

บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พยายามศึกษาค้นคว้า จากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ซึ่งพอจะนำเสนอเป็นแนวทางในการวิจัย ตามลำดับดังนี้

1. จุดประสงค์ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530
2. ความสำคัญของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์
3. ทักษะการทดลองและบทบาทของครูในการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์
4. คู่มือครูในส่วนที่เกี่ยวกับการทดลอง
5. ความต้องการความช่วยเหลือในการนิเทศ
6. งานวิจัย
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. จุดประสงค์ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530

ตามประมวลหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 ประเภทวิชาชีพคหกรรมของกระทรวงศึกษาธิการ (2530 หน้า 66) ได้กำหนดจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์คหกรรมไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจหลักการ ตลอดจนทฤษฎีพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและเป็นพื้นฐานของวิชาชีพ
2. เพื่อช่วยสนับสนุนการพัฒนสติปัญญา ความคิด ความสามารถ และความถนัดของนักเรียนให้สามารถใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพได้

3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เพิ่มความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์

4. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจอิทธิพลของพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพ

5. เพื่อเสริมสร้างเจตคติที่เหมาะสมในการใช้และอนุรักษ์ทรัพยากร ตลอดจนการแก้ไขและป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและกับงานอาชีพ

จากจุดประสงค์ 5 ประการที่กล่าวมานี้ จัดได้ว่าเป็นจุดประสงค์ทั่วไปของการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนสาขาคุณกรรม แต่กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์คุณกรรมมีทั้งหมด 8 รายวิชา ซึ่งทั้ง 8 รายวิชา กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดจุดประสงค์เฉพาะร่วมกัน 6 ประการ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจเนื้อหาและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีทักษะในการทดลอง การสังเกต และใช้อุปกรณ์การทดลอง
3. เพื่อให้ศึกษาวิธีแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน
4. เพื่อให้สามารถบันทึกรายละเอียดของข้อมูล รวบรวมข้อมูล และศึกษาข้อมูลที่ได้จากการทดลองในบทเรียน
5. เพื่อให้สามารถอภิปราย โดยใช้หลักความซื่อตรง ความรับผิดชอบในการทำงาน มีเหตุผลและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
6. เพื่อให้สามารถสรุปกฎเกณฑ์และแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์หลังทำการทดลอง

(กระทรวงศึกษาธิการ 2530 หน้า 67)

จากจุดประสงค์เฉพาะทั้ง 6 ประการที่กล่าวมานี้ ชี้ให้เห็นว่าถ้าผู้เรียนได้ผ่านจุดประสงค์ทั้ง 6 ประการนี้ จะทำให้ผู้เรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ด้วย

สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์คุณกรรม แบ่งออกเป็น 8 รายวิชา โดยจัดให้เรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 จำนวน 4 รายวิชา คือ สสารสัมพันธ์ พลังงานกับการดำรงชีวิต แสงสี-สีสาร และโลกของคาร์บอน และอีก 4 รายวิชาจัดให้เรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 คือ สารสังเคราะห์ ยากับชีวิต กินเพื่อสุขภาพ และวิทยาศาสตร์กับอาหาร ใช้

เวลาเรียน 3 คาบ/สัปดาห์ ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 2 จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งตามประมวลหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 ประเภทวิชาชีพคหกรรมของกระทรวงศึกษาธิการ (2530 หน้า 67-71) ได้กล่าวถึงรายละเอียดไว้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ (ชคพ.1501) ประกอบด้วยเนื้อหาทางด้านสสารสัมพันธ์ สสารรอบ ๆ ตัวเรา เกณฑ์การจัดจำพวกสาร สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม ประเภทของสารละลาย การนำความรู้เรื่องสารละลายประเภทต่าง ๆ ไปใช้ในงานอาชีพและชีวิตประจำวัน การละลายของสาร ใด ๆ ย่อมมีพลังงานเกี่ยวข้อง สมบัติบางประการของธาตุและสารประกอบ โครงสร้างอะตอมแบบจำลองอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของอะตอมกับตารางธาตุ สมบัติบางประการและประโยชน์ของธาตุที่จัดตามหมู่และคาบในตารางธาตุและของธาตุทรานสิชันในคาบที่ 4 ประโยชน์ของตารางธาตุ การรวมตัวของธาตุ พันธะเคมี การใช้พันธะเคมีในการอธิบายสมบัติบางประการของสาร ปฏิกิริยาเคมีและการนำไปใช้ของสารประกอบออกไซด์ของสารละลายกรดและสารละลายเบส ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน รายวิชานี้มีปฏิบัติการทดลองทั้งหมด 14 การทดลอง

