**แผนบริหารประจำบทที่ 6
วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ (ตอนที่ 2)**

**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม** หลังจากศึกษาบทเรียนนี้แล้วนักศึกษาควรมีพฤติกรรมดังนี้
 1. อธิบายลำดับขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง แบบบูรณาการ และแบบร่วมมือได้
 2. อธิบายลักษณะสำคัญของการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง แบบบูรณาการ และแบบร่วมมือและการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเตอร์เน็ตได้
 3. อธิบายถึงความสำคัญและประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองได้
 4. ระบุถึงลักษณะเด่นของรูปแบบการสอนแบบบูรณาการแต่ละแบบได้
 5. บอกลักษณะเด่นของเทคนิคการสอนแบบร่วมมือแต่ละแบบได้
 6. บอกข้อดีของการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเตอร์เน็ตได้
 7. บอกเหตุผลและความจำเป็นของการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนได้

**เนื้อหา** การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง
 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง
 รูปแบบของการปฏิบัติการทดลอง
 ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง
 การเลือกกิจกรรมการทดลอง
 ทักษะที่จำเป็นในการปฏิบัติการทดลอง
 บทบาทของผู้สอนในการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง
 การประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง
 การเขียนรายงานการทดลอง
 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนแบบปฏิบัติการทดลอง

 การเรียนการสอนแบบบูรณาการ
 ความหมายของการบูรณาการ
 ความจำเป็นของการเรียนการสอนแบบบูรณาการ
 ลักษณะของการบูรณาการ
 รูปแบบของการเรียนการสอนแบบบูรณาการ
 ขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการ
 การเรียนแบบร่วมมือ
 ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ
 วัตถุประสงค์ของการเรียนแบบร่วมมือ
 องค์ประกอบสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ
 ผลดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ
 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 เทคนิคที่ใช้ในการสอนแบบร่วมมือ
 ปริศนาความคิด (Jigsaw)
 ปริศนาความคิด II (Jigsaw II)
 เทคนิคกลุ่มร่วมมือแข่งขัน (Teams Games Tournaments, TGT)
 การเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD (Students Teams Achievement Divisions)
 การเรียนรู้โดยใช้เทคนิค สืบเสาะ มารวมกัน (Co – op Co – op)
 เล่าเรื่องรอบวง (round robin)
 มุมสนทนา (corners)
 คู่ตรวจสอบ (pair check)
 คู่คิด (think – pair share)
 เพื่อนเรียน (partners)
 การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเตอร์เน็ต
 จุดมุ่งหมายของการใช้สื่อเทคโนโลยีสนารสนเทศในการเรียนการสอน
 รูปแบบและการสอนผ่านสื่ออินเตอร์เน็ต

 เวลาลักษณะการเรียนการสอนด้วยสื่อเทคโนโลยีสนารสนเทศ
 ความเอื้อประโยชน์ของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์
 ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้อินเตอร์เน็ตในการเรียนการสอน
 สรุป
 คำถามท้ายบท

**วิธีสอนและกิจกรรม** 1.ผู้สอนนำอภิปรายวิธีการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง แบบบูรณาการ แบบร่วมมือ และการจัดการเรียนการสอนเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเตอร์เน็ต
 2. แบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ศึกษาเรื่อง การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง กลุ่มที่ 2 การสอนแบบบูรณาการ กลุ่มที่ 3 การสอนแบบร่วมมือ กลุ่มที่ 4 การจัดการเรียนการสอนเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเตอร์เน็ต
 3. แจกเอกสารประกอบการค้นคว้า และตัวอย่างบทเรียนการสอนแต่ละแบบให้นักศึกษาวิเคราะห์
 4. ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับวิธีสอนที่กลุ่มตัวเองได้รับพร้อมวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่แจกให้ นำเสนอเป็นผังความคิด
 5. นักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอผังความคิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน
 6. ร่วมอภิปรายซักถามระหว่างผู้สอนและนักศึกษาเพื่อทบทวนความเข้าใจ
 7. แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าวิธีการจัดการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ ตามที่กลุ่มที่ตนเองได้ศึกษา โดยค้นคว้าจากอินเตอร์เน็ต ครูผู้สอนในโรงเรียน
 8. แต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ ถึงวิธีการที่ครูผู้สอนใช้ในการจัดการเรียนรู้ การพัฒนาวิธีสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้
 9. นำเสนอผลการวิเคราะห์หน้าชั้นเรียน
 10. ผู้สอนร่วมกันอภิปรายสรุปถึงวิธีการนำรูปแบบการสอนไปใช้จริงในการจัดการเรียนการสอน
 11. ทำแบบฝึกหัดท้ายบท

**สื่อการเรียนการสอน**  1. เอกสารประกอบการสอน
 2. คำถามท้ายบท
 3. เอกสารพาวเวอร์พ้อยท์สรุป เรื่อง วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (ตอนที่ 2)

**การวัดและประเมินผล**  1. ซักถามข้อความรู้ทุกประเด็น
 2. ประเมินการนำเสนอ
 3. แบบตอบคำถามในแบบฝึกหัดท้ายบท

**บทที่ 6**

**วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ (ตอนที่ 2)**

 ครูมืออาชีพจะต้องมีบุคลิคลักษณะที่สำคัญ คือ ประการแรก การเป็นคนที่มีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่ตนเองรับผิดชอบดี รู้ลึก และรู้รอบในศาสตร์ของตน ประการที่สอง มีทักษะและเทคนิควิธีการสอนดี และประการที่สาม มีคุณธรรม จริยธรรม ศรัทธาในอาชีพครู จะเห็นได้ว่าทักษะและเทคนิคการสอนถือเป็นคุณลักษณะสำคัญประการหนึ่งของการเป็นครูมืออาชีพ เป็นศาสตร์และศิลป์ของครูในการโน้มน้าวให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยใช้กลวิธีต่างๆ ที่ใช้เสริมกระบวนการสอน ขั้นตอนการสอน วิธีการสอน หรือการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้การสอนมีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนทักษะการสอนเป็นความสามารถในการปฏิบัติการสอนด้านต่างๆ อย่างชำนาญซึ่งครอบคลุม การวางแผนการเรียนการสอน การออกแบบการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอน การใช้วิธีสอน เทคนิคการสอน รูปแบบการเรียนการสอน ระบบการสอน สื่อการสอนการประเมินผลการเรียนการสอน รวมทั้งการใช้ทฤษฎีและหลักการเรียนรู้และการสอนต่างๆ

**การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง**

 การปฏิบัติการทดลองเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งมั่นพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถค้นพบ และมีความเข้าใจในเนื้อหาที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าเรื่องอื่นๆต่อไป การปฏิบัติกิจกรรมการทดลองสามารถช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ถ้าผู้เรียนรู้สึกว่ากิจกรรมนั้นเป็นเรื่องแปลกใหม่ หรือสามารถพิสูจน์ให้เห็นว่าสิ่งที่ทดลองอยู่นั้นสามารถพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ ซึ่งในบางครั้งครูอาจจะบอกว่ากิจกรรมที่นักเรียนทดลองนั้น เป็นเพียงเรื่องเล็กน้อย ถ้านักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจะทำให้เสียเวลามากซึ่งเรื่องดังกล่าว ครูสามารถที่จะทำให้นักเรียนได้รู้ เพียงการใช้เวลาเล็กน้อยเท่านั้น หรืออาจคิดว่าเรื่องดังกล่าวไม่มีความสำคัญที่จะต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือทดลองซึ่งจะเป็นการเปิดโอกาสการรับรู้และประสบการณ์ของเด็ก ซึ่งการสอนโดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการนั้น ถึงแม้สิ่งที่ได้เรียนรู้จะเพียงเล็กน้อย แต่สิ่งที่นักเรียนได้จากการเรียนรู้ สื่อกระบวนการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในประสบการณ์อื่นๆได้ ครูจะต้องฝึกให้นักเรียนได้ประสบการณ์เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีนิสัยรักในการศึกษาค้นคว้าตลอดเวลา มีความสามารถในการหาวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างมีลำดับขั้นตอน ครูต้องออกแบบและคัดเลือกกิจกรรม สำหรับใช้ในกิจกรรมการทดลอง ที่จะคำนึงถึงความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ อันจะนำไปสู่การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

 **1. จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง**
 วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่จะได้ในการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองนี้
 1. เรียนรู้เกี่ยวกับข้อมูลและความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
 2. ความร่วมมือกันในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจเกี่ยวกับความเกี่ยวข้องของทฤษฎี และกฎเกณฑ์

 3. เข้าใจกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อย่างซาบซึ้ง และพยายามใช้วิธีการเกี่ยวกับที่นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ การสังเกตและการวัด การมองเห็นปัญหา และวิธีการในการแก้ปัญหา การตีความหมายข้อมูลและลงความเห็นข้อมูล และการสร้างทดสอบและปรับปรุงทฤษฎี
 4. พัฒนาจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
 5. เรียนรู้การจัดการและทักษะเทคนิคและการใช้เครื่องมือ
 6. พัฒนาความสนใจ เจตคติ และคุณค่าทางอาชีพอย่างเหมาะสม
 7. พัฒนาการมีแนวโน้ม ทางด้านสังคม ประวัติศาสตร์และปรัชญาทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม
 8. เกิดความซาบซึ้งในการประยุกต์ใช้ความรู้และวิธีการ
 9. พัฒนาทักษะการเรียน
 10. เรียนรู้วิธีการสื่อสารและพูด
 11. เรียนรู้การทำงานแบบร่วมมือกับเพื่อนและพัฒนาการทำงานเป็นทีม
 12. พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 **2. รูปแบบของการปฏิบัติการทดลอง**
 สำหรับรูปแบบของการปฏิบัติการทดลอง ได้มีผู้แบ่งรูปแบบของการปฏิบัติการทดลองออกได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ซึ่ง Collette และ Chiappetta (1984, อ้างถึงในบุปผชาติ ทัฬหิกรณ์, ม.ป.ป. : 78) ได้แบ่งรูปแบบของวิธีการสอนปฏิบัติการออกเป็น 5 รูปแบบ ดังนี้
 1. การปฏิบัติการเข้าพิสูจน์และนิรนัย (verification and deductive laboratory) เป็นวิธรปฏิบัติโดยทั่วไป จุดมุ่งหมายเพื่อแสดงความคิดรวบยอด หลักการ และกฎผู้สอนจะเริ่มโดยการให้ความคิดหลักก่อนโดยการบรรยาย อภิปรายและให้อ่าน ตามด้วยการปฏิบัติการเพื่อแสดงและพิสูจน์ความคิดโดยใช้กิจกรรมรูปธรรม เช่น ผู้สอนต้องการสอนผู้เรียนเกี่ยวกับพารามิเซียม ก็จะใช้วิธีอธิบายก่อนว่าพารามีเซียม มีรูปร่างและการเคลื่อนไหวอย่างไร แล้วให้ผู้เรียนทำการปฏิบัติการ เพื่อสังเกตว่าเป็นไปตามที่อธิบายไว้หรือไม่ การทำการปฏิบัติทดลองแบบนี้ จะมีวิธีการปฏิบัติการที่แน่นอนที่จะให้ผู้เรียนเก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปผลให้ได้ตามต้องการ
 2. ปฏิบัติการเชิงอุปนัย (inductive laboratory) ปฏิบัติการรูปแบบนี้แตกต่างจากแบบแรก ตรงที่จัดให้ผู้เรียนมีโอกาสสร้างความคิดรวบยอด หลักการและกฎจากประสบการณ์โดยตรงก่อนที่จะมีการอภิปรายหรือสอนกันในชั้นเรียน
 3. การปฏิบัติการที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science-process-oriented laboratory) โดยปกติแล้วทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการเสมอแต่ในทางปฏิบัติบางรูปแบบอาจเน้นเฉพาะด้านทักษะกระบวนการ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 4. ปฏิบัติการที่เน้นทักษะเฉพาะด้าน (technical skill-oriented laboratory) เช่นการใช้กล้องจุลทรรศน์ การร่างรูปตัวอย่างที่พบ การวัดมุม การตัดแก้ว เป็นต้น การปฏิบัติการแบบนี้จะเน้นการพัฒนาและการใช้ทักษะและวิธีการ
 5. ปฏิบัติการเชิงเสาะค้น (exploratory laboratory) เป็นการปฏิบัติการที่ไม่กำหนดแผนการปฏิบัติ ผู้เรียนคิดวิธีการปฏิบัติการทดลองเองในการพิสูจน์ สิ่งที่ผู้เรียนต้องการจะศึกษาเป็นปฏิบัติการที่มีในลักษณะเปิดกว้างให้ผู้เรียนปฏิบัติตามแนวที่สนใจ
 **3. ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง**
 ขั้นตอนการสอนปฏิบัติการทดลองจะประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน โดยเริ่มตั้งแต่การเลือกเรื่องที่จะปฏิบัติการทดลอง การวางแผนการทดลอง การดำเนินการทดลอง การสรุปผลการทดลองและการสรุปกิจกรรมหรือประเมิน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีกิจกรรมดังนี้
 3.1 การเตรียมการทดลอง
 การเตรียมการทดลอง หมายถึง การเลือกเรื่องที่จะใช้ในการปฏิบัติการทดลองมีรายละเอียดดังนี้
 3.1.1 กำหนดจุดประสงค์ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตร คู่มือครู หรือแผนการสอนแล้ว ตั้งจุดประสงค์การสอนให้ชัดเจนว่า ต้องการสอนให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมแต่ละด้านอย่างไรบ้างจากการเรียนด้วยการลงมือทดลองปฏิบัติ

 3.1.2 วางแผนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องลำดับขั้นตอนการสอนและเตรียมกำหนดกิจกรรมไว้ล่วงหน้า ว่าจะนำเข้าสู่บทเรียนอย่างไร ให้ผู้เรียนอย่างไร ให้ผู้เรียนได้ทดลองตามลำดับขั้นตอนอย่างไรบ้าง สรุปผลการทดลองและเสนอผลตอนใด อย่างไร หรือโดยวิธีใด เป็นต้น
 3.1.3 จัดเตรียมวัสดุและเครื่องมือ ตลอดจนแบบบันทึกผลการทดลองและแบบประเมินผล ผู้สอนต้องเตรียมไว้ให้พร้อม ให้มีจำนวนมากพอเพียงกับจำนวนนักเรียน และอยู่ในสภาพใช้การได้
 3.1.4 ตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของเครื่องมือ วัสดุที่ใช้ ผู้สอนควรได้ทดลองใช้เครื่องมือก่อนสอน เพื่อให้เห็นปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า และเพื่อประโยชน์ในการแนะนำผู้เรียนในขณะทดลอง
 3.1.5 เตรียมแบ่งกลุ่มผู้เรียน ผู้สอนต้องกำหนดกลุ่มผู้เรียนให้เหมาะสม ไม่ควรเป็นกลุ่มใหญ่มาก เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้เรียนรู้วิธีทดลองอย่างทั่วถึง การแบ่งกลุ่มนักเรียนนี้ต้องสอดคล้องกับจำนวนวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ที่มีอยู่
 ในการเตรียมการทดลองหรือเลือกเรื่องที่จะทำการทดลองให้เหมาะสมกับผู้เรียนนั้นมีข้อเสนอแนะดังนี้
 1) เลือกเรื่องที่แสดงให้เห็นชัดเจนถึงแนวคิดหรือทักษะตามวัตถุประสงค์ของการเรียน
 2) กระบวนการทดลองง่าย และสามารถดำเนินการได้เสร็จสิ้นภายในช่วงเวลาที่มีอยู่
 3) วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่จะใช้ในการทดลองนั้นมีเพียงพอ และใช้การได้
 4) เป็นเรื่องที่ผู้สอนสามารถให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะที่ชัดเจนได้
 5) การทดลองนั้นต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย
 6) เป็นการทดลองที่ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง
 3.2 ขั้นวางแผนการทดลอง
 ขั้นวางแผนการทดลองเป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้วางแผนการทดลองด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้วางแผนการทดลองด้วยตนเองตั้งแต่การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการที่จะทดสอบสมมติฐาน (ออกแบบการทดลอง) โดยครูเป็นผู้แนะนำเรื่องความปลอดภัยและข้อควรระวังในการทดลองให้กับนักเรียน

