าง

3. กำหนดชนิดของข้อทดสอบและศึกษาวิธีสร้าง
4. เขียนข้อทดสอบ
5. ตรวจทานคำตอบ
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง
7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ
8. จัดทำแบบทดสอบจริง

4.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2547, หน้า 96) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไปไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดี จนมีคุณภาพมีมาตรฐาน

ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ (2546, หน้า 185) ได้แบ่งเครื่องมือใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อบกพร่องตรงไหน จะได้ซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่

2. แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (norm) ของแบบทดสอบนั้น ซึ่งสามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้วัดอัตราการพัฒนาของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนั้นนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบ ก็คือ ไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ ต้องดำเนินการสอบแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าทำ

อย่างไร และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนอีกด้วย ทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน ก็จะเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียนไปแล้ว สำหรับที่ใช้วัดพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ มักนิยมใช้ตามหลักที่ได้จากผลการประชุมของนักวัดผลซึ่ง บลูม (Bloom) ได้เขียนรวมไว้ในหนังสือ (Taxonomy of Educational Objectives) โดยสรุปได้ว่า การวัดผลด้านสติปัญญาควรวัดพฤติกรรมออกเป็น 6 ระดับดังนี้

วัดด้านความรู้ความจำ (knowledge)

วัดด้านความเข้าใจ (comprehension)

วัดด้านการนำไปใช้ (application)

วัดด้านการวิเคราะห์ (analysis)

วัดด้านการสังเคราะห์ (synthesis)

วัดด้านการประเมินค่า (evaluation)

การวัดพฤติกรรมทั้ง 6 ด้านนี้ จะใช้แบบทดสอบประเภทอัตนัยหรือปรนัยก็ได้ข้อสำคัญอยู่ที่คำถาม ซึ่งต่อไปนี้เป็นตัวอย่างข้อคำถามของแบบทดสอบสอบประเภทปรนัย ดังนี้

1. ข้อคำถามวัดความรู้ – ความจำ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถที่ระลึกออกมาได้หรือจำได้ เช่น ถามคำศัพท์ นิยาม สถานที่ เวลา ขนาด ปริมาณ บุคคล ระเบียบ ลำดับขั้นของการทำอย่างใดอย่างหนึ่ง สิ่งเหล่านี้ถ้าสอนมาแล้วจึงนำมาถามและถือว่าเป็นการวัดความจำเท่านั้น

2. ข้อคำถามวัดความเข้าใจ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการจับใจความสำคัญจากเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการจับใจความ การแปลความหมาย การตีความหมาย และการขยายความของข้อความ คำ เรื่องราว เหตุการณ์ ภาพ ฯลฯ

3. ข้อคำถามวัดความสามารถนำไปใช้ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

4. ข้อคำถามวัดการวิเคราะห์ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว และเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังบอกถึงว่าส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใดจะเห็นได้ว่าความสามารถในด้านการวิเคราะห์จะมากไปด้วยการหาเหตุผลมาเกี่ยวข้องอยู่เสมอและพยายามมองให้ลึกลงไปถึงแก่นแท้ของเนื้อหา และเหตุการณ์นั้น ๆ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณา

5. ข้อคำถามวัดการสังเคราะห์ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการผสมส่วนย่อย ๆ เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน เป็นการวัดว่านักเรียนจะสามารถนำเอาความรู้แต่ละหน่วย มารวมกันจัดเป็นหน่วยใหม่หรือโครงสร้างใหม่ที่ต่างจากของเดิมได้หรือไม่ลักษณะคำถามประเภทนี้จะ

ถามเกี่ยวกับการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นคำถามที่จะดึงดูดว่าใครมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มากเพียงใด

6. ข้อคำถามวัดการประเมินค่า เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการวินิจฉัยตราค่า โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ สิ่งที่มีค่าอาจเป็นวัตถุ สิ่งของ ผลงานต่างๆ หรือเป็นความคิดเห็นก็ได้ การประเมินค่านั้นอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานไปประกอบการวินิจฉัยชี้ขาดเสมอว่า สิ่งนั้นดีหรือไม่ดี และเพราะเหตุใดจึงดี หรือไม่ดี ข้อคำถามอาจจะอยู่ในรูปของการประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน หรือการประเมินค่าที่อาศัยเกณฑ์ภายนอกตัดสินก็ได้