2. วิทยาศาสตร์ 2 (ชคพ.1502) ประกอบด้วยเนื้อหาทางด้านพลังงานกับการดำรงชีวิต พลังงานความร้อนระดับความร้อนเทอร์โมมิเตอร์ ปริมาณความร้อน ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง มลภาวะของเชื้อเพลิง พลังงานไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าภายในบ้าน อุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้า สะพานไฟ พิวส์ ปลั๊กไฟฟ้า สวิตช์ เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทให้ความร้อน แสงสว่าง ความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า การประหยัดพลังงานไฟฟ้า พลังงานอื่น ๆ จากธรรมชาติ จากวัสดุทางการเกษตรและอุตสาหกรรม จากแร่เชื้อเพลิงธรรมชาติ การใช้พลังงานให้คุ้มค่า รายวิชานี้มีปฏิบัติการทดลองทั้งหมด 12 การทดลอง

3. วิทยาศาสตร์ 3 (ชคพ.1503) ประกอบด้วยเนื้อหาทางด้านแสงสี-สีสาร แสงสีเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ส่งเสริมความงดงามของศิลปกรรมไทย สมบัติบางประการของแสงสีได้แก่ การสะท้อนแสง การหักเหแสง การสะท้อนกลับหมด สเปกตรัมของแสง ปรากฏการณ์ของแสงในธรรมชาติ สีของวัตถุ สีของวัตถุโปร่งใส แผ่นกรองแสง สีของวัตถุในแสงสีต่าง ๆ การผสมแสงสี การผสมสีสาร สีของวัตถุที่มองเห็นได้เกิดจากการสะท้อนแสง การหักเหแสงและการทะลุผ่านของแสง นัยน์ตา การมองเห็นภาพและสีของวัตถุ สารมีสี สีธรรมชาติ สีสังเคราะห์ สมบัติบางประการของสารมีสี สีย้อม สีทา สีย้อมและการย้อมสี สีทาและองค์ประกอบของสีทา แสงสีและสารสีในชีวิตประจำวัน รายวิชานี้มีปฏิบัติการทดลองทั้งหมด 12 การทดลอง

4. วิทยาศาสตร์ 4 (ชคพ.1504) ประกอบด้วยเนื้อหาทางด้านโลกของคาร์บอน ความหมายและความแตกต่างระหว่างสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ สารประกอบคาร์บอนที่สำคัญ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวและสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว ไอโซเมอร์ซิม สารโพลิเมอร์ โพลิเมอไรเซชัน สารโพลิเมอร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน คาร์โบไฮเดรตและปฏิกิริยา การแยกสลายเป็นน้ำตาล ปฏิกิริยาการหมักน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ สมบัติบางประการของแอลกอฮอล์ และของกรดอินทรีย์และการนำไปใช้ การสังเคราะห์เอสเทอร์ ไขมันและน้ำมัน ตัวทำละลายไขมัน กรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว สารประเภทโปรตีน สมบัติและประโยชน์ของโปรตีน วัฏจักรของคาร์บอน รายวิชานี้มีปฏิบัติการทดลองทั้งหมด 9 การทดลอง

5. วิทยาศาสตร์ 5 (ชคพ.1505) ประกอบด้วยเนื้อหาทางด้านสารสังเคราะห์ มารูจัก สารสังเคราะห์กันเกิด สารสังเคราะห์ธรรมชาติและสารสังเคราะห์วิทยาศาสตร์ โพลิเมอร์-สารโมเลกุลยักษ์ พลาสติก-สารสังเคราะห์สารพัดประโยชน์ พลาสติกมาจากไหน พลาสติกมีกี่ประเภท ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้พลาสติก ผลิตภัณฑ์จากแม่แบบ พลาสติกแผ่นบาง-วัสดุอเนกประสงค์ พอร์ไมกา และไฟเบอร์กลาส-พลาสติกเสริมกำลัง โฟม-พลาสติกลอยน้ำ พลาสติกเหลว กาวพิเศษ ปัญหาการใช้พลาสติก เส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยสังเคราะห์ได้มาอย่างไร สมบัติของเส้นใย เราใช้เส้นใยสังเคราะห์อย่างไร ผงซักฟอก-สารสังเคราะห์ ผู้ผลิตความสกปรก ผงซักฟอกช่วยให้ผ้าสะอาดได้อย่างไร เราจะเลือกใช้ผงซักฟอกชนิดใดดี สารซักฟอกกับสิ่งแวดล้อม บทบาทของสารสังเคราะห์ในชีวิตประจำวัน รายวิชานี้มีปฏิบัติการทดลองทั้งหมด 8 การทดลอง