 3.3 ขั้นทดลอง
 ขั้นทดลองเป็นขั้นที่ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการทดลองรวมทั้งบันทึกผลการทดลองด้วย โดยมีครูผู้สอนคอยดูแลแนะนำ ช่วยเหลือ โดยเฉพาะถ้าการทดลองนั้น อาจก่อให้เกิดอันตรายผู้สอนต้องคอยควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด
 3.4 การสรุปผลการทดลอง
 การสรุปผลการทดลองเป็นขั้นของการนำผลการทดลองที่ได้มาอภิปรายผลโดยผู้เรียน ในการอภิปรายผลการทดลองผู้เรียนจะได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ตนได้รับ เช่น ในบางประเด็นเกี่ยวกับการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่มไม่สอดคล้องกันหรือคลาดเคลื่อน ก็จะต้องช่วยกันวิเคราะห์หาสาเหตุว่าผิดพลาดตรงขั้นตอนใด หรือมีสาเหตุมาจากอะไร จะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร ผู้สอนควรมีบทบาทในการให้ความคิดรวบยอดที่ได้จากการทดลอง และสรุปผลการทดลองหลังจากนั้นผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้เขียนรายงานที่ได้จากการทดลองด้วย

 3.5 สรุปกิจกรรม
 เมื่อสรุปผลการทดลองแล้วควรมีการสรุปการทำกิจกรรมที่ผ่านมาทั้งหมด ผู้สอนควรมีการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด เพื่อให้ผู้เรียนทราบและสามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขในการทดลองครั้งต่อไป

 **4. การเลือกกิจกรรมการทดลอง**
 การเลือกกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติการทดลองควรคำนึงถึงจุดประสงค์จากการทำกิจกรรมการทดลอง ซึ่งในการเลือกกิจกรรมการทดลองมีข้อเสนอแนะดังนี้ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2537 : 139 - 140)
 1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมเข้าใจได้ง่ายเพียงใด
 2. สามารถให้คำแนะนำ ชี้แจงแก่นักเรียนได้ชัดเจนหรือไม่
 3. วิธีการดำเนินการทดลองง่ายและตรงกับปัญหาหรือไม่
 4. ผลการทดลองสามารถสรุปได้ในเวลาที่เหมาะสมหรือไม่
 5. นักเรียนมีความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ที่ใช้หรือไม่
 6. อุปกรณ์มีราคาถูกพร้อมที่จะนำไปใช้และจัดหาได้ง่ายหรือไม่
 7. ผลการทดลองเป็นประโยชน์และนำไปประยุกต์ใช้ได้เพียงใด

 **5. ทักษะที่จำเป็นในการปฏิบัติการทดลอง**
 ในการสอนให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติการทดลอง ให้ประสบความสำเร็จตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากการเลือกกิจกรรมการทดลองที่เหมาะสมกับผู้เรียนและเรื่องที่จะศึกษาแล้วครูจะต้องมุ่งพัฒนาทักษะให้กับผู้เรียนอันเป็นทักษะที่จำเป็นในการเรียนโดยวิธีปฏิบัติการทดลองให้ประสบความสำเร็จ ทักษะที่สำคัญในการเรียนด้วยการปฏิบัติการทดลองมีดังนี้
 5.1 ทักษะที่จำเป็นต้องมี (acquisitive skills)
 5.1.1 การฟัง (listening) ตั้งใจฟัง ตื่นตัว และชอบถามคำถาม
 5.1.2 การสังเกต (observing) สังเกตอย่างละเอียดและเป็นระบบ
 5.1.3 การค้นหา (searching) สามารถบ่งชี้แหล่งข้อมูล ใช้แหล่งข้อมูลหลายแหล่ง วางใจใจตนเอง มีทักษะเกี่ยวกับการใช้ห้องสมุด
 5.1.4 การไต่ถาม (inquiring) การขอร้อง สัมภาษณ์ การโต้ตอบ
 5.1.5 การสืบสวน (investigating) อ่านข้อมูลที่เป็นภูมิหลัง
 5.1.6 การรวบรวมข้อมูล (gathering data) การสร้างตาราง การจัดการข้อมูลให้เป็นระบบ การจำแนกประเภท การบันทึกข้อมูล
 5.1.7 การวิจัย (research) ระบุปัญหา ศึกษาภูมิหลัง จัดตั้งการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล ลงข้อสรุป
 5.2 ทักษะการจัดการให้เป็นระบบ (organizational skills)
 5.2.1 การบันทึกข้อมูล (recording) การสร้างตารางการเขียนแผนภูมิ การทำงานอย่างเป็นระบบการทำงานตามปกติ การบันทึกข้อมูลอย่างสมบูรณ์แบบ
 5.2.2 การเปรียบเทียบสิ่งที่เหมือนกัน (comparing) สังเกตว่าสิ่งต่าง ๆเหมือนกันอย่างไร มองหาความเหมือน สังเกตรูปร่างที่คล้ายคลึงกัน
 5.2.3 การเรียบเทียบที่แตกต่างกัน (contrasting) สังเกตว่าสิ่งต่าง ๆแตกต่างกันอย่างไร มองหาความแตกต่างกัน สังเกตรูปร่างที่แตกต่างกัน
 5.2.4 การจำแนกประเภท (classifying) จัดการกลุ่มสิ่งของเป็นกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อย บ่งชี้ขั้นตอนต่างๆ การตัดสินทางออกระหว่างทางเลือกหลายทาง

 5.2.5 การจัดระบบ (organizing) ใส่ข้อมูลเรียงตามลำดับสร้างระบบ เก็บเข้าที่ติดป้ายชื่อจัดไว้เป็นกลุ่ม ๆ
 5.2.6 การสรุปหรือการย่อ (outlining) การใช้หัวเรื่องหลักและหัวเรื่องรอง การลำดับเหตุการณ์
 5.2.7 การทบทวน (reviewing) การดึงหัวข้อที่สำคัญออกมา การจดจำ การแสดงความสัมพันธ์
 5.2.8 การประเมินผล (evaluating) รู้ลักษณะเด่นและด้อย รู้วิธีการปรับปรุงระดับคะแนนให้ดีขึ้น
 5.2.9 การวิเคราะห์ (analyzing) เห็นแนวทางการนำไปใช้และความสัมพันธ์ ดึงเอาเหตุและผลออกมา ตั้งปัญหาออกมาใหม่
 5.3 ทักษะการสร้างสรรค์ (creative skills)
 5.3.1 การวางแผนล่วงหน้า (planning) เห็นผลที่เป็นไปได้และเห็นแนวทางในการลงมือทำงาน ตั้งสมมติฐาน
 5.3.2 ออกแบบปัญหา วิธีใหม่ เครื่องมือใหม่ หรือออกแบบระบบใหม่ (re-designing)
 5.3.3 การประดิษฐ์ (inventing) สร้างสรรค์วิธีการ เครื่องมือหรือเทคนิควิธี
 5.3.4 การสังเคราะห์ (synthesizing) จัดสิ่งที่คล้ายคลึงกันไว้ด้วยกันด้วยวิธีการจัดแบบใหม่
 5.4 ทักษะเกี่ยวกับการใช้มือ (manipulative skills)
 5.4.1 การใช้เครื่องมือ (using an instrument) รู้ส่วนประกอบของเครื่องมือ รู้วิธีการทำงานของเครื่อง รู้วิธีการปรับเครื่องมือ รู้จักใช้เครื่องมือให้เมาะสมกับงาน รู้ข้อจำกัดของเครื่องมือ
 5.4.2 การระวังรักษาเครื่องมือ (caring for an instrument) รู้วิธีการเก็บรักษาเครื่องมือ จัดเครื่องมือให้ถูกต้อง ระวังรักษาความสะอาดของเครื่องมือ จับต้องเครื่องมือให้ถูกวิธี รู้อัตราความสามารถของเครื่องมือ ส่งเครื่องมือให้อย่างปลอดภัย
 5.4.3 การสาธิต (demonstration) การจัดตั้งเครื่องมือ การทำให้เครื่องมือทำงาน การอธิบายส่วนประกอบและหน้าที่ของเครื่องมือ การอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์

 5.4.4 การทดลอง (experimentation) การระลึกถึงปัญหา การวางแผนวิธีการ การรวบรวมข้อมูล การบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การลงข้อสรุป
 5.4.5 การซ่อมเครื่องมือ (repair) การซ่อมแซมและบำรุงรักษาอุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้
 5.4.6 การสร้างเครื่องมือ (construction) การสร้างเครื่องมือง่ายๆที่ใช้ในการสาธิตและการทดลอง
 5.4.7 การแบ่งส่วน (calibration) การเรียนรู้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการแบ่งส่วนของเทอร์โมมิเตอร์ ตาชั่ง เครื่องจับเวลา หรือเครื่องมืออื่น ๆ
 5.5 ทักษะการสื่อความหมาย (communicative skill)
 5.5.1 การถามคำถาม (asking question) เรียนรู้ที่จะตั้งปัญหาที่ดี รู้จักเลือกถามคำถาม คัดเลือกเครื่องมือในการถามคำถามที่เป็นไปได้
 5.5.2 การอภิปราย (discussion) เรียนรู้ที่จะใช้ความคิดของตนเอง ฟังความคิดของคนอื่น ดำเนินเรื่องตามหัวข้อ แบ่งเวลาให้เท่าเทียมกัน ให้ได้ข้อสรุป
 5.3.3 การอธิบาย (discussion) บรรยายให้ผู้อื่นฟังอย่างชัดเจน บรรยายจุดที่สำคัญอย่างชัดเจน แสดงความอดทน เต็มใจที่จะกล่าวซ้ำ
 5.5.4 การรายงาน (reporting) รายงานปากเปล่าหน้าชั้นเรียน หรือรายงานต่อหน้าครูเกี่ยวกับหัวข้อทางวิทยาศาสตร์
 5.5.5 การเขียน (explanation) เขียนรายงานการทดลองหรือการสาธิตแทนการเติมคำในช่องว่าง บรรยายถึงปัญหา วิธีการลงแก้ปัญหาการรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูล การลงข้อสรุป และการนำผลงานไปใช้ต่อไป
 5.5.6 การวิจารณ์ (criticism) วิจารณ์หรือประเมินชิ้นส่วนของงานอย่างสร้างสรรค์ ไม่ว่าจะเป็นวิธีการทำหรือข้อสรุป
 5.5.7 การสร้างกราฟ (graphing) นำผลจากการศึกษาหรือการทดลองมาเสนอในรูปของกราฟ สามารถตีความข้อมูลจากกราฟให้ผู้ฟังได้
 5.5.8 การสอน (teaching) หลังจากคุ้นเคยกับหัวข้อเรื่องหรือมีความชำนาญมากขึ้น สามารถสอนเรื่องดังกล่าวกับเพื่อนร่วมชั้นโดยครูไม่ต้องสอนอีกครั้ง

 **6. บทบาทของผู้สอนในการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง**
 ในการสอนแบบให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติการทดลอง ครูผู้สอนควรมีบทบาทดังนี้ (ประจวบจิตร คำจัตุรัส, 2537 : 50)
 1. จัดหาวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับใช้ในการทดลอง
 2. ทำการทดลองด้วยตนเองก่อน
 3. บอกจุดมุ่งหมายของบทเรียน
 4. อธิบายขั้นตอนและวิธีปฏิบัติต่างๆในการเรียนแบบปฏิบัติการทดลอง
 5. แนะนำการใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือ หรืออาจมีการสาธิตการใช้เครื่องมือด้วย
 6. แนะนำเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง
 7. ในขณะที่ผู้เรียนดำเนินการทดลอง ผู้สอนต้องคอยดูแลให้คำปรึกษาแนะนำช่วยเหลือเท่าที่จำเป็นจริงๆ และต้องคอยสังเกตดูแลความปลอดภัยด้วย
 8. ประเมินผลการปฏิบัติการทดลองของผู้เรียน โดยอาจให้ผู้เรียนเป็นผู้อภิปรายผลการทดลองเองก็ได้
 9. สรุปผลการเรียนทุกๆด้าน

 **7. การประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง**
 การประเมินผลการปฏิบัติการทดลองถือเป็นบทบาทหน้าที่หนึ่งของครูผู้สอนที่จะต้องจัดให้มีการประเมินเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากการปฏิบัติกิจกรรมของตนเอง อันจะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขในการทดลองครั้งต่อๆไป ครูต้องสร้างวิธีการประเมินผลการปฏิบัติการทดลองให้เหมาะสม ต้องระบุวัตถุประสงค์ขอการประเมินการปฏิบัติกิจกรรม ก่อนที่จะลงมือประเมินผู้เรียน การปฏิบัติการทดลองในแต่ละครั้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อ

 1. พัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา โดยการบ่งชี้ปัญหา รวบรวมและตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

 2. พัฒนาทักษะในหารใช้เครื่องมือในการทดลอง

 3. สร้างนิสัยที่เป็นระบบในการบันทึกข้อมูล

 4. พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

 5. เรียนรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

 6. พัฒนาความเชื่อมั่นในตนเอง

 7. ค้นพบแนวทางความสนใจและการสืบเสาะความรู้ที่ยังไม่ได้สำรวจ

 8. ส่งเสริมความกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์

 ในการประเมินกิจกรรมการปฏิบัติการทดลองแต่ละครั้ง ผู้สอนจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์ตลอดจนทำความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการประเมินการปฏิบัติการทดลอง อาจประเมินในด้านต่อไปนี้ เช่น
 1. การประเมินการใช้เครื่องมือ สามารถประเมินได้ในประเด็นต่อไปนี้

 1.1 การเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสม

 1.2 การจัดตั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

 1.3 การอ่านผลจากเครื่องมือได้ถูกต้อง

 1.4 การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

 1.5 การทำความสะอาด การเก็บรักษาและการซ่อมแซมอุปกรณ์หากเกิดความชำรุดเสียหาย
 2. ประเมินความละเอียดรอบคอบในการวางแผนการทดลอง

2.1 ความสอดคล้องของสมมติฐานและการวางแผนการทดลอง

 2.2 การวางแผนการศึกษานอกสถานที่ เช่น การเก็บตัวอย่างพืชหรือสัตว์

2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.4 การกำหนดวิธีการบันทึกผลการทดลอง

 3. ความรอบคอบในการทดลองและบันทึกผล โดยจะประเมินในประเด็นต่อไปนี้
 3.1 ความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูลที่บันทึกกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 3.2 การเก็บตัวอย่างสัตว์ พืช หรือสิ่งอื่นๆมีความครบถ้วน
 3.3 ความระมัดระวังในการทำการทดลอง
 3.4 การจำแนกประเภทและการจัดหมวดหมู่
 4. การรายงานและสรุปผล
 4.1 การสร้างแผนภูมิและกราฟ
 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลและลงข้อสรุปจากข้อมูล

 4.3 การเขียนรายงานการทดลอง
 4.4 การบรรยายหรืออธิบายการทดลองให้ผู้อื่นฟัง
 4.5 การบ่งชี้ปัญหาต่อไปในการทดลอง
 4.6 การแสวงหาข้อมูลอื่นๆมาประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล
 5. การร่วมมือกันภายในกลุ่ม
 5.1 การแบ่งหน้าที่
 5.2 การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

 6. การประเมินกิจกรรมการปฏิบัติการทดลอง สามารทำได้หลายวิธีดังนี้
 6.1 การประเมินตนเองและให้เพื่อนประเมิน
 6.2 การเขียนรายงานการทดลอง
 6.3 การรายงานปากเปล่า
 6.4 การออกแบบโปสเตอร์
 6.5 การใช้แบบทดสอบ
 6.6 ใช้วิธีการสังเกต
 6.7 การเขียนตอบ
 6.8 ประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน
 การที่ผู้สอนจะเลือกวิธีการประเมิน การปฏิบัติการทดลองโดยใช้วิธีใดนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของกิจกรรมนั้นๆเป็นสำคัญ ในการประเมินกิจกรรมการปฏิบัติการทดลองในแต่ละกิจกรรมอาจใช้หลายวิธีควบคู่กันไป โดยมุ่งหวังความสำเจของผู้เรียนเป็นสำคัญ ในการที่ความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆต่อไป