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมิน ผู้วิจัยจึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (สสวท, 2546, หน้า11)

1. ความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏการณ์อยู่ในรูปแบบใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอยู่สัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มา โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

สรุปว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้และความคิด คุณลักษณะทางจิตใจ คุณภาพการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความรู้ความสามารถของนักเรียนอันเกิดมาจากการเรียนการสอน สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของบลูมใน 6 ระดับ คือความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ศรินทิพย์ ภู่อำล (2542 ,หน้า 6) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝน ความนึกคิดอย่างเป็นระบบ เป็นความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการกำหนด และนิยามกันไว้หลายแบบทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายและความต้องการของการเรียนการสอน ปรัชญาหรือแนวคิดของการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามกาลเวลาที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ขึ้นอยู่กับตัวแปรที่สำคัญ คือกิจกรรม กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดไว้นั้นสามารถฝึกทักษะได้หรือไม่

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2548, หน้า ค) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

สิริพร ดาดี (2548, หน้า 7) ได้ให้ความหมาย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความชำนาญในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบ โดยใช้ความสามารถทางด้าน การสังเกต การจำแนกประเภท การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

อัคริย์ วินิจัยกุล (2550, หน้า 33) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบ ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การวัดการจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลขการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ คือ ความสามารถในการด้านกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปอย่างถูกต้องและเกิดทักษะได้

2. องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 13 ประการ ดังนี้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ , และ จิตนวันแก้ว , 2546, หน้า 3 -5)

2.1 ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (basic process skills)

2.2.1 ทักษะการสังเกต (observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใช้ความเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ประกอบด้วยการชี้บ่ง และการบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการกะประมาณ และการบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

การสังเกตมี 3 ประการ คือ ฝึกการสังเกตเพื่อกะปริมาณ ฝึกการสังเกตเพื่อทราบรูปร่างลักษณะทั่วไป ฝึกการสังเกตเพื่อทราบการเปลี่ยนแปลง

2.1.2 ทักษะการวัด (measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดงวิธีใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

ในการทดลองวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ต้องมีการวัดปริมาณต่าง ๆ อยู่เสมอ การสอนเรื่องการวัดจะต้องมุ่งให้ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรม ดังต่อไปนี้

- 1) เลือกใช้เครื่องมือวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างเหมาะสม
- 2) บอกเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้
- 3) บอกวิธีการใช้เครื่องมือวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างคล่องแคล่ว
- 4) สามารถใช้เครื่องมือวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างคล่องแคล่ว
- 5) สามารถใช้ตัวเลขแทนจำนวนที่วัดได้พร้อมระบุหน่วยกำกับได้

ถูกต้อง

2.1.3 ทักษะการคำนวณ (using number) หมายถึง การนับจำนวนวัตถุ และการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง เช่น การใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ ดัดสินได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน

การที่รวมทักษะนี้ เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันหนึ่งก็ ด้วยเหตุผลสองประเภทคือ ประการแรก ต้องการให้ผู้เรียนตระหนักว่าการคำนวณเป็นทักษะ จำเป็น และสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์ ประการที่สอง ต้องการให้ผู้เรียนได้ทบทวนและฝึก การคำนวณบางเรื่องที่เป็นพื้นฐาน และใช้เป็นประจำในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคำนวณมุ่งให้ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ได้

1) การนับ ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้อย่างถูกต้อง ใช้ตัวเลขแทน จำนวนที่นับได้พร้อมทั้งระบุหน่วย และตัดสินใจว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนใดเท่ากันหรือ ต่างกัน

2) การคำนวณ ได้แก่ บอกวิธีคำนวณได้ว่าจะใช้วิธีใดคิดคำนวณ เป็นทั้ง วิธีลัดและแสดงวิธีคำนวณ

3) การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่ บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีการหา ค่าเฉลี่ยได้

4) คำอุปสรรคของหน่วยกำกับคำนวณดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการวัดว่า ในการเขียนปริมาณที่มีค่าต่าง ๆ หรือน้อยมาก ๆ นิยมใช้คำอุปสรรค

2.1.4 ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือ เรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์และเกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การแบ่งพวกของสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดได้ นอกจากนั้นสามารถเรียงลำดับ สิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเองพร้อมกับบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งสิ่งของนั้นโดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1) เรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 2) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับ หรือจำแนกได้
- 3) ตั้งเกณฑ์ในการเรียงลำดับ หรือจำแนกสิ่งต่างๆ พร้อมทั้งเรียงลำดับ หรือจำแนกได้