6. วิทยาศาสตร์ 6 (ชคพ.1506) ประกอบด้วยเนื้อหาทางด้านยากับชีวิต ความยืนยาวของชีวิต โรคและสาเหตุของการเป็นโรค โรคที่เกิดจากกระบวนการทำงานของเซลล์ผิดปกติ โรคซึ่งเกิดจากเชื้อโรค การป้องกันและกำจัดเชื้อโรคของร่างกายตามธรรมชาติ การสร้างภูมิคุ้มกันโรคให้กับร่างกาย ยาช่วยชีวิต เราควรรักษาอย่างไร สมุนไพร-ยาจากธรรมชาติ ปฏิชีวนะ สาร-ยาจากจุลินทรีย์ ยาที่ได้จากการสังเคราะห์ ยาลดไข้ ยาลดกรด ยาฆ่าเชื้อโรคภายนอก ยาสามัญประจำบ้าน ยาที่เสพติด-อันตราย ยาระงับปวด ยาที่ใช้บำบัดอาการทางจิตหรืออารมณ์ การใช้วัดภูมิพิษในการปราบพาหะนำโรคและศัตรูพืช อันตรายของการใช้วัดภูมิพิษต่อสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ ความก้าวหน้าในการวินิจฉัยและรักษาโรค การวินิจฉัยและการรักษาโรคโดยใช้รังสี การผ่าตัดโดยใช้แสงเลเซอร์ การฟอกโลหิตด้วยเครื่องไตเทียม อะไหล่ยืดชีวิต รายวิชานี้มีปฏิบัติการทดลองทั้งหมด 5 การทดลอง

7. วิทยาศาสตร์ 7 (ชคพ.1507) ประกอบด้วยเนื้อหาทางด้านกินเพื่อสุขภาพ การขาดอาหาร เหตุใดถึงขาดอาหาร ผลของการขาดอาหารเป็นอย่างไร สารอาหารที่ร่างกายต้องการ ได้มาจากไหน ความสัมพันธ์ระหว่างการกินอาหารกับรูปร่าง ร่างกายใช้พลังงานที่ได้รับจากอาหารอย่างไร สารอาหารที่สำคัญบางประการ เช่น โปรตีน วิตามินและเกลือแร่ ความต้องการอาหารของคนในสภาวะต่าง ๆ ได้แก่ หญิงมีครรภ์ หญิงให้นมบุตร ทารกเด็กก่อนวัยเรียน การประกอบอาหารทำให้คุณค่าอาหารเปลี่ยนแปลงอย่างไร สารเจือปนในอาหาร เช่น สารปรุงรส สารแต่งสี สารกันบูด สารเปื่อยนุ่ม อนามัยส่วนบุคคลที่เกี่ยวกับการกินอาหาร รายวิชานี้มีปฏิบัติการทดลอง ทั้งหมด 10 การทดลอง

8. วิทยาศาสตร์ 8 (ชคพ.1508) ประกอบด้วยเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์กับอาหาร สมดุลธรรมชาติ ปริมาณอาหารกับประชากรโลก ปริมาณอาหารกับประชากรไทย การเสื่อมคุณภาพ และการเน่าเสียของอาหารอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอาหารตามธรรมชาติ จุลินทรีย์ ภาชนะบรรจุ การบรรจุและการขนส่ง หลักการถนอมอาหารโดยการควบคุมบรรยากาศ การควบคุม อุณหภูมิ การทำแห้ง การหมักดอง การใช้สารเคมี การอบรังสี การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ ของอาหารเมื่อผ่านกระบวนการถนอมอาหาร เช่น แป้งและน้ำตาล เนื้อสัตว์ ไข่ ถั่ว และน้ำมัน ผักและผลไม้ น้ำมันและไขมัน ผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งได้แก่อาหารกระป๋อง อาหารแห้ง อาหารแช่แข็ง อาหารหมักดอง อาหารแช่เย็น มาตรฐานอาหาร มาตรฐานอาหารขั้นต่ำของไทย มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในการแปรรูปอาหาร รายวิชานี้มีปฏิบัติการทดลอง ทั้งหมด 10 การทดลอง

2. ความสำคัญของวัสดุอุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 หน้า 134) ได้ให้ความหมายของอุปกรณ์หรือวัสดุอุปกรณ์ไว้ว่า หมายถึง วัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งได้แก่พวกสารเคมี วัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ เครื่องแก้ว เครื่องมือแบบง่าย ๆ ที่ใช้ในการทดลอง ตลอดจนเครื่องมือขนาดใหญ่ที่มีกลไกการทำงานที่สลับซับซ้อนและมีราคาแพง

ปรีชา อมาตยกุล (2528 หน้า 31) ให้ความหมายว่า "อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หมายถึง รูปแบบ หุ่นจำลอง แผนภูมิ หรือวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นของจริง ของเลียนแบบ ของย่อส่วน

อาทิเช่น รูปแบบ หุ่นจำลอง แผนภูมิ ไดอะแกรม เครื่องฉายภาพยนตร์ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ทิวทัศน์และทัศนียภาพ ปรากฏการณ์ธรรมชาติ..."

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า วัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ครูใช้ หรือทั้งครูและนักเรียนใช้ประกอบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้การเรียนการสอนโดยเฉพาะการปฏิบัติทดลอง บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

ยุพา ตันติเจริญ (2531 หน้า 19) ได้กล่าวถึง สสวท. กับการพัฒนาสื่อและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ไว้ว่า การที่จะให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในชั่วโมงเรียนได้นั้น สสวท. จะต้องจัดดำเนินการพัฒนาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเป็นกิจกรรมที่สามารถนำไปใช้ในสภาพการณ์ของห้องเรียนจริง ๆ ดังนั้นนักพัฒนาหลักสูตรของแต่ละวิชาได้ทำงานร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับหน่วยงานของ สสวท. ที่ทำหน้าที่ออกแบบอุปกรณ์ โดยมีหลักเกณฑ์ในการดำเนินการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ ดังนี้

1. ใช้ได้ผลสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เช่น ถ้าการทดลองเป็นแบบคุณภาพวิเคราะห์ การออกแบบอุปกรณ์จะ ไม่คำนึงถึงความละเอียด หรือความแม่นยำของผลการทดลองมากนัก เพราะจะทำให้อุปกรณ์มีราคาแพงโดยไม่จำเป็น

2. ใช้ง่าย ไม่ซับซ้อน เห็นผลชัดเจน และปลอดภัย

3. สามารถผลิตได้ภายในประเทศ โดยใช้วัสดุท้องถิ่นและใช้เทคโนโลยีในประเทศ

4. ใช้ได้หลายการทดลอง ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งสามารถนำไปประกอบใช้กับอุปกรณ์ชุดอื่นสำหรับทดลอง เรื่องที่ต่างกันไป

5. จัดเป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองบ่อย ๆ ในการสอนตอนเดียวกัน จะจัดเป็นชุดเดียวกัน เพื่อความประหยัด สะดวกในการใช้ และสะดวกในการเก็บและบำรุงรักษา

6. ราคาเยา และมีความคงทนพอสมควร

โช สาลีจัน (2522 หน้าบทนำ) ได้กล่าวเสริมว่า

เนื่องจากการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องมีการทดลอง จึงต้องมีเครื่องมือทดลอง ตลอดจนวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เพียงพอ และครูผู้สอนจะต้องเข้าใจหลักการและเทคนิคการผลิตและการใช้อุปกรณ์เหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพ จึงจะทำให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ผลสมความมุ่งหมาย

ในการใช้วัสดุและอุปกรณ์เพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องใช้ให้เป็น มีการเตรียมพร้อมที่จะใช้ จัดประเภทและการซ่อมแซมเมื่อชำรุดเสียหาย ซึ่ง มังกร ทองสุขดี (2523 หน้า 105) ได้แนะนำการใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อการเรียนการสอนไว้ว่า "ต้องมีระบบในการซ่อมแซมปรับปรุงและแก้ไข วัสดุ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ..."