 **8. การเขียนรายงานการทดลอง**
 การเขียนรายงานการทดลองเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่งสำหรับการสอนโดยให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติการทดลองเพราะรายงานการทดลองจะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความรู้ ความคิดของตนเองออกมาทางการเขียน ที่ไม่ใช่การทำข้อสอบ นักเรียนจะต้องเขียนผลลัพธ์ของการทดลอง เพื่อฝึกการจัดระบบการคิด และสามารถเชื่อมโยงความคิดกับความรู้สึก ประสบการณ์ที่นี้และสิ่งที่ได้จากการทดลอง โดยแนะแนวในการเขียนจะประกอบไปด้วยการวาดโครงร่างของกระบวนการและผลลัพธ์ จากนั้นให้สะท้อนความรู้สึกในระหว่างการทำกิจกรรมนั้น เชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่ผ่านมาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยเรียกแนวการเขียนแบบนี้ว่า ฟอร์กกอล์ฟเฟอร์ (FGOLFERS) ซึ่งตัวอักษรแต่ละตัวมีความหมายดังนี้
 F-Find กล่าวถึงสิ่งที่เราต้องการค้นหาซึ่งในที่นี้หมายถึงวัตถุประสงค์ของการทำการทดลองในครั้งนั้น ๆ
 G-Guess กล่าวถึงผลลัพธ์ที่เราคาดเดาไว้ก่อนทำการทดลอง
 O-Order กล่าวถึงผลลัพธ์ที่เราคาดว่าจะได้วิชาทำการทดลอง ซึ่งก็หมายถึงสมมติฐานของการทดลองครั้งนั้นๆ
 L-Learn กล่าวถึงลำดับขั้นตอนการทดลอง ซึ่งในที่นี้อาจระบุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองด้วย
 Fe-Feeling หมายถึงสิ่งที่เรารู้สึกอย่างไรในระหว่างการทำการทดลอง และรู้สึกอย่างไรหลังการทดลองเสร็จแล้ว ซึ่งในขณะนี้จะเป็นการบอกถึงสิ่งที่เด็กได้เรียนรู้จากการทดลองในครั้งนั้นๆ
 R-Remind หมายถึงประสบการณ์ที่เกิดจากการทดลองนี้ทำให้เรานึกถึงเหตุการณ์อื่นๆที่ผ่านมาบ้างหรือไม่ และเกี่ยวข้องกันอย่างไร กิจกรรมการเขียนรายงานการทดลองในขั้นนี้จะช่วยให้เด็กสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้จากห้องปฏิบัติการไปสู่ชีวิตประจำวัน จะทำให้รู้สึกว่าสิ่งที่ได้เรียนรู้มีประโยชน์ และเกี่ยวข้องกับสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันมีคุณค่าและสิ่งใกล้ตัวผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนอันจะก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
 S-Science หมายถึงการเขียนถึงการทดลองที่ทำอยู่นั้นมีผลกระทบต่อวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันและอนาคตได้อย่างไร คิดว่ามีประโยชน์หรือไม่อย่างไร
 จะเห็นได้ว่าการเขียนรายงานการทดลองเป็นวิธีหนึ่งที่ผู้สอนสามารถใช้ตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียน แต่บางครั้งการเขียนรายงานอาจต้องใช้เวลามาก ดังนั้นครูผู้สอนควรแนะนำให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆก็อาจทำให้ผู้เรียนไม่เสียเวลาในส่วนนี้มากนัก ซึ่งเกณฑ์ในการเขียนรายงานการทดลองที่ดีครูจะให้คะแนนผู้เรียนนั้น ควรมีเกณฑ์ดังนี้
 1. ในรายงานนั้นจะต้องบอกได้ชัดเจนว่า สิ่งที่นักเรียนกำลังพยายามค้นหาคืออะไร

 2. บอกให้เห็นถึงวิธีการที่ใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหา ดังนั้นรายงานที่เขียนต้องชัดเจน รวบรัด และสมบูรณ์แบบ

 3. ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ถูกจัดไว้รูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลนั้นๆง่ายต่อการเข้าใจ

 4. ทุกครั้งที่ข้อมูลได้เป็นข้อมูลจากการวัด จะต้องมีหน่วยที่ถูกต้องกำกับเสมอ

 5. ถ้ามีการสร้างไดอะแกรมต้องใหญ่เพียงพอและมีความชัดเจนและติดอย่างระมัดระวัง เนื่องจากไดอะแกรมมีประโยชน์เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจชัดเจนยิ่งขึ้นว่าเป็นการทดลองเกี่ยวกับเรื่องอะไร

 6. ถ้าการสร้างกราฟ ต้องมีชื่อกราฟ บอกชื่อตัวแปรตามแกนนอนและแกนตั้งและเขียนกราฟอย่างประณีต จุดมุ่งหมายกราฟก็เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและข้อสรุปเกี่ยวกับการทดลอง

 7. การเขียนข้อสรุป ควรเป็นการให้คำตอบของปัญหาโดยอ้างอิงข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

 8. รายงานการทดลองจะต้องระบุว่าเป็นการทดลองเกี่ยวกับอะไรและข้อสรุปจากการทดลองเป็นอย่างไรเพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ในการอธิบายเรื่องอื่นๆ ต่อไป

 9. หลักเกณฑ์ที่สำคัญในการประเมินการทดลองคือการเขียนรายงานที่มีความชัดเจนเพียงพอที่คนไม่มีความรู้ในเรื่องดังกล่าวมาอ่านแล้วเข้าใจหรือไม่ รู้ว่ากำลังทำการทดลองเกี่ยวกับเรื่องอะไร ทดลองอย่างไร ผลที่ได้จากการทดลองเป็นอย่างไรและสรุปได้ว่าอย่างไร ทำการทดลองซ้ำหรือไม่ หรือใช้รายงานนี้ในการทำการทดลองซ้ำ

 เนื่องจากในการเรียนโดยการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง มีกิจกรรมหลายอย่างที่นักเรียนต้องทำในการเรียนแต่ละครั้ง ครูจะต้องประเมินกิจกรรมด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้ครอบคลุมต่อกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ ครูต้องรับรู้สิ่งต่างๆ เหล่านี้ ตลอดจนหาวิธีการใหม่ๆมาใช้ในการประเมินผู้เรียนอันจะส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนแบบปฏิบัติการทดลองของผู้เรียน

 **9. ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนแบบปฏิบัติการทดลอง**
 **ข้อดี**
 1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
 2. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง
 3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์หาเหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง
 4. ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน
 5. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 6. ได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ
 **ข้อจำกัด**
 1. อาจเสียเวลาในการเรียนการสอนมากเพื่อรอผลการทดลอง
 2. ค่าใช้จ่ายสูง
 3. อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ หากผู้เรียนทำผิดขั้นตอนหรือการทดลองนั้นเกินความสามารถของเด็ก
 4. การทดลองบางครั้งเด็กที่มีความสามารถสูงเท่านั้นจึงจะประสบความสำเร็จได้
 5. ถ้าการบริหารจัดการในชั้นเรียนไม่ดีอาจก่อให้เกิดปัญหาได้ ซึ่งอาจส่งผลต่อการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ของเด็ก
 6. ครูจะควบคุมชั้นเรียนและผลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองได้ยาก

**การเรียนการสอนแบบบูรณาการ**
 หลักสูตรการจัดการศึกษาแกนกลางขั้นพื้นฐานได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรว่านอกจากจะมุ่งปลูกฝังด้านปัญญา พัฒนาการคิดของผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้วยังมุ่งพัฒนาความสามารถทางอารมณ์ โดยปลูกฝังให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของตนเอง เข้าใจตนเอง เห็นอกเห็นใจผู้อื่น สามารถแก้ไขข้อขัดแย้งทางอารมณ์ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
 การจัดการเรียนแบบบูรณาการจึงถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้เน้นให้ผู้สอนได้มีการจัดให้กับผู้เรียน ทั้งนี้เนื่องจากได้เน้นให้การจัดการเรียนการสอนได้คำนึงถึงพัฒนาการด้านร่างกาย สติปัญญา วิธีการเรียน ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน เป็นการกำหนดเป้าหมายการเรียนร่วมกัน ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้นำกระบวนการเรียนรู้จากกลุ่มสาระเดียวกัน หรือต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้มาบูรณาการจัดการเรียนการสอน

 **1. ความหมายของการบูรณาการ**
 สนอง อินละคร (2544 : 288) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการว่า หมายถึงการนำความรู้สาขาวิชาต่างๆ ที่สัมพันธ์กันมาผสมผสานหรือประสานกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการสอน การปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเกิดประโยชน์สูงสุด หรือเพื่อให้นักเรียนผสมผสานความรู้ ประสบการณ์และนำไปใช้แก้ปัญหาชีวิตจริงได้
 ธีระชัย ปูรณโชติ (2545) ได้กล่าวถึงการสอนแบบบูรณาการว่า หมายถึงการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาต่างๆเข้าด้วยกันในการสอน เช่น การเชื่อมโยงวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาคณิตศาสตร์ และภาษาไทย การเชื่อมโยงวิชาวิทยาศาสตร์กับสังคมศึกษา การเชื่อมโยงวิชาศิลปะกับภาษาไทย ฯลฯ
 อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546 : 126) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการว่าหมายถึงการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงหัวข้อหรือเนื้อหาสาขาวิชาต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความรู้แบบองค์รวม สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
 จากขั้นต้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ เป็นการจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียน โดยนำเนื้อหาวิชาต่างๆที่สัมพันธ์กัน มาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

 **2.ความจำเป็นของการเรียนการสอนแบบบูรณาการ**
 ธีระชัย ปูรณโชติ (2545) ได้กล่าวถึงเหตุผลที่ต้องมีการเรียนการสอนแบบบูรณาการไว้ดังนี้
 1. สิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและการดำเนินชีวิตประจำวันไม่ได้จำกัดว่าจะเกี่ยวข้องกับวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ ตัวอย่าง เช่น การเกิดอุทุกภัยซึ่งเป็นเหตุการณ์เดียวที่ก่อให้เกิดผลกระทบหลายอย่าง เช่น บ้านเรือนเสียหาย น้ำท่วม พายุถล่ม โรงเรียนและสถานที่ทำงานต่าง ๆ ต้องหยุดทำงาน ก่อให้เกิดความเดือดร้อนหลายประการ ในการแก้ปัญหาต่างๆเหล่านี้เราจำเป็นจะต้องใช้ความรู้และทักษะจากหลายสาขาวิชามาร่วมกันแก้ปัญหา การเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่างๆในลักษณะเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชา และความสัมพันธ์ของวิชาต่างๆเหล่านั้นกับชีวิตจริง

 2. การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการช่วยให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เนื้อหาและกระบวนการที่เรียนในวิชาหนึ่งอาจช่วยให้เข้าใจวิชาอื่นดีขึ้นได้

 3. การสอนที่สัมพันธ์เชื่อมโยงความคิดรวบยอดจากหลายๆวิชาเข้าด้วยกันมีประโยชน์หลายอย่าง ที่สำคัญที่สุดคือช่วยให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ (transfer of learning) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะช่วยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริงได้ และในทางกลับกันก็จะสามารถจะช่วยเชื่อมโยงเรื่องของชีวิตจริงภายนอกห้องเรียนกับสิ่งที่เรียนได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าสิ่งที่ตนเรียนมีประโยชน์หรือนำไปใช้จริงได้

 4. หลักสูตรการเรียนการสอนแบบบูรณาการมีประโยชน์ในการขจัดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาต่างๆในหลักสูตร ในปัจจุบันเราประสบปัญหาในเรื่องที่ความรู้และข้อมูลต่างๆที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีเรื่องที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มขึ้นมากมายในแต่ละปี การเพิ่มขึ้นมากมายและรวดเร็วของความรู้และข้อมูลต่างๆนี้ ทำให้การเรียนแบบสัมพันธ์วิชามีความสำคัญมากกว่าที่แต่ละวิชาต่างเพิ่มเนื้อหาเข้าไปในหลักสูตรของตน

 5. การเรียนการสอนแบบบูรณาการสามารถตอบสนองต่อความสามารถของผู้เรียนซึ่งมีหลายด้าน เช่น ภาษา คณิตศาสตร์ ความคล่องของร่างกายและการเคลื่อนไหว ดนตรี สังคม และความรู้ความเข้าใจตนเอง และตอบสนองต่อความสามารถที่จะแสดงออกทางอารมณ์

 6. กระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการสอนแบบบูรณาการสอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism)

 **3. ลักษณะของการบูรณาการ**
 การบูรณาการสามารถดำเนินการได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้
 3.1 การบูรณาการภายในวิชา
 การบูรณาการภายในวิชา จะเป็นการบูรณาการลักษณะของการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ระหว่างเนื้อหาวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ หรือรายวิชาเดียวกันให้เชื่อมโยงสัมพันธ์เป็นเรื่องเดียว เช่นตัวอย่างในภาพที่ 6.1

ภาพที่ 6.1 การบูรณาการภายในวิชาวิทยาศาสตร์

 3.2 การบูรณาการระหว่างวิชา
 การบูรณาการระหว่างวิชา เป็นการบูรณาการเนื้อหาสาระการเรียนรู้ในหลายๆกลุ่มสาระหรือหลายๆวิชา ให้เชื่อมยงสัมพันธ์กันในลักษณะของการรวมหน่วยการเรียนย่อยที่แยกจากกันมารวมเป็นองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ ซึ่งการบูรณาการระหว่างวิชาจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในลักษณะองค์รวม ไม่ว่าวิชาใดก็สามารถจะใช้วิธีบูรณาการได้ทั้งสิ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการบูรณาการที่ดี ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ความเข้าใจสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวเราได้ เช่น ตัวอย่างในภาพที่ 6.2

ภาพที่ 6.2 แสดงการบูรณาการระหว่างวิชาโดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นแกน

 รายละเอียดกิจกรรมของแต่ละวิชาเป็นดังนี้
 **ภาษาไทย** กิจกรรมเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับชีวิตระบบนิเวศทุ่งนา การจัดทำหนังสือเล่มเล็ก การแต่งกลอนเกี่ยวกับระบบนิเวศทุ่งนา

 **ศิลปศึกษา** กิจกรรมวาดภาพธรรมชาติของระบบนิเวศทุ่งนา
 **วิทยาศาสตร์** กิจกรรมจำแนกชนิดและประเภทของสิ่งมีชีวิตที่พบ การจำแนกประเภทของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
 **ภาษาอังกฤษ** กิจกรรมการเขียนคำศัพท์ ชื่อของสิ่งที่ชีวิตที่พบในระบบนิเวศทุ่งนา
  **คณิตศาสตร์** การจัดทำสถิติข้อมูลสิ่งมีชีวิตที่พบ การนำเสนอข้อมูลเป็นแผนภูมิ วงกลม แผนภูมิรูปภาพ
 **สังคมศึกษา** กิจกรรมการเขียนแผนที่แสดงกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทุ่งนาวัฒนธรรมของชุมชนในการดูแลทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศทุ่งนา ประเพณีรับขวัญข้าว ฯลฯ

 **4. รูปแบบของการเรียนการสอนแบบบูรณาการ**
 การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะ ดังนี้ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ,2544 : 21-22 และธีระชัย ปูรณโชติ, 2545)
 1. การบูรณาการแบบสอดแทรก (infusion) เป็นการบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียว ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ต่างๆ กับหัวข้อเรื่องที่สอดคล้องกับชีวิตจริงหรือสาระที่กำหนดขึ้นมา เช่น เรื่องสิ่งแวดล้อม น้ำ เป็นต้น ผู้สอนสามารถเชื่อมโยงสาระและกระบวนการเรียนของกลุ่มสาระต่างๆ เช่น การอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ การวิเคราะห์ต่างๆ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการเรียนรู้ไปแสวงหาความรู้ความจริงจากหัวข้อเรื่องที่กำหนด เช่น ครูวิทยาศาสตร์ต้องการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องอากาศ โดยต้องการบูรณาการเนื้อหาภาษาไทย ศิลปะศึกษา สังคมศึกษา และคณิตศาสตร์ ครูคนนี้จึงได้กำหนดหัวข้อเรื่องว่า อากาศ และได้กำหนดผังการดำเนินงาน ดังแผนภาพที่ 6.3

ภาพที่ 6.3 แสดงการบูรณาการแบบสอดแทรก

 2. การบูรณาการแบบคู่ขนาน (parallel)
 การเรียนการสอนตามรูปแบบนี้ครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สอนต่างวิชากัน ต่างคนต่างสอน แต่ต้องวางแผนการสอนร่วมกัน โดยมุ่งสอนหัวเรื่อง (theme) ความคิดรวบยอด (concept) ปัญหา (problem) เดียวกัน ระบุสิ่งที่ร่วมกันและตัดสินใจร่วมกันว่าจะสอนหัวเรื่อง ความคิดรวบยอด ปัญหานั้น ๆ อย่างไร ในวิชาของแต่ละคน งานหรือการบ้านที่มอบหมายให้นักเรียนทำจะแตกต่างกันไปในแต่ละวิชา แต่ทั้งหมดจะต้องมีหัวเรื่อง ความคิดรวบยอด ปัญหาร่วมกัน ตัวอย่าง เช่น ครูกลุ่มหนึ่งต้องการสอนเนื้อหาที่เกี่ยวกับน้ำโดยวิธีบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงาน ภาษาไทย และศิลปะ จึงประชุมปรึกษาหารือร่วมกันเพื่อระบุเนื้อหา จุดประสงค์รายวิชา (outcome หรือ benchmark) ในแต่ละวิชาดังกล่าวที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับน้ำ แล้วกำหนดสร้างเป็นหัวเรื่องที่ร่วมกันว่า “แหล่งน้ำในชุมชน” แล้วจึงแบ่งภารกิจที่ครูแต่ละคนจะกระทำในวิชาของตน วางแผนในรายละเอียดว่าแต่ละวิชาจะสอนอะไร อย่างไร ดังแผนภาพที่ 6.4