2.1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา สเปส ของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไป แล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่วัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงให้เห็น ว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา ได้แก่ การบอกตำแหน่งและทิศทางของ วัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยน ขนาดหรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1) วาดรูป 2 มิติ จากรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

- 2) วาดรูป 3 มิติ จากรูป 2 มิติที่กำหนดให้ได้
- 3) บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้
- 4) บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงา ในกระจกว่าเป็นซ้ายและขวาของกันและกันอย่างไร

5) บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

2.1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น ความสมารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น โดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสมบอกเหตุผลในการเสนอข้อมูล ในการเลือกแบบเสนอข้อมูลนั้น การเสนอข้อมูลอาจกระทำได้หลายแบบดังที่กล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะการเสนอข้อมูลในรูปแบบของตาราง

การสื่อความหมายเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญ ไม่ใช่เฉพาะทางวิทยาศาสตร์เท่านั้นแต่เป็นกระบวนการที่สำคัญทุกกิจกรรม ผู้เรียนก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องฝึกให้เกิดทักษะในการสื่อความหมาย ดังนี้

1) การสื่อความหมายโดยการพูด หรือการเขียนบรรยาย เช่น จงบรรยายรูปร่างของภาพโดยมีเป้าหมายว่า เมื่อส่งให้ผู้อื่นอ่านแล้วจะสามารถระบุคำบรรยายนั้นเป็นของรูปแบบใด

2) การสื่อความหมายโดยใช้แผนภาพ แผนภาพ หมายถึง ภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ที่สำคัญ และต้องการแสดงโดยไม่เขียนรายละเอียดปลีกย่อยหรือองค์ประกอบอื่นที่ไม่ต้องการแสดงภาพที่แสดงในแผนภาพ ไม่จำเป็นต้องเหมือนของจริง อาจใช้สัญลักษณ์แทนองค์ประกอบเหล่านั้น

3) การสื่อความหมายโดยใช้ตาราง ในการเสนอข้อมูลหลาย ๆ จำนวนเสนอในรูปของตาราง เพราะสามารถจัดข้อมูลเหล่านั้นเป็นหมวดหมู่ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ และสื่อความหมายตารางที่ใช้เสนอมีหลายแบบ การสร้างตารางไม่มีเกณฑ์ตายตัว ข้อมูลชุดเดียวกันอาจสร้างได้หลายแบบแต่ควรกะทัดรัด เหมาะสมกับหน้ากระดาษ อ่านง่าย และสามารถเปรียบเทียบข้อมูลที่ต้องการทราบได้อย่างรวดเร็ว

4) การสื่อความหมายโดยใช้กราฟส่วนใหญ่ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร สื่อความหมายโดยใช้กราฟดีที่สุดเพราะจะอ่านค่าได้ง่าย

2.1.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) หมายถึง การเพิ่มความ คิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมา ช่วยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความ คิดเห็นให้กับ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

2.1.8 ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์ (predicting) หมายถึง การคาดคะเน คำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มี อยู่ในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ซึ่งทำได้สองแบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ การพยากรณ์ นอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น การพยากรณ์ผลข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

1) ใช้ข้อมูลสรุปจากการทดลองที่ได้ทำมาแล้ว คาดคะเนคำตอบในเรื่อง นั้นที่ยังไม่ได้ทดลอง

2) ใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่ได้ทำการทดลอง เป็นที่ยอมรับแล้วคาดคะเนคำตอบนั้น ๆ ในเรื่องที่ยังไม่ได้ทดลอง

2.2 ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ(ขั้นสูงหรือผสมผสาน)(intergrated process skills)

2.1.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการ ทดลอง โดยอาศัยการสังเกต อาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิด ล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน คือคำตอบที่คิด ไว้ล่วงหน้ามีกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สิ่งที่ ควรคำนึงถึงก่อนการตั้งสมมติฐาน คือ การบอกชื่อตัวแปรต้นที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม และใน การตั้งสมมติฐานต้องทราบถึงตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น สมมติฐาน ที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรไหนเป็นตัวแปร ต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สรุป คำถามล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ประสบการณ์เดิม บอกความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามได้