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้วิทยาลัยต่าง ๆ จะมีห้องทดลองและวัสดุอุปกรณ์ที่ครบครัน แต่ผู้ใช้วัสดุอุปกรณ์นั้น ไม่เป็นก็คงจะไม่เกิดประโยชน์อันใด เพราะการใช้วัสดุอุปกรณ์นอกจากใช้ไปแล้ว จะต้องใช้อย่างคล่องแคล่วและมีความชำนาญในการใช้ด้วย ซึ่งตรงกันที่ คุณอาจารย์ ภาควิชาเคมี วิทยาลัยครูเชียงใหม่ (2530 หน้า 147) ได้กล่าวไว้ว่า "ทักษะการใช้วัสดุอุปกรณ์ คือ ความสามารถในการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ได้กำหนดไว้ในการปฏิบัติการทดลองนั้นอย่างถูกต้อง..." และได้กล่าวสรุปไว้ว่า "การปฏิบัติการทดลองที่มีคุณภาพนั้น ขึ้นอยู่กับผู้ทำการทดลอง มีทักษะการใช้วัสดุอุปกรณ์การทดลองนั้น ๆ เป็นสำคัญ..."

สรุปได้ว่าวัสดุอุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ จะต้องมีให้เพียงพอ เพื่อให้นักเรียนได้ทดลองอย่างทั่วถึง มีคุณภาพดี เหมาะสมกับการทดลอง มีความปลอดภัยในการใช้ และควรมีการซ่อมแซมเมื่อมีอุปกรณ์ชำรุดเสียหาย

3. ทักษะการทดลองและบทบาทของครูในการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์

การทดลอง เป็นกระบวนการที่รวมเอากระบวนการต่างๆ ได้แก่การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่ก่อนการทดลองนั้นจะต้องมีปัญหาก่อน จากปัญหานี้จะทำให้เราแยกประเภทตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องว่ามีอะไรบ้าง แล้วจึงเลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องนี้มาตั้งสมมติฐาน ต่อมาจึงถึงขั้นการออกแบบการทดลองเพื่อควบคุม ตัวแปร เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมแล้วดำเนินการทดลองต่อไป (ทบวงมหา-วิทยาลัย 2525 หน้า 80)

น้อมฤดี จงพุกะและคณะ (2519 หน้า 44) ให้ความหมายของการทดลองไว้ว่า "การปฏิบัติการทดลอง หมายถึงการที่นักเรียนลงมือกระทำ หรือทดลองเรื่องราวเหล่านั้นด้วยตนเอง ส่วนมากจะเป็นการแบ่งกลุ่มในการทำงาน วิชาวิทยาศาสตร์สามารถสอนได้โดยวิธีนี้มาก ถ้าโรงเรียนมีห้องปฏิบัติการทดลอง และมีอุปกรณ์เพียงพอ..."

ศนาจารย์ ภาควิชาเคมี วิทยาลัยครูเชียงใหม่ (2530 หน้า 146) ได้ให้ความหมายของการทดลองไว้ว่า "ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง..."

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 หน้า 248) ได้แบ่งกิจกรรมของการทดลองออกเป็น 2 ภาค ก่อนหลัง คือ

1. กิจกรรมภาคออกแบบการทดลอง
2. กิจกรรมภาคปฏิบัติทดลอง

ในการทดลองที่ดีจะต้องมีกิจกรรมทั้ง 2 ภาคนี้ โดยเฉพาะภาคที่ 2 จะขาดไม่ได้ การออกแบบการทดลอง มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง 4 ประการดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับตัวปัญหาและวัตถุประสงค์ของการทดลอง
2. วิธีการในการทดลอง
3. การบันทึกผลการทดลอง
4. การลงข้อสรุป

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า ทักษะการทดลองจะต้องประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญคือ ขั้นตอนในการทดลอง โดยที่นักเรียนเป็นฝ่ายลงมือกระทำด้วยตนเอง และการทดลองทุกครั้งจะต้องมีอุปกรณ์การทดลองประกอบด้วยเสมอ

ส่วนลำดับขั้นของวิธีสอนโดยผ่านการทดลองนั้น สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 หน้า 587-588) ได้แบ่งลำดับขั้นของวิธีสอนไว้ 4 ขั้นดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นสอนหรือขั้นสร้างความรู้
 - ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
 - ขั้นปฏิบัติทดลอง
 - ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3. ชั้นเสริมความรู้ความเข้าใจและนำไปใช้