ภาพที่ 6.4 แสดงการบูรณาการแบบคู่ขนาน

 โดยแต่ละวิชาดำเนินการดังนี้
 **วิทยาศาสตร์** แบ่งกลุ่มนักเรียนให้ออกสำรวจสภาพแหล่งน้ำในชุมชนรอบๆโรงเรียน แล้วบันทึกข้อมูลลงในตารางแสดงแหล่งน้ำที่พบ และสิ่งที่พบในแหล่งน้ำนั้น โดยให้นักเรียนออกแบบตารางเองแล้วนำมาเสนอรายงานหน้าชั้น **คณิตศาสตร์** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแหล่งน้ำต่างๆในชั่วโมงวิชาวิทยาศาสตร์มาเขียนจัดทำแผนภูมิ แล้วนำเสนอหน้าชั้น
 **ศิลปะศึกษา** ให้นักเรียนจัดทำแผนที่หรือวาดภาพแหล่งน้ำในชุมชนที่สำรวจ
 **การงาน อาชีพและเทคโนโลยี** ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองแหล่งน้ำในชุมชนที่ประทับใจโดยใช้วัสดุท้องถิ่น แล้วจัดแสดงนิทรรศการ
 **ภาษาไทย** ให้นักเรียนจัดทำหนังสืออ่านประกอบภาพการ์ตูน เรื่อง น้ำมาจากไหน

 3. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (mutidisciplinary)
 การบูรณาการในลักษณะนี้เป็นการนำเนื้อหาจากหลายกลุ่มสาระมาเชื่อมโยงเพื่อจัดการเรียนรู้ซึ่งโดยทั่วไปผู้สอนมักจัดการเรียนการสอนแยกตามรายวิชาหรือกลุ่มวิชา แต่บางเรื่องผู้สอนจัดการเรียนการสอนร่วมกันในเรื่องเดียวกัน เช่น เรื่องวันสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ผู้สอนภาษาไทยจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนรู้ภาษา คำศัพท์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ผู้สอนวิทยาศาสตร์จัดกิจกรรมชมรมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และผู้สอนสุขศึกษาอาจจัดให้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการรักษาสิ่งแวดล้อมให้ถูกสุขลักษณะ เป็นต้น อาจใช้ตัวอย่างบทเรียนเรื่อง “แหล่งน้ำในชุมชน” โดยจัดสอนแบบโครงการ ครูร่วมกันปรึกษาหารือคิดโครงการร่วมกันเป็นโครงการใหญ่แล้วคิดโครงการย่อยที่จะให้นักเรียนช่วยกันทำในแต่ละวิชาทั้งครูคณิตศาสตร์และครูภาษาไทยต้องการจะสอนบูรณาการแบบพหุวิทยาการในวิชาที่แต่ละคนรับผิดชอบจึงปรึกษาหารือกำหนดโครงการร่วมกันเรื่อง “หนังสือพิมพ์วิทยาศาสตร์” แล้วแบ่งส่วนต่าง ๆ ของโครงการออกไปให้นักเรียนในแต่ละวิชาทำ นักรียนที่เรียนในแต่ละวิชาอาจจะคิดทำโครงการย่อยของตน เช่น ในชั่วโมงคณิตศาสตร์ นักเรียนบางกลุ่มอาจช่วยกันนำเสนอโจทย์เลขที่น่าสนใจ บางกลุ่มเขียนวิธีการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ ในชั่วโมงภาษาไทย นักเรียนบางกลุ่มอาจเขียนบทความเรื่องผู้หญิงในวงการคณิตศาสตร์ เป็นต้น

 4. การบูรณาการแบบข้ามวิชาหรือข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ (transdisciplinary)
 ผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนโดยการบูรณาการเป็นโครงการ โดยผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสร้างสรรค์โครงการขึ้น โดยใช้เวลาการเรียนต่อเนื่องกันได้หลายชั่วโมง ด้วยการนำเอาจำนวนชั่วโมงของวิชาต่างๆ ที่ผู้สอนเคยสอนแยกกันนั้นมารวมเป็นเรื่องเดียวกัน มีเป้าหมายเดียวกัน ในลักษณะของการสอนเป็นทีม เรียนเป็นทีม ในกรณีที่ต้องการเน้นทักษะบางเรื่องเป็นพิเศษ ผู้สอนสามารถแยกกันสอนได้ เช่น กิจกรรมเข้าค่ายดนตรี กิจกรรมเข้าค่ายภาษาอังกฤษ กิจกรรมเข้าค่ายศิลปะ เป็นต้น ตัวอย่าง เช่น ครูวิชาวิทยาศาสตร์ ภาษาไทย และดนตรี วางแผนร่วมกันสอนเป็นคณะ โดยกำหนดโครงการที่จะให้นักเรียนทำในโอกาสที่จะจัดแสดงงานวันสิ่งแวดล้อมโลก ซึ่งโครงการคือ “การเขียนบทละครเรื่องความสำคัญของการรักษาสิ่งแวดล้อม”
 ครูแต่ละคนจะร่วมกันสอน เสนอกิจกรรมต่างๆเพื่อช่วยในการทำกิจกรรมของนักเรียน นักเรียนอาจได้ไปดูการกำจัดขยะของเทศบาล มีกิจกรรมตรวจวัดมลพิษ ฝึกหัดการเขียนเพลงที่จะใช้เปิดการแสดง การนำความรู้ที่ได้จากการค้นคว้ามาผูกเป็นเรื่องราวต่างๆ และเขียนบทละคร เพื่อแสดงในวันงาน เป็นต้น

 **5. ขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการ**
 ธีระชัย ปูรณโชติ (2545) ได้แบ่งกล่าวถึงวิธีการสร้างบทเรียนแบบบูรณาการว่ามีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี ซึ่งแต่ละวิธีครูสามารถดำเนินการได้ดังนี้

 1. เลือกหัวข้อเรื่องก่อน แล้วดำเนินการพัฒนาหัวข้อเรื่องให้สมบูรณ์มีการกำหนดวัตถุประสงค์ของกิจกรรมให้ชัดเจน กำหนดแหล่งข้อมูลหรือทรัพยากรที่จะใช้ในการค้นคว้าและเรียนรู้และพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

 ขั้นที่ 1 เลือกหัวเรื่อง โดยวิธีต่อไปนี้
 1.1 ระดมสมองของครูและนักเรียน
 1.2 เน้นที่การสอดคล้องกับชีวิตจริง
 1.3 ศึกษาเอกสารต่างๆ
 1.4 ทำหัวเรื่องให้แคบลงโดยคำนึงถึงความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ความสะดวกในการเชื่อมโยงระหว่างวิชาความรู้และความสนใจของนักเรียน
 ขั้นที่ 2 พัฒนาหัวเรื่อง ดังนี้
 2.1 เขียนวัตถุประสงค์โดยกำหนดความรู้และความสามารถที่ต้องการจะให้เกิดแก่ผู้เรียน เขียนวัตถุประสงค์ในลักษณะที่จะช่วยให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างวิชา กำหนดวัตถุประสงค์เพื่อนำไปสู่กิจกรรม
 2.2 กำหนดเวลาในการสอนให้เหมาะสมกับกำหนดเวลาต่างๆตามปฏิทินของโรงเรียน เช่น จะสอนเมื่อใด ใช้เวลาเท่าไร ยืดหยุ่นได้หรือไม่ ต้องการใช้เวลาออกสำรวจหรือทำกิจกรรมนอกห้องเรียนหรือไม่ ฯลฯ
 2.3 จองเครื่องมือเครื่องใช้ที่จำเป็นในการทำกิจกรรม
 ขั้นที่ 3 ระบุทรัพยากรที่ต้องการ ควรคำนึงถึงทรัพยากรที่หาง่าย แล้วติดต่อแหล่งทรัพยากร
 ขั้นที่ 4 พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้
 4.1 พัฒนากิจกรรมที่ช่วยให้เกิดความเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาอื่น
 4.2 ตั้งจุดมุ่งหมายของกิจกรรมให้ชัดเจน
 4.3 เลือกวิธีที่ครูวิชาต่างๆจะทำร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิชา
 4.4 เลือกวิธีการสอนที่จะใช้
 4.5 สร้างเอกสารแนะนำการปฏิบัติกิจกรรม
 4.6 สิ่งที่ครูควรจะต้องเตรียมล่วงหน้าอาจประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้
 1) ใบความรู้
 2) ใบงาน
 3) แบบบันทึก (ซึ่งอาจเป็นแบบที่ครูออกแบบให้เลย หรืออาจเป็นแบบบันทึกที่นักเรียนจะต้องช่วยกันออกแบบก็ได้)
 4) สื่อและอุปกรณ์อื่นๆ

 5) แบบประเมิน
 ฯลฯ
 ขั้นที่ 5 ดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนการสอนที่เตรียมไว้ โดย
 5.1 พยายามปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ แต่อาจปรับกิจกรรมตามความสนใจของนักเรียน
 5.2 ดำเนินการให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ตลอดหน่วยการเรียน
 5.3 ร่วมมือกับครูคนอื่น มีการพบปะกันเป็นระยะเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้า
 ขั้นที่ 6 ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน โดยครูควรกระทำตลอดเวลาเอประโยชน์ในการปรับปรุงงาน ครูอาจให้นักเรียนประเมินตนเองก็ได้ ครูควรใช้วิธีประเมินผลที่หลากหลาย และให้สอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริง เช่น สังเกตวิธีการและขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน ตรวจผลงาน ผลสอบ ประเมินจากการนำเสนอผลงานหรือผลงานของนักเรียน ประเมินจากการแสดงนิทรรศการของนักเรียน การสัมภาษณ์นักเรียน ฯลฯ
 ขั้นที่ 7 ประเมินกิจกรรมการเรียนการสอน โดยครูสำรวจจุดเด่น จุดด้อยของกิจกรรม แล้วบันทึกไว้เพื่อนำไปปรับปรุง
 ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างครูด้วยกัน เพื่อนำไปใช้ในการทำกิจกรรมในครั้งต่อๆไป
 2. เลือกมาตรฐาน ตัวชี้วัดและจุดประสงค์รายวิชาจาก 2 รายวิชาขึ้นไปก่อนแล้วนำมาสร้างเป็นหัวเรื่อง (theme) ที่ร่วมกันระหว่างมาตรฐานและตัวชี้วัดและจุดประสงค์รายวิชาที่เลือกไว้กำหนดแหล่งข้อมูลหรือทรัพยากรที่จะใช้ในการค้นคว้าและเรียนรู้ และพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับ โดยสามารถดำเนินการได้ดังนี้

 ขั้นที่ 1 เลือกมาตรฐาน ตัวชี้วัดและจุดประสงค์รายวิชาจาก 2 รายวิชาขึ้นไปที่จะนำมาบูรณาการกันโดยพิจารณาว่ามาตรฐาน ตัวชี้วัดและจุดประสงค์นั้นเกี่ยวข้องหรือไปด้วยกันได้ จึงนำมาบูรณาการกัน
 ขั้นที่ 2 นำมาตรฐาน ตัวชี้วัดและจุดประสงค์ดังกล่าวในขั้นที่ 1 มาสร้างเป็นหัวเรื่อง (theme) ที่ร่วมกันระหว่างมาตรฐาน ตัวชี้วัดและจุดประสงค์ที่เลือก
 ขั้นที่ 3 ระบุทรัพยากรที่ต้องการ

 ขั้นที่ 4 พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน
 ขั้นที่ 5 ดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนการสอนที่เตรียมไว้
 ขั้นที่ 6 ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน
 ขั้นที่ 7 ประเมินกิจกรรมการเรียนการสอน
 ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างครูด้วยกัน
 สำหรับการสอนแบบบูรณาการแบบพหุวิทยาการและแบบข้ามวิชาหรือเป็นคณะนั้นเนื่องจากงานหรือโครงการที่มอบหมายให้นักเรียนทำนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาหลายวิชา ดังนั้นการสร้างบทเรียนในขั้นของการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน จำต้องเน้นการกำหนดโครงงาน หรือโครงการให้นักเรียนได้ทำ ซึ่งงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะต้องทำมีอยู่ด้วยกัน 4 ประเภทคือ
 1. ข้อสรุป หมายถึง ข้อสรุปทั่วไปที่สร้างขึ้นจากการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

 2. กระบวนการ หมายถึง วิธีดำเนินการโดยละเอียดในการแก้ปัญหา หรือในการทำงาน เช่น การทำโครงการที่เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป

 3. สิ่งประดิษฐ์ หมายถึงชิ้นงานที่ทำขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหา หรือทำงานต่างๆ

 4. การแสดงออกทางทักษะปฏิบัติที่เป็นผลจากการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น การเขียน รูปปั้น หุ่นจำลอง โมเดล การเขียนบทความวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

**การเรียนแบบร่วมมือ** การเรียนแบบร่วมมือเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาการทำงานและความรับผิดชอบในการเรียนร่วมกันของผู้เรียน

  **1. ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ**
 บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์ (2549) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ร่วมกันแบบร่วมมือว่า หมายถึงการที่นักเรียนมาเรียนด้วยกันเป็นกลุ่มเล็กและมีการทำงานด้วยกันเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายร่วมกัน เป็นวิธีเรียนวิธีหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจและนำไปประยุกต์ในการเรียนการสอนทุกวิชาและทุกระดับชั้น
 อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546 : 121) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือว่า หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถต่างกันได้ร่วมมือกันทำงานกลุ่มด้วยความตั้งใจและต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ในกลุ่มดำเนินไปสู่เป้าหมายของงานได้

 ทิศนา แขมมณี (2547 : 98) ได้พูดถึงการเรียนรู้แบบร่วมมือว่า คือการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกัน ประมาณ 3-6 คนช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม
 จากความหมายที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ว่าจะพบว่าการเรียนแบบร่วมมือจะต้องมีลักษณะ คือ กลุ่มเป็นกลุ่มขนาดเล็ก และกลุ่มแต่ละกลุ่มคละความสามารถ
 3. มีการทำงานร่วมกันมีความสัมพันธ์กันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม
 4. มีหน้าที่รับผิดชอบที่ชัดเจน
 5. รับผิดชอบร่วมกันโดยยึดหลักความสำเร็จของกลุ่มถือว่าเป็นความสำเร็จของทุกคน ความสำเร็จของทุกคนถือเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

 **2. วัตถุประสงค์ของการเรียนแบบร่วมมือ**
 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีวัตถุประสงค์ดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545 : 125 และอาภรณ์ ใจเที่ยง , 2546 : 221)
 1. เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และรับฝึกทักษะกระบวนการกลุ่ม ได้ฝึกทบทวนหน้าที่ และความรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม

 2. เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดค้น ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทักษะการวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ การตั้งคำถาม การตอบคำถาม การพูด การใช้ภาษา ฯลฯ

 3. เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะทางสังคม การอยู่ร่วมกันกับผู้อื่น เป็นคนมีน้ำใจ ช่วยเหลือผู้อื่น การเสียสละ การยอมรับซึ่งกันและกัน การไว้วางใจ การเป็นผู้นำ ฯลฯ