2.2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจ ตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลอง และบอกวิธีการวัดตัว แปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองและบอกวิธีการวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

2.2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ใน สมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

ตัวแปรที่ควบคุมให้คงที่ หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้เกิดการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

2.2.4 ทักษะการทดลอง (experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ขั้น คือ

1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลอง อาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอน และค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้งโดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสม พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าของตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

2.2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการลงข้อสรุป คือ บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ เช่น

1) การแปลความข้อมูลจากกราฟจากการเสนอข้อมูลด้วยกราฟ เป็นการรวบรวมรายละเอียด เอาไว้มากมายโดยเปลืองเนื้อที่น้อย แต่การแปลความหมายจากกราฟค่อนข้างยากกว่าการแปลความหมายข้อมูลในลักษณะอื่น ๆ ต้องใช้ความละเอียดรอบคอบสูง

2) การแปลความหมายข้อมูลจากแผนภาพ หรือรูปภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2546, หน้า 16-19) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ และแต่ละทักษะมีความหมายดังต่อไปนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิง

ปริมาณการ (โดยการกะปริมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งการบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถแสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรง และรูปทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบุนิยาม 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ เช่น

4.4.1 เมื่อเห็นเงา (3 มิติ) สามารถมองเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

4.4.2 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

4.4.3 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็นส่วน

4.4.4 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.4.5 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.4.6 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

4.4.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุ กับเวลาได้

4.4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณค่าใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจรกราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจได้ดีขึ้นได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๑ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๑ มาช่วยในการสรุปการพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟทำ ได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

8.1.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมาย และขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

11.1 ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

11.2 ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น หรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามด้วย

11.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกันๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลอง

คลาดเคลื่อนความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้นำและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบ สมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อน การทดลองจริงเพื่อกำหนด

1) วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและการควบคุมตัวแปร

2) อุปกรณ์หรือสารเคมี ที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1) การออกแบบการทดลอง โดยการกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2) ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3) บันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ สำหรับการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือ บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างทำได้โดยการตีความหมายของข้อมูลที่เกี่ยวข้องทักษะการคำนวณ

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้จากเอกสารและแนวคิดดังกล่าว จะเห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์จะต้องเน้นความรู้และกระบวนการในการแสวงหาความรู้ไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นในการสอนวิทยาศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพนั้น จึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญคือ ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เช่น การใช้คำถามกระตุ้นความคิด การร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ส่วนกระบวนการแสวงหาความรู้เป็นส่วนที่สำคัญยิ่ง เพราะนักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ได้ไม่มีสิ้นสุด ดังนั้นครูจึงต้องตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดได้ทำ การทดลอง จนเกิดความคล่องในการปฏิบัติทั้งด้านร่างกายและสติปัญญาในการค้นคว้าหาความรู้ อย่างถูกต้องตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ และสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร จำนวน 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความลงข้อสรุป ทั้งนี้เพราะทักษะดังกล่าวเป็นทักษะขั้นบูรณาการ ขั้นสูง หรือผสมผสาน ที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ และเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถปฏิบัติได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ

ภูมิใจ ลำพงษ์เหนือ (2547, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรที่ใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบ STAD สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านป่าบง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้วิธีเรียนแบบร่วมมือ แบบ STAD มีทักษะกระบวนการกลุ่มอยู่ในระดับมากและมากที่สุด

ศิริพร ภูมิพันธุ์ (2547, บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตต่อผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนการทำกิจกรรมเฉลี่ยรวมของทุกกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 92.73 และคะแนนเฉลี่ยของแบบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการใช้ชุดกิจกรรมคิดเป็นร้อยละ 64.79 หลังการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ที่ได้รับและกิจกรรมที่ใช้ว่ามีความเหมาะสม

สุริเยส กิ่งมณี (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาแผนการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ ด้วยเทคนิค STAD เรื่องบรรยากาศ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียน Mahasarakham University สุรินทร์ราชมงคล อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าคือ แผนการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยเทคนิค STAD แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผลการศึกษาพบว่า แผนการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้เทคนิค STAD มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.96/80.90 และดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยเทคนิค STAD มีค่าเท่ากับ 0.7096

เอกวิทย์ โทบุริน (2547, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ และความรับผิดชอบต่อการเรียนผ่านห้องเรียนเสมือนของจริง

นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ม.4) จำนวน 100 คน พบว่าผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนผ่านห้องเรียนเสมือน สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ของครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 พัฒนาการของความรับผิดชอบต่อการเรียน หลังการเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านห้องเรียนเสมือน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนผ่านห้องเรียนเสมือนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ของครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนตรี คำจันศรี (2548, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คน โรงเรียนบางระจันวิทยา อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับรูปแบบ Jigsaw II แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ แล้ว สูงกว่าก่อนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อศึกษาเปรียบเทียบแต่ละเรื่องได้ผลดังนี้ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หลังได้รับการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ รูปแบบ STAD ร่วมกับรูปแบบ Jigsaw II วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อศึกษาแต่ละคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ก็พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคุณลักษณะ

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับรูปแบบ Jigsaw II ของครูในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าครูต้องทำบันทึกย่อการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียนบ่อยที่สุด รองลงมาคือการให้คำปรึกษาและ

อำนวยความสะดวกในระหว่างทำกิจกรรม การให้กำลังใจ และการกระตุ้นให้นักเรียนมีความมั่นใจในศักยภาพของตัวเองตามลำดับ

ยูกิ อาบสุวรรณ (2548, หน้า 76-82) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทำงานเป็นทีม ด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือที่ประสบความสำเร็จเป็นทีม (STAD) เรื่องการใช้เครื่องวัดไฟฟ้ามัลติมิเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ดที่เข้าเรียนวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 กลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Perposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามี 6 ชนิด ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความพึงพอใจ แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเกี่ยวกับการทำงานเป็นทีม และแบบสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อหาแนวทางการพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบร่วมมือที่ประสบความสำเร็จเป็นทีม (STAD) มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนร้อยละ 67.75 และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนร้อยละ 57.33 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือที่ประสบความสำเร็จเป็นทีม (STAD) และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยรวมอยู่ในระดับมาก นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือที่ประสบความสำเร็จเป็นทีม (STAD) มีทักษะการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติมีทักษะการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบร่วมมือที่ประสบความสำเร็จเป็นทีม (STAD) มีความพร้อมก่อนเรียนและให้ความร่วมมือในการเรียนอยู่ในระดับมาก ส่วนนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติมีความพร้อมก่อนเรียนและให้ความร่วมมือในการเรียนอยู่ในระดับน้อย

ละออ ปิ่นทอง (2549, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางพระพุทธศาสนาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามรูปแบบการสอนแบบกลุ่มร่วมมือกิจกรรม STAD กับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดทุ่งแฝก อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 74 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีสอนตามรูปแบบการสอนแบบกลุ่มร่วมมือกิจกรรม STAD กับแผนการจัดการเรียนรู้การสอนตามปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา และแบบสอบถามทักษะการเรียนเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามรูปแบบการสอนแบบกลุ่มร่วมมือกิจกรรม STAD สูงกว่าวิธีสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) เจตคติต่อการเรียนเรื่องหลักธรรมทาง

พระพุทธศาสนา นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามรูปแบบการสอนแบบกลุ่มร่วมมือกิจกรรม STAD สูงกว่าวิธีสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ทักษะการเรียนรู้เรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา โดยใช้วิธีสอนตามรูปแบบการสอนแบบกลุ่มร่วมมือกิจกรรม STAD สูงกว่าวิธีสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อารีย์ บุญฤทธิ์ (2549, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับได้รับการจัดประสบการณ์ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2546 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 1 โรงเรียนวัดโบสถ์ อำเภออินทร์บุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสิงห์บุรี ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดประสบการณ์แบบวัดความคิดสร้างสรรค์อาศัยรูปภาพแบบ ก.ที่สร้างโดยทอร์แรนซ์ ผลการวิจัย พบว่า 1) คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยหลังได้รับการจัดประสบการณ์เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยหลังได้รับการจัดประสบการณ์เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และได้รับการจัดประสบการณ์ ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2546 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย หลังได้รับการจัดประสบการณ์เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน ได้แก่ ความคิด คล่องแคล่ว ความคิดละเอียดลออ และความคิดริเริ่ม สูงกว่ากลุ่มที่จัดประสบการณ์ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2546 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกประการ

ประนอม โพธิ์กัน (2550, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียนภาษาไทยเรื่องคำและหน้าที่ของคำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD กับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนวัดโบสถ์ อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 76 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เรียนโดยใช้เทคนิค STAD แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มควบคุมใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนภาษาไทย ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคำและหน้าที่ของคำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้เทคนิค STAD สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) เจตคติต่อการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค STAD สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคำและหน้าที่ของคำในภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้เทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุธารพินท์ โนนศรีชัย (2550, บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E). ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 75.71 และคิดเป็นร้อยละ 76.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 79.95 และคิดเป็นร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

นิพัทธา ชัยกิจ (2551, บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. (2551, บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศ สรุปได้ว่า วิธีการสอนแบบกลุ่มร่วมมือกิจกรรม STAD เน้นการยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ สร้างให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ตามงานวิจัยที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค STAD โดยสร้างให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีแรงจูงใจมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จ มีผลการเรียนสูงขึ้น มีความสุขในการเรียน จากการวิจัยในครั้งนี้

2. งานวิจัยต่างประเทศ

สลาบิน (Slavin ,1995 ,pp. 7-13) ได้เปรียบเทียบระหว่างการเรียนรู้โดยการร่วมมือกับห้องเรียนแบบปกติจากการวิจัย 38 เรื่อง พบว่ารายงานการวิจัย 33 เรื่อง แสดงถึงห้องเรียนซึ่งเรียนโดยการร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าห้องปกติ

สลาบิน (Slavin, 1996, p.40) ได้ศึกษา ถึงผลที่เกิดจากการใช้แบบร่วมมือในการเรียนการสอน พบว่าการเรียนแบบร่วมมือช่วยเพิ่มความภาคภูมิใจในตนเองเกิดการเชื่อมโยง

ประสบการณ์ในการเรียนรู้กับกิจกรรมอื่นและกับเรื่องอื่น ๆ ใช้เวลาในการทำงาน ติดตามการเรียนรู้และสามารถทำงานร่วมกับคนอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ออนเวียบูซซี่ (Onwuegbuzie, 1996, p. 164) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปรับตัวเข้าหากันและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนแบบร่วมมือ คอรัสการวิเคราะห์และประเมินผลการสอนของนักศึกษาระดับปริญญา จำนวน 159 คน โดยแบ่งเป็น 7 กลุ่ม พบว่านักศึกษาที่เรียนแบบร่วมมือมีความรับผิดชอบต่อนักที่และการปรับตัวเข้าหากันมากขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ปรับตัวเข้าหากันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ส่วนกลุ่มที่ไม่มีการปรับตัวเข้าหากันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ทาว,และแกน (Town,& Grant, 1997, pp.819-835) ได้ทำการวิเคราะห์วิธีการเรียนแบบร่วมมือโดยให้ผู้เรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อสรุปเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนมาแล้ว ในวันสุดท้ายของการเรียนแต่ละเรื่อง เพื่ออธิบายโครงสร้างและสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนต่อวิธีการสอนแบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า โครงสร้างของวิธีการสอนแบบร่วมมือนี้จะเน้นให้ผู้เรียนได้รับผิดชอบในเรื่องที่เรียนด้วยกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันซักถามปัญหาต่าง ๆ โดยการสร้างและตอบปัญหาด้วยตนเอง และความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อวิธีการสอนแบบร่วมมือนี้ เห็นว่าเป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้ดีและจดจำได้นาน มีการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้น และช่วยพัฒนาทักษะในการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