4. ชั้นวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จาก 4 ขั้นตอนดังกล่าว อาจารย์รวมเป็น 3 ขั้นตอนก็ได้ คือ ชั้นก่อนการทดลอง ชั้นขณะนักเรียนทำการทดลอง และชั้นหลังจากนักเรียนทำการทดลองแล้ว

สำหรับบทบาทของครูในการสอนโดยการปฏิบัติทดลองนั้น สุวัฒน์ นิยมคำ (2517 หน้า 144-145) ได้กล่าวไว้ดังนี้

ในการสอนที่จะต้องมี การทดลอง ครูมีหน้าที่และบทบาทอันสำคัญที่จะช่วยเหลือแนะแนวทางให้นักเรียนพบความสำเร็จในการทดลองหน้าที่ครูในเรื่องนี้ แบ่งเป็น 3 ตอน คือ

1. หน้าที่ก่อนการทดลอง

ปัญหาเรื่องใดที่จะหาคำตอบด้วยการทดลอง ครูเป็นผู้ทราบล่วงหน้าแล้ว ในการนี้ครูจะต้องทำการทดลองด้วยตนเองก่อนจึงจะทราบว่าวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

2. หน้าที่ระหว่างนักเรียนทำการทดลอง

ตอนที่ครูทำหน้าที่ผู้อำนวยการทดลอง มิใช่ผู้ลงมือทดลอง จึงมีหน้าที่อยู่เบื้องหลังการทดลอง

3. หน้าที่หลังจากนักเรียนได้ทดลองแล้ว

การตรวจสอบผลการทดลองที่ดีครูควรมีการอภิปรายผลการทดลองหน้าชั้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลงานย่อยๆ ครูคอยป้อนคำถามแล้วให้ทุกคนอภิปรายว่าคำตอบใดถูกหรือผิด เพราะอะไร ถ้าผิด ผิดตรงไหน แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปผล

4. คู่มือครูในส่วนที่เกี่ยวกับการทดลอง

จากคู่มือครูของ สสวท. (2524 หน้า 6-7) ได้อธิบายในส่วนที่เกี่ยวกับการทดลองไว้สรุปใจความได้ว่า

ในการแนะนำการสอนแต่ละการทดลองนั้น แต่ละการทดลองจะบอกจุดมุ่งหมายของการทดลอง ส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จะแสดงว่า เมื่อจบการทดลองนั้นแล้ว ผู้เรียนจะได้เรียนรู้อะไรบ้าง เวลาที่ใช้ในการทดลอง แยกเป็น เวลาที่ใช้อภิปรายก่อนทำการทดลอง เวลาที่ใช้ทำ

การทดลอง และเวลาที่ใช้ในการอภิปรายเมื่อทำการทดลองเสร็จ การทดลองอาจใช้เวลามากหรือน้อยกว่าที่กำหนดไว้ก็ได้

รายการอุปกรณ์และสารเคมี หมายความว่า ถ้าผู้สอนได้อ่านก่อนทำการสอน จะทราบว่า จะต้องใช้อุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ เป็นปริมาณเท่าใด หรืออาจต้องเตรียมข้อวัสดุอุปกรณ์อย่างอื่นประกอบ บางการทดลองอาจมีการเตรียมสารละลายตามความเข้มข้นที่ต้องการ

การอภิปรายก่อนการทดลอง อาจเป็นการกล่าวถึงวิธีทำการทดลอง หรือการแนะนำเทคนิค หรือกล่าวถึงข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง ผู้สอนจึงควรให้ผู้เรียนอ่านวิธีทำการทดลองจนจบก่อนทำการทดลองนั้น ๆ และขณะที่ผู้เรียนทำการทดลองเป็นกลุ่ม ๆ ผู้สอนควรเดินสังเกตการทำงานของแต่ละกลุ่ม กลุ่มใดทำการทดลองผิดพลาดไปก็อาจเตือนให้ผู้เรียนอ่านวิธีทำการทดลองใหม่

ตัวอย่างผลการทดลอง เป็นข้อมูลที่ได้จากการทำการทดลองในขณะที่ปรับปรุงหนังสือเรียน ซึ่งอาจต่างไปจากผลการทดลองจากผู้เรียน ผู้สอนควรจะศึกษาสาเหตุหรืออภิปรายสาเหตุกับผู้เรียน