 **3. องค์ประกอบสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ**
 การเรียนแบบร่วมมือจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการดังนี้
 1. การพึ่งพาอาศัยกัน (positive independent)
 การเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีความตระหนักว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญกัน ความสำเร็จของกลุ่มขึ้นกับสมาชิกกลุ่มทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของบุคคลและกลุ่มขึ้นอยู่กับกันและกัน แต่ละคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตน แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องช่วยเหลือสมาชิกของกลุ่มคนอื่นๆด้วย เพื่อประโยชน์ร่วมกัน ทุกคนมีความสำคัญเท่าเทียมกัน ครูสามารถจัดกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนสามารถช่วยเหลือพึ่งพากันได้หลายวิธี เช่น การให้ผู้เรียนมีเป้าหมายเดียวกันหรือให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการทำงาน/การเรียนร่วมกัน การให้รางวัลตามผลงานของกลุ่ม การให้งานหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ทุกคนต้องทำหรือใช้ร่วมกัน การมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกันให้แต่ละคน
 2. มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดในเชิงสร้างสรรค์ (face to face primitive interaction)
 การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ นักเรียนจะนั่งเรียนกันเป็นกลุ่มหันหน้าเข้าหากันเพื่อที่จะได้ซักถาม ตอบปัญหา อธิบาย โต้ตอบซึ่งกันและกัน ให้สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน ยอมรับเหตุผลของผู้อื่น โต้เถียงกันด้วยเหตุผล รู้จักสนับสนุนและกล่าวชมผู้อื่น เป็นการฝึกทักษะพื้นฐานของการอยู่ร่วมกันในสังคม
 3. หน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน (individual accountability)
 ครูผู้สอนจะต้องตรวจสอบว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบต่อกลุ่มหรือไม่ เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มการเรียนรู้ทุกคนจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ และพยายามทำงานที่ไดรับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถไม่มีใครจะได้รับประโยชน์โดยไม่ทำหน้าที่ของตนเอง ดังนั้นภายในกลุ่มต้องมีระบบการตรวจสอบผลงาน ทั้งที่เป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม ซึ่งวิธีในการจัดกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้ทุกคนทำหน้าที่ของตนเองอย่างเต็มที่มีหลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มให้เล็กเพื่อให้มีการดูแลกันอย่างทั่วถึง ทดสอบเป็นรายบุคคล การสุ่มเรียกชื่อให้รายงาน โดนครูต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนภายในกลุ่ม จัดให้มีผู้สังเกตการณ์ภายในกลุ่มหรืออาจให้มีการสอนกันเองภายในกลุ่ม เป็นต้น
 4. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (interdependence and small group skills)
 การเรียนแบบร่วมมือจะสำเร็จลงได้จะต้องอาศัยทักษะที่สำคัญหลายประการ ดังนั้นผู้เรียนควรจะได้รับการฝึกทักษะเหล่านี้เพื่อให้การเรียนรู้ร่วมกันประสบความสำเร็จ เช่น ทักษะการสื่อสาร เพื่อใช้ในการอธิบายซึ่งกันและกัน ทักษะการทำงานกลุ่ม ฝึกการจัดกลุ่มอย่างรวดเร็ว การทำงานในกลุ่ม หน้าที่รับผิดชอบและการไม่รบกวนกลุ่มอื่น การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม การยอมรับกันและกัน การแสดงความคิดเห็น อธิบายหรือโต้ตอบ แบ่งปันอุปกรณ์ และช่วยเหลือแนะนำกัน สร้างบรรยากาศที่ดีในการทำงาน ทักษะการสร้างความรู้ถือเป็นทักษะที่ใช้ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจของกลุ่ม เป็นการกระตุ้นให้เกิดความคิดตามลำดับขึ้นอย่างมีเหตุผล
 5. กระบวนการกลุ่ม (group processing)

 หลังจากที่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มระยะหนึ่ง สมาชิกแต่ละคนจะประเมินผลการทำงานของตนเองและผลงานของกลุ่ม เพื่อที่จะรู้ถึงข้อบกพร่องและสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขและวางเป้าหมายในการทำงานกลุ่มครั้งต่อไปให้ดีและมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม
 การเรียนแบบร่วมมือสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากธรรมชาติของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูผู้สอนมักจะให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มอยู่แล้วแต่กลุ่มที่เกิดขึ้นอาจไม่ใช่กลุ่มเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ดังนั้นครูอาจนำเทคนิคการสอนในแบบร่วมมือมาใช้เพื่อส่งเสริมให้เกิดกระบวนการกลุ่มเกิดการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการพัฒนาเรียนรู้ทั้งด้านการแก้ปัญหา การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้แต่ละครั้ง ความคิดที่หลากหลาย เนื่องจากนักเรียนได้ร่วมกันคิดร่วมกันแสดงความคิดเห็น สร้างนิสัยความรับผิดชอบร่วมกัน เกิดความร่วมมือกันภายในกลุ่ม เกิดทักษะทางสังคมและส่งเสริมการสร้างประชาธิปไตยในชั้นเรียน

 **4. ผลดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือ**
 ได้มีการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือพบว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือส่งผลดีต่อผู้เรียนในด้านต่างๆดังนี้ (Johnson, Johnson and Holubec, 1994, 1 ; 1 - 4 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2547 : 101-102)
 1. มีความพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายมากขึ้น (greater efforts to achieve) การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงขึ้น และมีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น (long-term retention) มีแรงจูงใจภายในและแรงจงใจในใฝ่สัมฤทธิ์ มีการใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เหตุผลดีขึ้นและคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น

 2. มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนดีขึ้น (more positive relationships among students) การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีน้ำใจนักกีฬามากขึ้น ใส่ใจผู้อื่นมากขึ้น เห็นคุณค่าของความแตกต่าง ความหลากหลาย การประสานสัมพันธ์และการรวมกลุ่ม
 3. มีสุขภาพจิตดีขึ้น (greater psychological health) การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีสุขภาพจิตดีขึ้น มีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเองและมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมและความสามารถในการเผชิญกับความเครียดและความผันแปรต่าง ๆ ผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือทั้ง 3 ด้านดังกล่าวแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนในแผนภาพ ดังนี้



ภาพที่ 6.5 ผลจากการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Johnson, Johnson and Holubec, 1994, 1 : 3)
ที่มา : ทิศนา แขมมณี, 2547 : 102.

 **5. บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ**
 ในการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ นอกจากครูจะต้องนำเอาองค์ประกอบทั้ง 5 ประการไปใช้แล้ว ครูควรต้องมีการวางแผนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นอย่างดี บทบาทของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือนั้นต้องมีอยู่ในทุกขั้นตอนของการเรียนการสอน โดยครูควรมีบทบาทดังนี้ (Johnson, Johnson & Holubec, 1994, 1 : 3 – 1 : 4 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2547 : 103 - 105)
 5.1 ด้านการวางแผนการจัดการเรียนการสอน
 5.1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียนทั้งด้านความรู้และทักษะกระบวนการต่างๆ
 5.1.2 กำหนดขนาดของกลุ่ม กลุ่มควรมีขนาดเล็ก ประมาณ 3-6 คน กลุ่มขนาด 4 คนจะเป็นขนาดที่เหมาะที่สุด
 5.1.3 กำหนดองค์ประกอบของกลุ่ม หมายถึง การจัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม ซึ่งอาจทำโดยการสุ่ม หรือการเลือกให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปกลุ่มจะต้องประกอบด้วยสมาชิกที่คละกันในด้านต่างๆ เช่น เพศ ความสามารถ ความถนัด เป็นต้น

 5.1.4 กำหนดบทบาทของสมาชิแต่ละคนในกลุ่ม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์นอย่างใกล้ชิดและมีส่วนร่วมในการทำงานอย่างทั่วถึง ครูควรมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานให้ทุกคน และบทบาทหน้าที่นั้นๆ จะต้องเป็นส่วนหนึ่งของงานอันเป็นจุดมุ่งหมายของกลุ่ม ครูควรจัดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกให้อยู่ในลักษณะที่จะต้องพึ่งพาอาศัยและเกื้อกูลกัน บทบาทหน้าที่ในการทำงานเพื่อการเรียนรู้มีจำนวนมาก เช่น บทบาทผู้นำกลุ่ม ผู้สังเกตการณ์ เลขานุการ ผู้เสนอผลงาน ผู้ตรวจสอบผลงาน เป็นต้น
 5.1.5 จัดสถานที่ให้เหมาะสมในการทำงานและการมีปฏิสัมพันธ์กัน ครูจำเป็นต้องคิดออกแบบการจัดห้องเรียนหรือสถานที่ที่จะใช้ในการเรียนรู้เอื้อและสะดวกต่อการทำงานของกลุ่ม
 5.1.6 จัดสาระ วัสดุ หรืองานที่จะให้ผู้เรียนทำ วิเคราะห์สาระ/งาน/หรือวัสดุที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และจัดแบ่งสาระหรืองานนั้นในลักษณะที่ให้ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนในการช่วยเหลือกลุ่มและพึ่งพากันในการเรียนรู้
 5.2 ด้านการสอน
 ครูควรมีการเตรียมกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนี้
 5.2.1 อธิบายชี้แจงเกี่ยวกับงานของกลุ่ม ครูควรอธิบายถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียน เหตุผลในการดำเนินการต่างๆ รายละเอียดของงานและขั้นตอนในการทำงาน

 5.2.2 อธิบายเกณฑ์การประเมินผลงาน ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจตรงกันว่าความสำเร็จของงานอยู่ตรงไหน งานที่คาดหวังจะมีลักษณะอย่างไร เกณฑ์ในการวัดความสำเร็จของงานคืออะไร
 5.2.3 อธิบายความสำคัญและวิธีการของการพึ่งพาและเกื้อกูลกัน ครูควรอธิบายกฎเกณฑ์ ระเบียบ กติกา บทบาทหน้าที่ และระบบการให้รางวัลหรือประโยชน์ที่กลุ่มจะได้รับในการร่วมมือกันเรียนรู้
 5.2.4 อธิบายวิธีการช่วยเหลือกันระหว่างกลุ่ม
 5.2.5 อธิบายถึงความสำคัญและวิธีการในการตรวจสอบความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่แต่ละคนได้รับมอบหมาย เช่น การสุ่มเรียกชื่อผู้เสนอผลงาน การทดสอบ การตรวจสอบผลงาน เป็นต้น
 5.2.6 ชี้แจงพฤติกรรมที่คาดหวัง หากครูชี้แจงให้ผู้เรียนได้รู้อย่างชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคาดหวังที่มีต่อตนและพยายามจะแสดงพฤติกรรมนั้น

 5.3 ด้านการควบคุมกำกับและการช่วยเหลือกลุ่ม

 5.3.1 ดูแลให้สมาชิกกลุ่มมีการปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด

 5.3.2 สังเกตการณ์การทำงานร่วมกันของกลุ่มตรวจสอบว่าสมาชิกกลุ่มมีความเช้าใจในงานหรือบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายหรือไม่ สังเกตพฤติกรรมต่างๆของสมาชิกให้ข้อมูลป้อนกลับ ให้แรงเสริม และบันทึกข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของกลุ่ม

 5.3.3 เข้าไปช่วยเหลือกลุ่มตามความเหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงานและการทำงาน เมื่อพบว่ากลุ่มต้องการความช่วยเหลือ ครูสามารถเข้าไปชี้แจง สอนซ้ำ หรือให้ความช่วยเหลืออื่นๆ
 5.3.4 สรุปการเรียนรู้ครูควรให้กลุ่มสรุปประเด็นการเรียนรู้ที่ได้จากการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้มีความชัดเจนขึ้น
 5.4 ด้านการประเมินผลและวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้
 5.4.1 ประเมินผลการเรียนรู้ ครูประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

 5.4.2 วิเคราะห์กระบวนการทำงานและกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ครูจัดให้ผู้เรียนมีเวลาในการวิเคราะห์การทำงานของกลุ่มและพฤติกรรมของสมาชิกกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มมีโอกาสเรียนรู้ที่จะปรับปรุงส่วนบกพร่องของกลุ่ม
 บทบาทของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะส่งผลต่อความสำเร็จของการเรียนรู้ โดยผู้เรียนจะต้องรู้หน้าที่ของตนเอง รู้เป้าหมายของการทำงานร่วมกัน ดังนั้นในการเรียนรู้แต่ละครั้งผู้เรียนควรมีความเข้าใจในบทบาทของตนเอง ดังนี้
 1. ไว้วางใจซึ่งกันและกันและพัฒนาทักษะการสื่อความหมาย
 2. ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง สมาชิกคนหนึ่งจะทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานคนหนึ่งทำหน้าที่เลขานุการ ส่วนสมาชิกที่เหลือทำหน้าที่เป็นผู้ร่วมทีม สมาชิกทุกคนต้องดีรับมอบหมายหน้าที่รับผิดชอบ
 3. ให้เกียรติและรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกกลุ่มทุกคน
 4. รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนในกลุ่ม ผู้เรียนจะร่วมกันทำกิจกรรม กำหนดเป้าหมายของกลุ่ม แลกเปลี่ยนความรู้ วัสดุอุปกรณ์ ให้กำลังใจซึ่งกันและกันให้ปฏิบัติงานตามหน้าที่ และช่วยกันควบคุมเวลาในการทำงาน

 **6. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ**
 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีลำดับขั้นตอนดังนี้ (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2546 : 122 - 123)

 1. ขั้นเตรียมการ
 1.1 ชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียน
 1.2 จัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 6 คน มีสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน ผู้สอนแนะนำวิธีการทำงานกลุ่มและบทบาทของกล่มสมาชิกในกลุ่ม
 2. ขั้นสอน
 2.1 นำเข้าสู่บทเรียน บอกปัญหาหรืองานที่ต้องการให้กลุ่มแก้ไขหรือคิดวิเคราะห์หาคำตอบ
 2.2 ผู้สอนแนะนำแหล่งข้อมูล ค้นคว้า หรือข้อมูลพื้นฐานสำหรับการคิดวิเคราะห์
 2.3 ผู้สอนมอบหมายงานที่กลุ่มต้องทำให้ชัดเจน

 3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม
 3.1 ผู้เรียนร่วมมือกันทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับ ทุกคนร่วมกันรับผิดชอบ ร่วมคิดร่วมแสดงความคิดเห็น การจัดกิจกรรมในขั้นนี้ ครูควรใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจที่น่าสนใจและเหมาะสมกับผู้เรียน เช่น การเล่าเรื่องรอบวง มุมสนทนา คู่ตรวจสอบ คู่คิดทั้งนี้แล้วแต่เทคนิค วิธีการที่ผู้สอนใช้ เช่น STAD TGT Jigsaw ฯลฯ
 3.2 ผู้สอนสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม คอยเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้ความกระจ่าง ในกรณีที่ผู้เรียนสงสัยต้องการความช่วยเหลือ
 4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ขั้นนี้ผู้เรียนจะรายงานผลการทำงานกลุ่ม ผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่นอาจซักถามเพื่อให้เกดความกระจ่างชัดเจน เพื่อเป็นการตรวจสอบผลงานของกลุ่มและรายบุคคล
 5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ขั้นนี้ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ผู้สอนควรช่วยเสรอมเพิ่มเติมความรู้ ช่วยคิดให้ครบตามเป้าหมายการเรียนที่กำหนดไว้ และช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่มทั้งส่วนที่เด่นและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไข

 **7. เทคนิคใช้ในการสอนแบบร่วมมือ**
 เทคนิควิธีการสอนแบบร่วมมือมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีขั้นตอนและกิจกรรม ดังนี้

 1. ปริศนาความคิด (Jigsaw)
 ปริศนาความคิดเป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมความร่วมมือและถ่ายทอดความรู้ระหว่างเพื่อนในกลุ่มเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะกระบวนการทางสังคม และความรับผิดชอบ โดยให้สมาชิกในกลุ่ม รับผิดชอบศึกษาในหัวข้อที่แตกต่างกัน ซึ่งเรียกว่า กลุ่มบ้าน (home group) แล้วสมาชิกของแต่ละกลุ่มที่ได้หัวข้อเดียวกันจะมาร่วมกันเรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (expert group) เมื่อทำงานหรือศึกษาจนเข้าใจแล้วก็จะกลับไปที่กลุ่มของตนเอง นำความรู้ที่ได้จากากรศึกษาอภิปรายในกลุ่ม ผู้เชี่ยวชาญมาสรุปให้กลุ่มตนเองหรือกลุ่มบ้านฟัง เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มได้รู้เนื้อหาสาระครบทุกหัวข้อย่อยจนเกิดการเรียนรู้ซึ่งกันและกันจนครบเนื้อหาทั้งหมด ลักษณะการจัดกลุ่มเป็นไปดังภาพ



ภาพที่ 6.6 แสดงการแบ่งกลุ่มตามกลุ่มบ้านและกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนปริศนาความคิด (Jigsaw) มีขั้นตอนดังนี้
 1. ขั้นเตรียมเนื้อหา ครูผู้สอนจะต้องเตรียมเนื้อหาที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ออกเป็นหัวข้อย่อยๆเท่ากับจำนวนสมาชิกภายในกลุ่ม เช่น กลุ่มนี้มีสมาชิก 6 คน ก็แบ่งหัวข้อย่อยออกเป็น 6 หัวข้อ
 2. ขั้นจัดกลุ่มผู้เรียน
 2.1 ครูผู้สอนจัดกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน โดยคละความสามารถกลุ่มละเท่ากัน โดยเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้าน
 2.2 แจกเอกสาร อุปกรณ์ให้แต่ละกลุ่ม (ทุกกลุ่มจะได้ศึกษาในเรื่องเดียวกัน) แต่ภายในกลุ่มจะศึกษาในหัวข้อที่แตกต่างกัน
 3. ขั้นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้
 3.1 สมาชิกแต่ละกลุ่มที่ได้หัวข้อเรื่องเดียวกันให้มานั่งรวมกลุ่มใหม่ โดยกลุ่มใหม่นี้จะศึกษาในเรื่องเดียวกัน เรียกกลุ่มใหม่นี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ
 3.2 สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจะศึกษาเอกสารค้นคว้า สรุปเนื้อหาสาระในเรื่องเดียวกัน อภิปราย จนได้ข้อสรุปร่วมกัน ตลอดจนเตรียมการนำเสนอให้เพื่อนกลุ่มบ้านของตนเอง โดยผู้สอนจะต้องดูแลให้คำปรึกษาอภิปรายอย่างใกล้ชิด
 4. ขั้นสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเสนอความรู้ โดยสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจะกลับไปยังกลุ่มบ้านของตนเอง ผลัดกันอธิบาย ให้ความรู้เนื้อหาสมาชิกในกลุ่มของตนเองทีละคนจนครบ มีการซักถามข้อสงสัย ตอบปัญหาทบทวนจนเกิดความเข้าใจกันทุกคนภายในกลุ่ม
 5. ขั้นทดสอบความรู้ โดยผู้สอนจะให้ผู้เรียนแต่ละคนทำการทดสอบเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ที่ครอบคลุมทุกหัวข้อที่เรียนรู้ แล้วนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