แจ็กสัน(Jackson, 1998 , p.1068-A)ได้ศึกษาผลการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ (STAD)ที่มีต่อการพัฒนามิตรภาพข้ามเชื้อชาติเป็นการศึกษาการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ที่มีผลสัมฤทธิ์เป็นทีมที่ออกแบบ เพื่อส่งเสริมมิตรภาพข้ามเชื้อชาติ โดยได้ใช้แทนและขยายงานวิจัยของ Slavin(1979) รายงานว่ามีการเพิ่มขึ้นมากในทางเลือกมิตรภาพข้ามเชื้อชาติสำหรับนักเรียนที่มีประสบการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนในสภาพควบคุมโดยใช้วิธีการดำเนินการเสนอรายชื่อทางสังคมมิติ ความสามารถของเครื่องมือที่เสนอรายชื่อทางสังคมมิติเพื่อเป็นตัวแทนในการเพิ่มขึ้นในมิตรภาพข้ามเชื้อชาตินั้น ได้นำไปซักถามการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาการวัดตัวแปรเพิ่มเติม คือเทคนิคการวัดมนุษยสัมพันธ์ ซึ่งได้ตั้งเป็นสมมุติฐานว่าเป็นตัวแทนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 92 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนที่ยุบเลิกไปแล้วในปัจจุบัน กลุ่มทดลองได้ศึกษาแผนงานไป 4-5 ทีม ที่สมาชิกเป็นคน 2 เชื้อชาติ และเป็นที่รู้จักตามจำนวนคะแนนทดสอบย่อยของสมาชิก นักเรียนกลุ่มควบคุมศึกษาตามลำพังและได้รับคะแนนเป็นรายบุคคลเท่านั้น การเปรียบเทียบกลุ่มทั้ง 2 กลุ่มนี้ได้ศึกษาผลของรูปแบบการสอนเท่านั้นที่มีต่อแบบวัดมิตรภาพหลายแบบผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้การวัดที่เสนอรายชื่อแบบดั้งเดิม นักเรียนชายผิวดำมีมิตรภาพข้ามเชื้อชาติมากกว่า

นักเรียนชายผิวดำในชั้นเรียนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับนักเรียนชายผิวดำ นักเรียนหญิงผิวดำ และนักเรียนหญิงผิวดำ

มอร์แกน (Morgan, 1998, abstract) ได้ทำการศึกษาความรับผิดชอบของแต่ละบุคคลในกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ห้อง นักเรียนแต่ละห้องถูกออกแบบให้เป็นกลุ่มที่มีความสามารถสูง และกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ โดยกลุ่มที่ 1 ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน พร้อมด้วยกระบวนการรับผิดชอบของแต่ละบุคคล กลุ่มที่ 2 ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือกันที่ปราศจากความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล กลุ่มที่ 3 ใช้วิธีการสอนแบบเก่า ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มที่สอนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน มีคะแนนดีกว่ากลุ่มที่สอนด้วยวิธีแบบเก่า นักเรียนที่เรียนอ่อนในกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนอ่อนในกลุ่มควบคุมนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือ แต่ไม่เน้นการมีความรับผิดชอบของสมาชิกมีผลการเรียนไม่แตกต่างจากนักเรียนในกลุ่มควบคุม นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือกันมีความคงทนในการเรียนรู้ดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม โดยสรุปการเรียนรู้แบบร่วมมือกันและเน้นให้นักเรียนมีความรับผิดชอบมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนดีกว่า แต่กลุ่มที่ไม่มีการเน้นความรับผิดชอบทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่เรียนแบบเดิม

ซูยานโต (Suyanto, 1999, pp. 3766-A) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการเรียนแบบ STAD ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา ในเขตชนบทยอร์ก ยากาตา (Yogyakarta) ของอินโดนีเซีย กลุ่มตัวอย่างสุ่มเลือกมาจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4, 5 รวม 664 คน จากห้องเรียนทั้งหมด 30 ห้องใน 10 โรงเรียน โดยที่ 5 โรงเรียนแรกจะคัดเลือกเป็นกลุ่มทดลอง ส่วนอีก 5 โรงเรียนหลังจากถูกกำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้จัดดำเนินการสอนโดยครูที่ผ่านการฝึกอบรมโดยวิธีการสอนแบบ STAD กลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม (บรรยายในชั้นทั้งหมด) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลองวิธีการสอนแบบ STAD ใช้แบบทดสอบมาตรฐานวิชาคณิตศาสตร์ (test hasil belajar) ทั้ง 2 ฉบับ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในชั้นที่ใช้วิธีการสอนแบบ STAD มีคะแนนสอบคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนในชั้นที่มีวิธีการสอนแบบปกติ เมื่อจำแนกตามระดับการศึกษาแล้ว ปรากฏว่านักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 5 ในกลุ่มทดลอง STAD มีคะแนนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคะแนนสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่ม STAD และนักเรียนในกลุ่มทดลอง STAD มีเจตคติที่ดีต่อบรรยากาศในชั้นเรียนสูงกว่าในกลุ่มควบคุม

อาร์มสตรอง (Armstrong, 2003, p.405-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้แบบร่วมมือในการจัดกลุ่มนักเรียน โดยยึดเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นทีม (STAD) ได้ทำการศึกษาค้นคว้ากับนักเรียน 47 คน ที่อยู่ในเกรด 12 ที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิมโดยใช้