 2. ปริศนาความคิด II (Jigsaw II)
 ปริศนาความคิด II เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นจากเทคนิคเดิม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนช่วยกันพึ่งพาในกลุ่มมากขึ้น กระบวนการ เหมือนของ Jigsaw ทุกประการเพียงแต่ในช่วงการประเมิน ครูจะนำคะแนนทุกคนในกลุ่มมารวมเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุดจะติดประกาศไว้ในป้ายประกาศของห้อง

 3. เทคนิคกลุ่มร่วมมือแข่งขัน (Teams Games Tournaments, TGT)
 เป็นกิจกรรมที่แบ่งผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเพื่อทำร่วมกัน กลุ่มละประมาณ 4-5 คน โดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้แข่งขันกันในเกมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนจัดไว้ ทำการทดสอบความรู้โดยการใช้เกมการแข่งขัน คะแนนที่ได้จากการแข่งขันของสมาชิก คะแนนที่ได้ของสมาชิกแต่ละคนในลักษณะการแช่งขันตัวต่อกับทีมอื่น นำเอามาบวกกันเป็นคะแนนของทีม โดยผู้สอนต้องใช้เทคนิคการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ ตลอดจนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
 องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT มีดังนี้
 1. การนำเสนอเนื้อหา เป็นการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียน โดยผู้สอนอาจใช้วิธีการบรรยาย อภิปราย หรือวิธีอื่น ๆ ก็ได้ อาจมีสื่อประกอบด้วยก็ได้ แต่ทั้งนี้เป้าหมายของการนำเสนอเนื้อหาก็คือ การที่เน้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาที่ครูนำเสนอ เนื่องจากจะต้องนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแข่งขัน เพื่อความสำเร็จของทีม
 2. การจัดทีม โดยเน้นคละความสามารถในทีมต้องมีการเตรียมตัวและพยายามทำความเข้าใจเนื้อหา โดยผู้เรียนอาจใช้แบบฝึกหัดเข้าช่วย หรือผลัดกันถามตอบ จนแน่ใจว่ากลุ่มของตนเองมีความเข้าใจใจเนื้อหาทั้งหมดแล้ว โดยมีจุดเน้นที่การให้กำลังใจเพื่อนร่วมทีมให้มากที่สุด การช่วยเหลือกันให้ทุกคนในทีมเข้าใจและเรียนรู้เหมือนกัน ทำให้ดีที่สุดเพื่อทีม
 3. เกม ควรเป็นเกมการตอบคำถามง่ายๆเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่ครูดนำเสนอแล้ว โดยผู้เล่นเกมจะเป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่มจะมาเป็นผู้แข่งขัน
 4. การแข่งขัน การแข่งขันกันตอบคำถาม จะเป็นการแข่งขันกันระหว่างกลุ่มหรือระหว่างทีม ผู้แข่งขันต้องผ่านการเตรียมพร้อมจากกลุ่มมาแล้ว โดยครูอาจจัดแข่งขัน โดยจะมีตัวแทนแต่ละกลุ่มเข้าร่วมแข่งขัน
 5. การยอมรับความสำเร็จของทีม นำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มหรือทีมที่ได้มารวมกัน หาค่าเฉลี่ยของคะแนนแต่ละกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนมากจะชนะเลิศและได้รับการยอมรับ มีการมอบรางวัล ชมเชย หรือประกาศผลและเผยแพร่สู่สาธารณะ
 วิธีการในการจัดกิจกรรม TGT มีลำดับขั้นตอนดังนี้
 ครูนำเสนอบทเรียนหรือความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน โดยอาจนำเสนอด้วยการเรียนการสอนที่น่าสนใจ หรือใช้การอภิปรายทั้งห้องเรียนโดยครูเป็นผู้ดำเนินการ

 1. แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยจัดให้คละความสามารถและเพศ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน (เรียกกลุ่มนี้ว่า study group หรือ home group) กลุ่มเหล่านี้จะศึกษาทบทวนเนื้อหาความรู้ที่ครูนำเสนอ สมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถสูงกว่าจะช่วยเหลือสมาชิกที่มีความสามารถด้อยกว่า เพื่อเตรียมกลุ่มสำหรับการแข่งขันในช่วงท้ายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียน
 2. จัดการแข่งขันโดยจัดโต๊ะแข่งขันและทีมแข่งขัน (tournament team) ที่มีตัวแทนของแต่ละกลุ่ม (ตามข้อ 1) ที่มีความสามารถใกล้เคียงกันมาร่วมกันแข่งขัน ตามรูปแบบและกติกาที่กำหนด ข้อคำถามที่ใช้ในการแข่งขันจะเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาแล้วและมีการฝึกฝนเตรียมพร้อมในกลุ่มมาแล้ว ควรให้ทุกโต๊ะแข่งขันโดยเริ่มแข่งขันพร้อมกัน
 3. ให้คะแนนการแข่งขันโดยให้จัดลำดับคะแนนผลการแข่งขันในแต่ละโต๊ะ แล้วผู้เล่นจะกลับเข้ากลุ่มเดิมของตน
 4. นำคะแนนการแข่งขันของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของทีม ทีมที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุดจะได้รับรางวัล

 4. การเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD (Student Teams Achievement Divisions)
 เป็นเทคนิคการเรียนแบบร่วมมืออีกวิธีหนึ่งที่คล้ายกับ tgt แต่จะใช้การทดสอบรายบุคคลแทนการแข่งขันโดยมีลำดับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้
 การนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่ โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจ ใช้การสอนโดยตรงหรือตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปราย
 1. กลุ่มละ 4-5 คน ให้สมาชิกมีความสามารถคละกัน มีทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ
 2. แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอจนเข้าใจ
 3. ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบ (quiz) เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน
 4. ตรวจคำตอบของผู้เรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม
 5. กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากันให้ใช้คะแนนเฉลี่ยแทนคะแนนรวม) จะได้รับคำชมเชย โดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ดหรือป้ายของห้องเรียน

 5. การเรียนรู้โดยใช้เทคนิคสืบเสาะมารวมกัน (Co-op Co-op)
 เป็นวิธีการที่เน้นการศึกษาค้นคว้า ที่ผู้เรียนจะควบคุมกันเองในการเลือกหน่วยการเรียนหน่วยใหญ่ ซึ่งผู้เรียนต้องแบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อย่อยๆกันเองภายในกลุ่ม โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าตามความสนใจและฝึกทักษะในการรวบรวมข้อมูลและจำแนกอย่างเป็นระบบ รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง การพึ่งพาอาศัยกัน ตลอดจนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม
 1. แบ่งกลุ่มนักเรียน คละความสามารถ เพศ พื้นฐานทางครอบครัว กลุ่มละ 4-6 คน เรียกว่ากลุ่มเดิม (home group)
 2. ผู้สอนนำประเด็นที่ศึกษาหน่วยใหญ่หลายๆหน่วยมาให้นักเรียนเลือกศึกษาและให้ผู้เรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์ จำแนกออกเป็นหัวข้อย่อยๆ เพื่อจะนำไปศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (expert group) โดยผู้เรียนกลุ่มเดิมจะแยกกันไปเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ตามหัวข้อย่อยที่ตกลงกัน ตัวอย่างเช่น ผู้สอนให้ประเด็นเรื่องพืช สัตว์ น้ำ เป็นต้น ผู้เรียนตกลงเลือกเรื่องน้ำ แนวการแบ่งหัวข้อย่อยของผู้เรียนคือ คุณสมบัติของน้ำ ความสำคัญของน้ำต่อชีวิต แหล่งน้ำต่าง ๆ วัฏจักรของน้ำ
 3. ให้สมาชิกกลุ่มเชี่ยวชาญ นำเสนอสิ่งที่คนเองไปศึกษาค้นคว้ามาให้สมาชิกในกลุ่มเดิมได้รับรู้ โดยการรายงานวิธีการต่างๆ เช่น วิธีการสาธิต อ่านรายงาน รูปถ่าย แผนภูมิ ภาพวาด เป็นต้น
 4. สมาชิกกลุ่มเดิมช่วยกันอภิปรายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อย่อยกับหน่วยการเรียนใหญ่
 5. ผู้สอนกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มได้มีการอภิปรายซักถามปัญหาต่างๆ โดยสมาชิกแต่ละคนต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ แต่ละเรื่องที่เพื่อนๆนำเสนอ
 6. ผู้สอนและผู้เรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปราย สรุปประเด็นศึกษาหน่วยใหญ่เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อย่อ
 6. เล่าเรื่องรอบวง (round robin)
 เป็นวิธีการเรียนที่เปิดโอกาสให้สมาชิกทุกคนเล่าประสบการณ์ความรู้ในประเด็นที่ศึกษาโดยใช้เวลาที่เท่ากัน เป็นการพัฒนาทักษะการสื่อความหมายของผู้เรียนทบทวนความรู้พื้นฐานและเสริมสร้างความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษา โดยจะเป็นกลุ่มที่มีขนาดเล็ก (4 คน) ที่คละความสามารถ ประเด็นที่ศึกษาควรอยู่ในความสนใจของผู้เรียนเกี่ยวข้องกับบทเรียน ขั้นตอนการดำเนินการเป็นดังนี้

 1. แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน และกำหนดหมายเลขประจำตัวของผู้เรียนแต่ละคนตามลำดับ
 2. แจ้งประเด็นที่ศึกษาให้แต่ละกลุ่มทราบ

 3. ให้สมาชิกภายในกลุ่มจับคู่กันเล่าเรื่องราวหรือประสบการณ์โดยใช้เวลาเท่า ๆ กันตามลำดับขั้นตอนดังนี้
 ขั้นที่ 1 สมาชิกหมายเลข 1 จับคู่กับหมายเลข 2 และหมายเลข 3 จับคู่กับหมายเลข 4 ให้หมายเลข 1 และ 3 เป็นผู้เล่า หมายเลข 2 และ 4 เป็นผู้ฟัง
 ขั้นที่ 2 เปลี่ยนผู้เล่าและผู้ฟังโดยให้สมาชิกหมายเลข 2 และ 4 เป็นผู้เล่าและหมายเลข 1 และ 3 เป็นผู้ฟัง
 ขั้นที่ 3 ให้แต่ละคนผลัดกันเล่าให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง โดยเริ่มจากหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ
 ขั้นที่ 4 ผู้สอนซักถามปัญหาเกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษาแล้วสุ่มหมายเลขประจำตัวสมาชิกในกลุ่มเป็นผู้ตอบปัญหา

 7. มุมสนทนา (corners)
 เป็นเทคนิคที่ช่วยสร้างความสามัคคีในชั้นเรียน ขั้นตอนการเรียนเริ่มต้นด้วยการตัดให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มย่อยเข้าไปนั่งตามมุมหรือจุดต่างๆที่ผู้สอนยกขึ้นมา หลังจากนั้นจะเปิดโอกาสให้สมาชิกในมุมใดมุมหนึ่งอธิบายเรื่องราวที่ตนได้ศึกษาให้เพื่อนในมุมอื่นฟัง

 8. คู่ตรวจสอบ (pair check)
 เป็นเทคนิคที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 หรือ 6 คน สมาชิกในกลุ่มจับคู่กันทำงาน เมื่อได้รับโจทย์ปัญหาหรือแบบฝึกหัดจากผู้สอน ผู้เรียนคนหนึ่งจะเป็นคนแก้โจทย์หรือตอบปัญหา อีกคนหนึ่งทำหน้าที่เสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา หลังจากทำโจทย์เสร็จครบแต่ละข้อ แต่ละคู่จะนำคำตอบมาแลกเปลี่ยนและตรวจสอบคำตอบกับคู่อื่นในกลุ่ม

 9. คู่คิด (think-pair share)
 เป็นเทคนิคที่เริ่มต้นจากการที่ผู้สอนตั้งโจทย์คำถามให้ผู้เรียนในชั้นตอบ แต่ก่อนที่ผู้เรียนจะตอบผู้สอน ผู้เรียนจะต้องคิดหาคำตอบของตนเองก่อน หลังจากนั้นให้นำคำตอบของตนเองไปอภิปรายกับเพื่อนอีกคนหนึ่งที่นั่งติดกับตน เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องหรือดีที่สุดแล้วจึงนำคำตอบนั้นมาเล่าให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

 10. เพื่อนเรียน (partners)
 ผู้เรียนจับคู่เพื่อช่วยเหลือกันเรียนและทำความเข้าใจเนื้อหาที่เป็นความคิดรวบยอดที่สำคัญ ในบางครั้งคู่หนึ่งอาจไปขอคำแนะนำ คำอธิบายจากคู่อื่นๆที่คาดว่าจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวดีกว่า และเช่นเดียวกันเมื่อผู้เรียนคู่นั้นเกิดความเข้าใจที่แจ่มชัดแล้ว ก็จะเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียนคู่อื่น ๆ ต่อไป
 จากที่ยกตัวอย่างเทคนิคการจัดการเรียนรู้ทั้ง 10 วิธีการ ถือว่าเป็นวิธีการที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สมาชิกทุกคนมีบทบาทหน้าที่ที่จะต้องรับผิดชอบร่วมกัน สามารถตรวจสอบได้ มีการพึ่งพาอาศัยกันภายในกลุ่ม ฝึกความรับผิดชอบ ความเป็นผู้นำ ผู้ตาม ตลอดจนการเคารพในสิทธิของกันและกัน มีการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน รวมทั้งมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานกลุ่มเพื่อมุ่งเพิ่มประสิทธิภาพของผลงานที่จะออกมาร่วมกัน ซึ่งวิธีการเหล่านี้ครูวิทยาศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆได้เป็นอย่างดี อันจะส่งผลต่อคุณภาพการจัดการเรียนการสอนทั้งในด้านความรู้ เจตคติ และกระบวนการที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียนต่อไป

**การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเทอร์เน็ต**
 ปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทสำคัญที่ทำให้วิถีชีวิตของคนปัจจุบันทันสมัย ทันเหตุการณ์ เพราะอินเทอร์เน็ตจะเสนอข่าวสารที่ทันสมัยทุกวัน อีกทั้งเป็นแหล่งสารสนเทศสำหรับทุกวงการ สามารถค้นหาสิ่งที่ต้องการได้โดยไม่ต้องเสียเวลาเดินทาง

 จากศักยภาพของอินเทอร์เน็ตที่มีอยู่มากมายจึงสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์กับการศึกษาได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการติดต่อสื่อสาร อภิปราย แลกเปลี่ยนและสอบถามข้อมูลข่าวสารความคิดเห็น ทั้งกับผู้สนใจศึกษาในสื่อเรื่องเดียวกันหรือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆรวมทั้งการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการค้นคว้าหาข้อมูลในการเรียนรู้ของตนเอง ดังนั้นการศึกษาผ่านอินเทอร์เน็ตจึงเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เกิดจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอเนื้อหาและการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน มีการผสมผสานสื่อหลากหลายชนิดเข้าด้วยกัน เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพยนตร์ ฯลฯ อีกทั้งยังเอื้อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอนทั้งเวลาจริงหรือต่างเวลากันทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่ต้องมีการประสานงานกัน การจัดการเรียนผ่านเว็บ (Web Based Instruction - WBI) จึงตอบสนองการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยเป็นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ประยุกต์คุณลักษณะของอินเทอร์เน็ต โดยนำทรัพยากรที่มีอยู่ในเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) มาเป็นสื่อกลางเพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆไม่ว่าจะเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิง เอกสารประกอบการเรียน บทเรียนสำเร็จรูป หรือแม้กระทั่งหลักสูตรวิชา เนื่องจากเวิลด์ไวด์เว็บ เป็นบริการบนอินเทอร์เน็ตที่มีแหล่งข้อมูลอยู่มากมายและหลายรูปแบบทั้งตัวอักษร ภาพนิ่ง การเคลื่อนไหวหรือเสียง โดยอาศัยคุณลักษณะของการเชื่อมโยงหลายมิติ (hypertext) หรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia) เพื่อเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้ด้วยกันและเป็นกากรนำประโยชน์ของเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการค้นคว้าข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นการตอบสนองแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นหลัก นั่นคือ มิใช่การสอนที่เป็นการถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนเพียงฝ่ายเดียว แต่เป็นการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายและเกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ โดยใช้เทคโนโลยีและสื่อสารสนเทศต่างๆให้เป็นประโยชน์ กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ เพราะข้อมูลบนเว็บมีลักษณะเป็นพลวัตร (dynamic) ทำให้เนื้อหาการเรียนมีความยืดหยุ่นมากกว่าเดิมและเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญและเปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงเนื้อหาหลักสูตรให้ทันสมัยได้อย่างสะดวกสบาย
 **1. จุดมุ่งหมายของการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน**
 เป็นที่ประจักษ์ชัดแล้วว่าสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษาทำให้มีการขยายโอกาสการเรียนรู้แก่ทุกคน ตอบสนองต่อการศึกษาตลอดชีวิตได้อย่างดี ยิ่งในปัจจุบันมีการนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการเรียนการสอนกันอย่างแพร่หลาย โดยมีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศไว้ในหลักสูตรเพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุถึงความรู้และทักษะด้านสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบกับแผนแม่บทของการศึกษาแห่งชาติและการกำหนดนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อให้สอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษา โดยการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ ในในสถาบันการศึกษาทั้งหมดและมีการวางเป้าหมายสำคัญให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนตามประสิทธิภาพที่พอเพียงอย่างทั่วถึงกัน โดยมีวิสัยทัศน์และจุดมุ่งหมายสำคัญ สรุปได้ดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2548 : 93 - 95)

  **ด้านผู้เรียน**
 ผู้เรียนสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ตลอดชีวิตโดยมีจุดมุ่งหมาย คือ
 1. การรู้เทคโนโลยี (technology literacy) และการรู้สารสนเทศ (information literacy) ในระดับพื้นฐานเพื่อสามารถเข้าถึงและสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการค้นคว้า รวบรวม และประมวลผลจากแหล่งต่างๆและเพื่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่
 2. บูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีและทักษะการจัดการสารสนเทศเพื่อพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีม
 3. กระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาคุณค่า ทัศนคติ และจริยธรรมในเชิงบวกในการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ตลอดชีวิตและกระบวนการคิดอย่างวิเคราะห์
 4. ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสเข้าถึง ใช้ และเรียนรู้ทักษะสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตด้วยหลักสูตรพื้นฐาน
 5. ต้องจัดให้ผู้เรียนมีโอกาสในการใช้และพัฒนาความรู้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในทุกสาขา และเพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนมีการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศให้มากขึ้น
 6. กระบวนการเรียนการสอนต้องไม่จัดเฉพาะในชั้นเรียนเท่านั้น ผู้เรียนควรมีโอกาสสัมผัสโลกภายนอกผ่านเครือข่ายสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ การรู้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ และมีการพัฒนาการของทัศนคติที่ดีต่อสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ
 7. จัดหาคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อย่างเพียงพอและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศตามต้องการของแต่ละคน
 8. นักเรียนทุกคนที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาสามารถใช้โปรแกรมประมวลคำและตารางการคำนวณได้ นักเรียนสามารถเรียนรู้การเขียนคำสั่งโปรแกรม (coding) เบื้องต้นได้
 9. นักเรียนทุกคนในโรงเรียนที่ใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูลและเข้าถึงแหล่งสารสนเทศผ่านระบบออนไลน์ได้

 **ด้านผู้สอน**
 ผู้สอนควรมีความรู้และทักษะสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับสูงในระดับสูง รวมถึงความเข้าใจในการพัฒนาการของการใช้สื่อเทคโนโลยีในการเรียนการสอน โดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้
 1. สมรรถนะด้านสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศจะช่วยให้ผู้สอนมีความรู้อย่างกว้างขวาง มีวิสัยทัศน์ก้าวไหล เพื่อสามารถเป็นผู้แนะนำแก่ผู้เรียนได้
 2. คอมพิวเตอร์จะเป็นเครื่องมือหลักสำคัญสำหรับผู้สอนเพื่อเข้าถึงทรัพยากรการเรียน การเตรียมแผนการสอน ให้การบ้าน และติดต่อสื่อสารกับผู้ปกครองนักเรียน ผู้สอนคนอื่นๆและผู้บริหาร
 3. ผู้สอนควรได้รับการอบรมในการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและสามารถบูรณาการสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในกิจกรรมการเรียนการสอนได้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างวิเคราะห์และสร้างสรรค์
 4. ผู้สอนควรติดตามพัฒนาการและความก้าวหน้าของสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนได้
 5. ครูควรใช้คอมพิวเตอร์เป็น และสามารถใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นเพื่อการจัดการเรียนการสอนได้ และต้องจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทันสมัย

 **2. รูปแบบและการสอนผ่านสื่ออินเทอร์เน็ต**
 การเรียนการสอนผ่านระบบเวิลด์ไวด์เว็บนี้จัดเป็นเครือข่ายเพื่อการศึกษาโดยแท้จริง เพราะผู้ใช้หรือผู้เรียนจะต้องเข้าไปค้นคว้าหาก่อน จึงจะได้ข้อมูลที่ต้องการและกล่าวได้ว่าแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) เป็นส่วนหนึ่งนั้นถือได้ว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่ใหญ่ที่สุดในโลกเพราะเป็นการเชื่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วโลกเข้าด้วยกัน ปัจจุบันการเรียนการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ตมีการใช้กันมากที่สุด โดยเฉพาะประเทศที่มีโครงสร้างระบบโทรคมนาคมที่ดีและราคาถูก ประกอบกับโปรแกรมที่ใช้เขียนแบบเรียน (authoring tools) เชิงโต้ตอบรุ่นใหม่ ๆ ที่ทำให้การเขียนออกแบบบทเรียนเป็นเรื่องที่ง่ายขึ้นทำให้การเขียนบทเรียนเป็นที่แพร่หลายอีกทั้งการคิดค้นหาระบบการสื่อสารที่ทำให้การติดต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ตมีราคาที่ถูกลงแต่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ระบบการบริการอินเทอร์เน็ตที่สามาถนำมาใช้ในการสอนมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ ดังนี้

 2.1 ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์
 ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (electronic mail) เป็นโปรแกรมรุ่นแรก ๆ ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันในระบบอินเทอร์เน็ต เริ่มใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 ในปัจจุบันมีโปรแกรมไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ได้เกิดขึ้นมากมายให้เลือกใช้ โปรแกรมไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์สามารถใช้รับส่งข้อมูลในรูปของตัวหนังสือเท่านั้น อย่างไรก็ตามถ้าผู้ใช้ต้องการจะส่งรูปภาพ ไฟล์เอกสาร ไฟล์เสียง หรือวีดีทัศน์ ก็สามารถจะทำได้โดยการแนบไฟล์ข้อมูลไปกับไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์นั้น ๆ

 การใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการศึกษา สามารถทำได้ในส่วนของการส่งเอกสารการเรียนการสอน การบ้าน การถาม – ตอบ กับครูผู้สอนหรือเพื่อนร่วมวิชาคนอื่น ๆ โดยจะส่งไปตามที่อยู่ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ที่ลงทะเบียนไว้ในระบบ
 2.2 แหล่งข้อมูล
 เนื่องจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์อื่นๆทั่วโลกล้านเครื่องทำให้การหาข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย และน้อยครั้งมากที่ผู้ใช้จะต้องจ่ายเงินเพื่อข้อมูลนั้นๆ การใช้แหล่งข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตจะใช้ระบบเวิลด์ไวด์เว็บเข้ามาดำเนินการ
 เวิลด์ไวด์เว็บ เป็นเพียงส่วนหนึ่งในระบบอินเทอร์เน็ต ที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นสื่อการสอนผ่านสื่อทางไกลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดอีกประเภทหนึ่ง การทำงานของเวิลด์ไวด์เว็บจะทำงานผ่านโปรแกรมทากรค้นคว้าหาแหล่งข้อมูล ที่เรียกทับกับภาษาอังกฤษว่า เว็บบราวเซอร์ ที่รู้จักกันในนาม Internet Explorer หรือ IE เป็นการรวมของสื่อทุกอย่างไว้เข้าด้วยกัน เช่น ตัวหนังสือ รูปภาพ เสียง วีดีทัศน์ เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นส่วนที่ทำให้เกิดเวิลด์ไวด์เว็บ เป็นสื่อที่ดูดความสนใจอีกประการหนึ่ง
 2.3 กลุ่มแลกเปลี่ยนข่าวสารและสนทนา
 บุคคลที่สามารถเข้าใช้ระบบอินเทอร์เน็ตและมีความสนใจจะร่วมสนทนาในหัวข้อต่างๆตามแต่มีการจัดกลุ่มขึ้นและผู้ที่สนใจในหัวข้อ และผู้ที่สนใจหัวข้อนั้นๆสามารถที่จะสมัครเป็นสมาชิกกับกลุ่มอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือถ้าผู้ใช้ไม่พบหัวข้อที่ตนเองต้องการแสดงความคิดเห็นก็สามารถตั้งกลุ่มขึ้นเองได้ในระบบของอินเทอร์เน็ต จะใช้ชื่อดังต่อไปนี้สำหรับกลุ่มแลกเปลี่ยนข่าวสารและการสนทนา การทำงานของกลุ่มแลกเปลี่ยนข่าวสาร และสนทนาคือ การที่สมาชิกในกลุ่มส่งคำถามหัวข้อสนทนาความคิดเห็นไปที่กลุ่ม หลังจากนั้นเครื่องบริการอินเทอร์เน็ต (server) จะทำหน้าที่ส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์หรือข้อมูลต่าง ๆ ไปยังสมาชิกทุกคนอยู่ในหัวข้อเดียวกัน
 การเรียนการสอนที่ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต สามารถใช้ประโยชน์จากกลุ่มแลกเปลี่ยนข่าวสารและสนทนา โดยให้สมาชิกในกลุ่มวิชาเดียวกัน ตั้งหัวข้อที่กำลังเรียน การส่งคำถามข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็น ผู้ส่งคำถามส่งเพียงครั้งเดียว จากนั้นเครื่องบริการคอมพิวเตอร์จะส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์นั้นๆไปยังผู้ที่สมัครสมาชิกทุกๆคน วิธีนี้นอกจากจะไม่ต้องทำให้ผู้เรียนต้องส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์หลายครั้งแล้ว ยังทำให้ผู้ถามได้คำตอบที่มาจากหลายความคิดเห็นและหลายแง่มุมอีกด้วย
 2.4 การเรียนการสอนแบบออนไลน์ (online learning)
 ระบบการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ในรูปแบบของออนไลน์ ปัจจุบันมักหมายถึงการแปลงสภาพของการเรียนการสอนในรูปแบบเดิม ให้กลายเป็นเนื้อหาในรูปแบบของเว็บเพจ เช่น การนำเอาการบรรยายเนื้อหาวิชามาแปลงให้อยู่ในรูปเนื้อหาวิชาออนไลน์หรือคำบรรยายที่ถูกบันทึกไว้แล้วทำให้นักศึกษาสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก หรือการนำเอาลักษณะการถามตอบในชั้นเรียนมาแปลงเป็นการใช้กระดานถามตอบอิเล็กทรอนิกส์

 **3. ลักษณะเวลาในการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ**
 เนื่องด้วยการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศสามารถกระทำที่ใดและเมื่อใด (anywhere, anytime) ก็ได้โดยไม่จำกัดสถานที่และเวลา ดังนั้น จึงทำให้การเรียนการสอนในยุคนี้มีลักษณะที่แตกต่างไปจากการศึกษาแบบดังเดิมโดยสามารถแบ่งได้ในเรื่องของเวลาของการสื่อสารในการเรียนการสอน และลักษณะเชิงายภาพและเชิงเสมือน (กิดานันท์ มะลิทอง, 2548 : 109 - 111)
 3.1 เวลาการสื่อสารในการเรียนการสอน
 การใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศโดยใช้อินเทอร์เน็ตในการเรียนการสอนสามารถทำได้ทุกที่ทุกเวลา ทั้งนี้เพราะว่าการทำงานในอินเทอร์เน็ตแบ่งออกได้เป็นเวลาของการสื่อสาร 2 ลักษณะ ดังนี้
 3.1.1 การสื่อสารแบบประสานเวลา
 การสื่อสารแบบประสานเวลา (synchronous communications) เป็นการสื่อสารออนไลน์ที่ผู้ใช้สามารถติดต่อถึงกันได้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน โดนผู้ใช้แต่ละฝ่ายจะนั่งทำงานอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์และสามารถสื่อสารกันได้ทันที การเรียนการสอนแบบประสานเวลาจึงต้องให้ผู้สอนและผู้เรียนร่วมอยู่ในเวลาเดียวกันโดยอาจนั่งเรียนอยู่มนห้องเดียวกันหรืออยู่ในสถานที่ต่างกันก็ได้ ดังเช่นการเรียนในห้องเรียนเสมือน การเรียนการสอนแบบประสานเวลาจะใช้รูปแบบการสนทนาในข่ายงาน (internet relay chat) การพิมพ์ข้อความโต้ตอบระหว่างผู้สอนและผู้เรียนหรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง การพูดคุยด้วยเสียงผ่านอินเทอร์เน็ตโฟน (internet phone) หรือการส่งภาพการเรียนการสอนผ่านทางเว็บแคม กล้องดิจิตอล หรือกล้องวีดีทัศน์ หรือแอพพลิเคชันในสมาร์ทโฟน เช่น ไลน์ เฟซบุ๊ก ทวิตเตอร์ ฯลฯ ล้วนเป็นการใช้งานแบบประสานเวลาทั้งสิ้น
 3.1.2 การสื่อสารแบบไม่ประสานเวลา
 การสื่อสารแบบไม่ประสานเวลา (asynchronous communications) เป็นการรับส่งข้อมูลที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องนั่งอยู่หน้าคอมพิวเตอร์พร้อมกัน แต่สามารถส่งข่าวสารข้อมูลไปเก็บไว้ในเครื่องบริการก่อนได้ เพื่อที่ผู้รับจะเรียกดูข้อมูลนั้นได้ในภายหลัง เช่น ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์กลุ่มข่าว การถ่ายโอนแฟ้ม หรือการค้นดูเว็บเพจต่าง ๆ เป็นต้น การเรียนการสอนแบบไม่ประสานเวลาสะดวกทั้งผู้สอนและผู้เรียนที่สามารถทำการสอนหรือเรียนต่างเวลากันได้ ดังเช่น การสอนของมหาวิทยาลัยเสมือนส่วนมากจะเป็นแบบไม่ประสานเวลา เนื่องจากเป็นการสอนบนเว็บเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าเรียนบนเว็บไซต์ได้ในเวลาที่ต้องการแทนการฟังบรรยายของผู้สอนในห้องเรียนและส่งการบ้านทางอีเมล โดยอาจมีการใช้การสนทนาบนข่ายงานแบบประสานเวลาร่วมกันเป็นครั้งคราวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน
 3.2 ลักษณะการเรียนการสอนเชิงกายภาพและเชิงเสมือน
 ลักษณะการเรียนการสอน หมายถึง การเรียนการสอนที่ผู้สอนและผู้เรียนอาจมีการพบเห็นหน้ากันหรือไม่ก็ได้ โดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะดังนี้
 3.2.1 การเรียนการสอนเชิงภายภาพ
 การเรียนการสอนเชิงกายภาพเป็นการเรียนการสอนที่ใช้ในโรงเรียนและสถาบันการศึกษาทั่วไป คือ ผู้สอนและผู้เรียนรวมกันอยู่ในห้องเรียนหรือสถานที่ใด ๆ ทั้งในและนอกห้องเรียนที่จัดเป็นสถานที่เรียน ทั้งสองฝ่ายจะพบเห็นหน้ากัน (face to face) และสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันได้ การใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนจะเป็นการใช้คอมพิวเตอร์และซอฟท์แวร์ต่างๆเพื่อเรียนหรือทำกิจกรรมตามหลักสูตร เช่น การใช้โปรแกรมประมวลคำในการใช้พิมพ์รายงาน หรือการใช้บทเรียนซีเอไอในการทบทวนบทเรียน เป็นต้น รวมถึงการต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ หรือเป็นลักษณะวิชาใช้เว็บเสริม (web supported course) โดยการที่ผู้สอนและผู้เรียนจะพบกันในสถาบันการศึกษา แต่ทรัพยากรหลายอย่าง เช่น การอ่านเนื้อหาที่เกี่ยวกับบทเรียนและข้อมูลเสริมจะอ่านจากเว็บไซต์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องโดยการที่ผู้สอนกำหนดมาให้ผู้เรียนหาเพิ่มเติม ส่วนการทำงานที่สั่ง การทำกิจกรรม และการติดต่อสื่อสาร จะทำบนเว็บเช่นกัน
 3.2.2 การเรียนการสอนเชิงเสมือน
 การเรียนการสอนเชิงเสมือนเป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนและผู้สอนไม่พบเห็นหน้ากันแต่สามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ คือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การเรียนการสอนและใช้การสื่อสารความเร็วสูงในการส่งผ่านบทเรียนและข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต จึงทำให้เป็นลักษณะของการศึกษาทางไกล โดยผู้เรียนจะนั่งเรียนอยู่ในสถานที่ใดๆก็ได้ การเรียนการสอนเชิงเสมือนที่รู้จักกันดีขณะนี้ คือ การเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (electronic learning) หรือเรียกกัน ทับศัพท์ว่า “อีเลิร์นนิง” (e - learning) โดยจะเน้นเฉพาะการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคโนโลยีเว็บในการนำเสนอบทเรียนออนไลน์และมีการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนหรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันผ่านทางอีเมลและเว็บบอร์ด การเรียนการสอนเชิงเสมือนจะมีลักษณะของการสอนบนเว็บ การเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยเสมือนและห้องเรียนเสมือน
 การสอนบนเว็บ (Web Based Instruction : WBI) เป็นการเรียนการสอนทั้งในลักษณะวิชาเอกเทศ (stand alone course หรือ web based course) และวิชาใช้เว็บเสริม (web supported course) โดยที่เนื้อหาและทรัพยากรทั้งหมดของวิชานั้นจะนำเสนอบนเว็บ รวมถึงการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนผ่านทางคอมพิวเตอร์
 การสอนบนเว็บสามารถใช้ได้ทั้งในระบบและนอกระบบโรงเรียน หากเป็นการใช้ในระบบโรงเรียนจะต้องมีการลงทะเบียนและผู้เรียนจะลงบันทึกเปิดเข้าไปเรียนเนื้อหาและมีการโต้ตอบกับผู้สอนและผู้เรียนร่วมชั้นอื่น ๆ ผ่านทางการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ต ผู้สอนจะต้องนำเนื้อหาบทเรียนและแบบทดสอบใส่ไว้ในระบบจัดการเรียน (learning management system) เพื่อให้สามารถจัดการบทเรียน ดูสถิติการเข้าเรียนของผู้เรียนทีละคน รวบรวมคะแนนจากการทำแบบทดสอบ สื่อสารกับผู้เรียน ฯลฯ โดยที่ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนและเข้าไปเรียนในเนื้อหาวิชาและทำแบบทดสอบได้ตามสะดวกในเวลาที่ต้องการ