ตำราเรียน การอธิบาย การบรรยาย เอกสารประกอบการเรียน กับการสอนแบบกลุ่มร่วมมือจัดกลุ่มโดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการสอนทั้งสองแบบนี้ มีการวัดผลและประเมินผล ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการ 2 วิธี ดังกล่าว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสะดวกต่อการเรียนรู้สังคมศึกษาไม่แตกต่างกัน และตามข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการสอบถามของครูและนักเรียน พบว่าการเรียนแบบร่วมมือช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ และเกิดความสนุกสนานกับการเรียนมาก จึงควรนำไปใช้ในการสอนให้เหมาะสมในการจัดตารางเรียนแบบเน้นบล็อกเวลา

วอห์น (Vaughan, 2004, p. 3184-A) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนร่วมในวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนเกรด 5 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางวัฒนธรรมและสีผิวที่เกาะเบอร์มิวดาของอเมริกา ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

เฉิน (Chen, 2004, p. 57-A) ได้ศึกษาผลกระทบของวิธีการเรียนแบบร่วมมือต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาภาษาอังกฤษสำหรับภาษาต่างชาติ ของวิทยาลัยในไต้หวันโดยมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของวิธีการเรียนแบบร่วมมือในการสอนวิชาภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างชาติสำหรับกลุ่มนักเรียนในวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 ในไต้หวัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 110 คน ชาย 34 คนและหญิง 76 คน ใช้เวลาในการทดลอง 3 เดือน กลุ่มทดลองใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือ 2 วิธี คือ แบบ JIGSAW และแบบกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน (STAD)แบบกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม คือ วิธีการแปลเชิงไวยากรณ์ เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียน- หลังเรียนและแบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้ภาษาอังกฤษและความชื่นชอบด้านภาษา อังกฤษของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ การถดถอยเชิงพหุและวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม(ANCOVA)ผลการศึกษาพบว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนก้าวหน้ากว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนทดสอบก่อนเรียน เพศ คะแนนความตั้งใจ และลักษณะนิสัยของผู้เรียน กลุ่มทดลองมีผลการเรียนก้าวหน้ากว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนทดสอบก่อนเรียน เพศ คะแนนความตั้งใจ และลักษณะนิสัยของผู้เรียน กลุ่มทดลองมีผลการเรียนก้าวหน้ากว่ากลุ่มควบคุมในการอ่าน TOEIC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนผลการทดสอบรวมของ TOEIC และเพศโดยวิธีการสอนแบบเปิดเผย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผู้ชายและผู้หญิงที่ระดับ .05 ผู้ชายในกลุ่มทดลองมีผลการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เฉิน เหม่ย หลิง (Chen, Mei-Ling, 2004, p. 1) ได้ศึกษาผลของการใช้แบบเรียนแบบร่วมมือในการเรียนภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร โดยได้ทำการทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในวิทยาลัยไต้หวัน จำนวน 110 คน ซึ่งประกอบด้วยนักศึกษาชาย 34 คน และนักศึกษาหญิง 76 คน โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือรูปแบบ STAD และ Kigsaw กับกลุ่มการทดลองและใช้การเรียนไวยากรณ์ตามปกติกับกลุ่มควบคุม เป็นระยะเวลา 3 เดือน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวม

ข้อมูล คือ แบบทดสอบภาษาอังกฤษสำหรับการสื่อสารระหว่างประเทศ จำนวน 2 ฉบับ สำหรับ การสอบก่อนเรียน (pre-test) และการสอบหลังเรียน (post- test) จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS 10.00 ผลของการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีผลการเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเพศชายสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่าเพศหญิง

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศ สรุปได้ว่า การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดย การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค STAD และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD มี ประเด็นสำคัญ สรุปได้ดังนี้ การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD เป็นวิธีการสอนที่ให้ ผู้เรียน เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ และทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียนได้ช่วยเหลือ ซึ่งกันและกันทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน เป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ช่วยพัฒนาทักษะทางสังคม และเน้นกระบวนการกลุ่มของนักเรียนอีกทั้งยังมีการแก้ปัญหา ร่วมกัน รวมถึงมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดความรู้สึที่ดีต่อกัน มีเจตคติที่ดี ต่อวิชาเคมีและส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น