 **4. ความเอื้อประโยชน์ของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์**
 ประโยชน์ของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์มีดังนี้
 1. เรียนได้ทุกเวลา (anytime) สามารถเข้าถึงโปรแกรมการเรียนในเวลาใดก็ได้ ตามความสะดวกของผู้เรียน
 2. เรียนได้ทุกที่ (anywhere) ผู้เรียนสามารถบันทึกเปิดเข้าเรียนได้ทุกที่
 3. มีการโต้ตอบแบบไม่ประสานเวลา (asynchronous interaction) ช่วยให้ทั้งผู้เรียนและผู้สอนมีเวลาเตรียมตัวในการตอบสนองและให้ข้อมูลป้อนกลับซึ่งกันและกัน โดยการคิดแบบไตร่ตรองและการโต้ตอบอย่างสร้างสรรค์
 4. การเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม (group collaboration) เพื่อเสริมสร้างการแบ่งปันความรู้และส่งเสริมการสนทนาแบบไตร่ตรองได้ดีกว่าการใช้การสนทนาด้วยเสียง และหากมีการใช้ผู้ประสานงานระหว่างกลุ่มยิ่งช่วยให้การเรียนและการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น
 5. วิธีการสอนของการศึกษาแนวใหม่ (new education approaches) ตัวอย่างเช่น เชิญผู้สอนจากทุกแห่งในโลกมาสอน โดยทีมผู้สอนจะเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆมาสอนร่วมกันเพื่อสามารถแบ่งปันความรู้ซึ่งกันและกัน รวมถึงการพัฒนาและประยุกต์ใช้ความรู้ระหว่างกันด้วย

 **5. ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้อินเทอร์เน็ตในการเรียนการสอน**
 **ข้อดี**
 1. ผู้เรียนหรือผู้ใช้ทุกคนที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตสามารถเข้ามาในเว็บไซต์ได้ฟรีเพื่อสืบค้นข้อมูลและเรียนรู้จากแหล่งวิชาการต่างๆ
 2. เว็บเป็นเทคโนโลยีราคาถูก ต้นทุนในการใช้เว็บมีเพียงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเท่านั้น หากสถาบันการศึกษาใดมีการเชื่อมต่ออยู่แล้วสามารถใช้เว็บได้ทันที
 3. พัฒนาการของสื่อที่ใช้เว็บมีราคาถูกเช่นกันเมื่อเทียบกับสื่ออื่นๆทั้งนี้เพราะวิชาที่ใช้เว็บจะใช้เพียงซอฟท์แวร์โปรแกรมในการสร้างโดยใช้ภาษา html หรือใช้ authoring software เพื่อสร้างเว็บไซต์บทเรียนได้ง่าย
 4. ผู้เรียนด้วยเว็บสามารถเรียน ณ สถานที่ใดก็ได้ตามสะดวก
 5. การใช้เว็บสามารถใช้การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนได้ทั้งแบบประสานเวลาและแบบไม่ประสานเวลา

 6. สมรรถนะ ศักยภาพ และประสิทธิภาพในสื่อประสมเชิงโต้ตอบและสื่อหลายมิติของเว็บทำให้เป็นที่นิยมใช้เป็นสื่อการสอนอย่างกว้างขวางกว่าสื่ออื่นๆ
 7. เว็บเปิดโอกาสให้ผู้ใช้รอบโลกทุกวัย ทุกภาษาและทุกวัฒนธรรมมาเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม
 **ข้อจำกัด**
 1. การใช้อินเทอร์เน็ตและเว็บอาจมีข้อจำกัดอยู่บ้างในประเทศไทย เนื่องจาก
 1.1 มีโครงสร้างพื้นฐานสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศจำกัด ได้แก่ จำนวนคอมพิวเตอร์และการวางเครือข่ายระบบ Wi-Fi ยังไม่ทั่วถึงทำให้สัญญาณไม่เพียงพอต่อการใช้เว็บไซต์
 1.2 ผู้สอนยังไม่ปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนให้เท่าทันเทคโนโลยี ทำให้ยังคงสอนแบบเดิม โดยไม่ใช้เทคโนโลยีอย่างคุ้มค่าเท่าที่ควร
 1.3 การเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วมและการมีปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบที่ใช้ในเว็บอาจไม่เหมาะสมกับวัฒนธรรม และสังคมการเรียนรู้รูปแบบที่ผู้เรียนไม่กระตือรือล้น (passive learnners) ในบางครั้งผู้เรียนอาจจะไม่กล้าถามคำถามต่อผู้สอนได้
 2. ข้อมูลที่ได้รับจากเว็บไซต์อาจจะไม่ถูกต้องเนื่องจากไม่มีผู้ใดรับรอง
 3. ผู้เรียนและเยาวชนอาจเข้าไปดูเว็บไซต์ที่ไม่เหมาะสม

**สรุป**
 การสอนให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งมั่นพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถค้นพบ และมีความเข้าใจในเนื้อหาที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าเรื่องอื่นๆ ต่อไป จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับข้อมูลและความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ เกิดความร่วมมือกันในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนเรียนรู้การจัดการและทักษะเทคนิคและการใช้เครื่องมือและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน การปฏิบัติการทดลองมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ ได้แก่ ปฏิบัติการเข้าพิสูจน์และนิรนัย ปฏิบัติการเชิงอุปนัย ปฏิบัติการที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติการที่เน้นทักษะเฉพาะด้าน ปฏิบัติการเชิงสืบเสาะค้นหา โดยมีขั้นตอนการสอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง

 การเรียนการสอนแบบบูรณาการเป็นการจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียน โดยนำเนื้อหาวิชาต่างๆที่สัมพันธ์กันมาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและการดำเนินชีวิตประจำวันไม่ได้จำกัดว่าจะเกี่ยวข้องกับวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ การจัดการสอนแบบบูรณาการทำให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ช่วยให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้และสามารถตอบสนองต่อความสามารถของผู้เรียนซึ่งมีหลายด้าน ลักษณะของการบูรณาการมี 2 ลักษณะคือ การบูรณาการแบบสอดแทรก การบูรณาการแบบคู่ขนาน การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ การบูรณาการแบบข้ามวิชา หรือเป็นคณะ ส่วนขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ เลือกหัวข้อเรื่องก่อน แล้วดำเนินการพัฒนาหัวข้อเรื่องให้สมบูรณ์ มีการกำหนดวัตถุประสงค์ของกิจกรรมให้ชัดเจน กำหนดแหล่งข้อมูลหรือทรัพยากรที่จะใช้ในการค้นคว้าและเรียนรู้และพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับ และเลือกจุดประสงค์หลายวิชา จาก 2 รายวิชาขึ้นไปก่อน แล้วนำมาสร้างเป็นหัวเรื่องร่วมกันระหว่างจุดประสงค์รายวิชาขึ้นไปก่อนแล้วนำมาสร้างเป็นหัวเรื่องร่วมกันระหว่างจุดประสงค์รายวิชาที่เลือกไว้ กำหนดแหล่งข้อมูลหรือทรัพยากรที่จะใช้ในการค้นคว้าและเรียนรู้ และพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับ
 การเรียนแบบร่วมมือเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถต่างกันได้ร่วมมือกันทำงานกลุ่มด้วยความตั้งใจ กลุ่มละประมาณ 3-6 คนช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และรับฝึกทักษะกระบวนการกลุ่ม ได้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดค้น ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทักษะการวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ การตั้งคำถาม การตอบคำถาม การพูด การใช้ภาษา ตลอดจนการฝึกทักษะทางสังคม การอยู่ร่วมกันกับผู้อื่น เป็นคนมีน้ำใจ ช่วยเหลือผู้อื่น การเสียสละ การยอมรับซึ่งกันและกัน การไว้วางใจ การเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี องค์ประกอบสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือมี 5 ประการ คือ การพึ่งพาอาศัยกัน มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดในเชิงสร้างสรรค์ หน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย และกระบวนการกลุ่ม ซึ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือจะประกอบไปด้วย ขั้นเตรียมการ ขั้นสอน ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ และขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ส่วนเทคนิคที่ใช้ในการสอนแบบร่วมมือจะมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ ได้แก่ ปริศนาความคิด (Jigsaw) ปริศนาความคิด II (Jigsaw II) เทคนิคกลุ่มร่วมมือแข่งขัน (TGT) การเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD การเรียนรู้โดยใช้เทคนิคสืบเสาะมารวมกัน เล่าเรื่องรอบวง มุมสนทนา คู่ตรวจสอบ คู่คิด และเพื่อนเรียน
 การจัดการเรียนการสอนเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเทอร์เน็ต เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เกิดจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอเนื้อหาและการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน มีการผสมผสานสื่อหลากหลายชนิดเข้าด้วยกัน โดยนำทรัพยากรที่มีอยู่ในเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) มาเป็นสื่อกลางเพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิง เอกสารประกอบการเรียน บทเรียนสำเร็จรูป หรือแม้กระทั่งหลักสูตรวิชา รูปแบบและการสอนผ่านสื่ออินเทอร์เน็ตมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเทอร์เน็ตมีข้อได้เปรียบ คือ เรียนได้ทุกที่

เรียนได้ทุกเวลา มีการโต้ตอบทันที และการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ถึงแม้ว่าการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอาจจะยังมีปัญหาอยู่บ้าง แต่คาดว่าในอนาคตระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย จะได้รับการพัฒนาให้มีความทันสมัยมากขึ้น สะดวกต่อการใช้และได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในอนาคต

**คำถามท้ายบท**

 1. จงอธิบายลำดับขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง แบบบูรณาการ แบบร่วมมือมาพอเข้าใจ

 2. จงอธิบายลักษณะสำคัญของการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง แบบบูรณาการ แบบร่วมมือ และการจัดการเรียนการสอนเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเทอร์เน็ตมาพอเข้าใจ

 3. การจัดการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนปฏิบัติทดลอง ช่วยพัฒนาผู้เรียนในด้านใดบ้าง จงอธิบาย

 4. ลักษณะเด่นของรูปแบบการสอนแบบบูรณาการแต่ละแบบเป็นอย่างไร จงอธิบาย

 5. จงยกตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการพร้อมกำหนดหัวเรื่องมา 1 แบบ

6. จงอธิบายถึงเทคนิควิธีการสอนแบบร่วมมือแต่ละแบบมาพอเข้าใจ

7. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือช่วยพัฒนาผู้เรียนในแง่ใดบ้าง จงอธิบาย

8. จงบอกเหตุผลและความจำเป็นของการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

9. จงอธิบายถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเทอร์เน็ต

10. จงเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อจำกัดการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง แบบบูรณาการและแบบร่วมมือ

**เอกสารอ้างอิง**

กิดานันท์ มลิทอง. (2548). **สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : ห้าง

 หุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์
ถวัลย์ มาศจรัส. (2546). **นวัตกรรมการศึกษาชุดการเขียนแผนการจัดเรียนรู้.** กรุงเทพมหานคร :

 บริษัท 21 เซนจูรี จำกัด 1,3.
ธีระชัย ปูรณโชติ. (2545). “การเรียนการสอนแบบบูรณาการ”. **ในการวิชาการการเรื่องการเรียน**

 **การสอนแบบบูรณาการ.**  วันที่ 15-16 มีนาคม 2545. ปทุมธานี : สถาบันราชภัฏพระนคร.
ทิศนา แขมมณี. (2547). **ศาสตร์การสอน.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์

 มหาวิทยาลัย.
บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์ และคณะ. (2544). **ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา.**

 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. (2547). **“สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในบริบทการเรียนรู้ร่วมกัน”.** สืบค้น

15 พฤศจิกายน 2558, จาก http://www.ku.ac.th/emagazine/may47/it/ecollaborative.html.

ประกายกานต์ ศรีธวัชชัย. (2548, ออนไลน์). **“รูปแบบการสอน 7 ประการ”.** สืบค้น 15

 พฤศจิกายน 2559, จาก http://www.kroobannok.com/21703.
ประจวบจิตร คำจัตุรัส. (2537). “การสอนวิทยาศาสตร์(1)”. **ในประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและ
 วิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8-12.** กรุงเทพมหานคร : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ภพ เลาหไพบูลย์. 2537. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). **เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตร**

 **การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทพริกหวานการพิมพ์จำกัด.
วันเพ็ญ จันทร์เจริญ. (2442). **การเรียนการสอนปัจจุบัน.** สกลนคร : โครงการเอกสารและตำรา
 สถาบันราชภัฏสกลนคร คณะครุศาสตร์.

วิชาการ, กรม. (2542). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2542.** กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์
สนอง อินละคร. (2544). **เทคนิควิธีและนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้น**

 **ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.** อุบลกิจออฟเซ็ท : หน่วยศึกษานิเทศก์กรมสามัญศึกษาเขตการศึกษา

 10 อุบลราชธานี.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). **19 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ.**
 กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพการพิมพ์.สำนักงานประสานงานโครงการทรัพยากรมนุษย์. (2540). **คู่มือฝึกอบรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน
 แบบหน่วยบูรณาการ วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร :
 กระทรวงศึกษาธิการ.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). **หลักการสอน.** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์Caraline Baillieand; & Elizabeth Hazel. (2013, Online). “Teaching Materials Laboratory

Classes”. Retrieved Noveember 12, 2013 from http://www.materials.ac.uk/guides/labclasses.asp.

Johnson D. W.; & Johnson, R. (2011, Online). “Cooperative Learning”. Retrieved

 Noveember 12, 2015 from : http://www.cehd.umn.edu/research/highlights/coop-learning/

Johnson D. W.; & Johnson, R. (2011, Online). “An Overview of Cooperative Learning.”

Retrieved Noveember 12, 2016 from http://www.clcrc.com/page/overviewpaper.html.