ส่วนการอภิปรายหลังการทดลองนั้น เป็นแนวทางสำหรับผู้สอนในการที่จะนำข้อมูลที่ได้ให้ผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์ อภิปราย เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป หลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ คำถามหลังการทดลองที่มีอยู่ในหนังสือเรียน จะมีคำตอบไว้ในการอภิปรายหลังการทดลอง

จะเห็นได้ว่าคู่มือครูมีความจำเป็นและสำคัญสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ เพราะคู่มือครูจะเสนอแนะวิธีการสอนเป็นลำดับขั้น โดยเฉพาะการทำการทดลอง การเตรียมอุปกรณ์สารเคมี และอื่น ๆ ทำให้ครูได้เตรียมตัวล่วงหน้าก่อนสอนและสอนอย่างมั่นใจ นอกจากนี้คู่มือครูทำให้ครูได้มีความรู้กว้างขวางขึ้นนอกเหนือจากความรู้ในหนังสือเรียน ได้ทราบผลการทดลองล่วงหน้า การใช้คำถามถามนักเรียน และได้กำหนดเวลาได้ถูกต้องในการทดลองแต่ละเรื่อง จึงกล่าวได้ว่าคู่มือครูมีประโยชน์มากต่อครูผู้สอน

5. ความต้องการความช่วยเหลือในการนิเทศ

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2521 หน้า 259) ได้ให้ความหมายของการนิเทศการศึกษาไว้ว่า

การนิเทศการศึกษา หมายถึง ความพยายามทุกชนิดของเจ้าหน้าที่ฝ่ายการศึกษา ที่ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่นิเทศการศึกษา ในการแนะนำครูหรือ/ผู้อื่นที่ทำงานเกี่ยวข้องกับ การศึกษา เพื่อให้รู้จักวิธีปรับปรุงการสอนหรือการให้การศึกษา ช่วยให้เกิดความงอกงาม ในวิชาชีพทางการศึกษา ช่วยพัฒนาครู ช่วยในการเลือก และปรับปรุงวัตถุประสงค์ของ การศึกษา ช่วยเหลือและปรับปรุงเนื้อหาของการสอน ช่วยเหลือและปรับปรุงวิธีสอน และ ช่วยเหลือและปรับปรุงการประเมินผลการสอน

การศึกษามีความจำเป็นต้องมีการนิเทศการศึกษา เพื่อพัฒนาการศึกษาให้ดียิ่งขึ้น ซึ่ง ชาอุชัย อัจฉินสมาจาร (ม.ป.ป. หน้า 9) ได้เน้นถึงความจำเป็นของการนิเทศการศึกษาว่า "การนิเทศ การศึกษามีความจำเป็นต่อการทำให้ครูเป็นบุคคลที่ทันสมัยอยู่เสมอ จากการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ที่มีอยู่เสมอ ทำให้เกิดพัฒนาการทางการศึกษาทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ..." และตรงกับ นิพนธ์ ไทยพานิช (2528 หน้า 38) ได้ให้ความสำคัญของการนิเทศการศึกษาสำหรับครูว่า

ครูคือผู้ที่ต้องศึกษาเล่าเรียนอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ เนื้อหาที่เขาต้องรู้่า เรียนอยู่เสมอ คือเนื้อหาในวิชาที่เขาสอน และวิชาชีพในการสอน (profession of teaching) ใน การพัฒนาทักษะวิชาชีพในการสอนของเขานั้น ครูต้องการความช่วยเหลือจากผู้นิเทศซึ่ง เป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญที่จะให้บริการทางวิชาชีพแก่เขาได้

จะเห็นได้ว่าการนิเทศการศึกษามีความจำเป็นและมีความสำคัญที่จะต้องกระทำในโรงเรียน หรือ สถานศึกษา เพื่อให้ครูได้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนให้ทันสมัยอยู่เสมอ

จากบทความของอินเลย์ (Ainley, 1981) ในวารสารวิทยาศาสตร์ศึกษา (Science Education, 1983 : 103) ได้กล่าวถึงการนิเทศวิทยาศาสตร์ไว้ว่า บุคคลที่สำคัญมากในการ ศึกษาวิทยาศาสตร์ก็คือศึกษานิเทศวิทยาศาสตร์ ศึกษานิเทศวิทยาศาสตร์จะต้องศึกษาในเรื่องของ ความปลอดภัยในการทดลองวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของการนิเทศ ลักษณะทั่วไปของการนิเทศ และงานของศึกษานิเทศก์

ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะต้องมีความปลอดภัย มีข้อควรปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการ สำหรับทั้งครูและนักเรียน ความปลอดภัยในการใช้สารเคมี การทิ้งสิ่งที่ใช้แล้ว การใช้อุปกรณ์ การปฐมพยาบาลผู้ได้รับอุบัติเหตุจากห้องปฏิบัติการ อุบัติเหตุที่เกิดสูงสุดคือจากความร้อน เครื่องแก้ว และสารเคมี

และจากรายงานการติดตามผลการใช้หลักสูตร ปวช.2524 ของ สสวท. ทั่วทุกภาคของประเทศ พบปัญหาว่า สสวท. ควรปรับปรุงบุคลากร โดยการจัดอบรมครูวิทยาศาสตร์ขึ้นตามโรงเรียนต่าง ๆ ให้ทั่วถึงและตลอดเวลา เพราะครูบางคนยังใช้การสอนแบบเก่า ครูต้องการให้ สสวท. ทำโปสเตอร์ภาพสีของสมุนไพรมต่าง ๆ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่หาได้ยาก จัดส่งไปยังโรงเรียนต่าง ๆ สสวท. ควรจัดอบรมด้านเนื้อหาบ้าง ไม่ใช่อบรมแต่วิธีการสอนและอุปกรณ์เท่านั้น และนอกจากนั้น สสวท. ควรรวบรวมรายชื่อแหล่งจำหน่ายวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ให้แก่ครูผู้สอนด้วย เป็นการให้ความสะดวกเมื่อเกิดความต้องการสิ่งหนึ่งสิ่งใด จะได้ติดต่อขอซื้อได้เร็วขึ้น (สสวท. 2527 เอกสารอัดสำเนา)

จากปัญหาความต้องการความช่วยเหลือในการนิเทศดังกล่าว ในปัจจุบันนี้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์คหกรรม จะยังต้องการความช่วยเหลือในการนิเทศในเรื่องเดิมหรือมีความต้องการช่วยเหลือในด้านอื่นอีก

6. งานวิจัย

6.1 งานวิจัยในประเทศ

รัชชาติ ท่าโพธิ์ (2529 บทคัดย่อ) ได้วิจัยเกี่ยวกับการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิชาชีพ เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิชาอาชีพ ต่างเห็นด้วยในระดับปานกลางกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่างอุตสาหกรรม ในด้านเนื้อหาวิชา แบบเรียน กระบวนการเรียนการสอน อุปกรณ์การสอน การวัดและประเมินผล และในด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนวิชาช่าง

2. ความคิดเห็นของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิชาอาชีพ เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่างอุตสาหกรรม ไม่แตกต่างกันที่ระดับนี้สำคัญ .05

สุพจน์ อรุณรัตน์ (2529 บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เกษตร ระหว่างนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิชาอาชีพ โดยศึกษาจากนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 จำนวน 324 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 254 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า

ในด้านการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เกษตรพบว่า ตัวอย่างประชากรนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีความคิดเห็นโดยเฉลี่ยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เกษตร ในด้านเนื้อหาวิชา การจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดผล และประเมินผลว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ทิพย์ารรณ สุรินทร์เสรี (2531 บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง การศึกษากระบวนการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดสุรินทร์

ผลการวิจัย พบว่า

1. ผลการศึกษากระบวนการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ พบว่า

1.1 กิจกรรมก่อนการเรียนการสอน

กิจกรรมที่ครูวิทยาศาสตร์ทำมากคือ การเตรียมการสอนไว้พร้อมแล้วก่อนทำการสอน การศึกษาคู่มือครูและหนังสือแบบเรียนก่อนทำการสอน บอกเกณฑ์การสอบผ่านและเครื่องมือในการวัดและประเมินผลแก่นักเรียนตั้งแต่ต้นภาคเรียนหรือก่อนทำการสอน และการจัดลำดับเนื้อเรื่องและลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนล่วงหน้าก่อนทำการสอน สำหรับกิจกรรมที่ทำน้อยคือ การกำหนดจุดประสงค์ของการสอนซึ่งนอกเหนือจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในคู่มือครู

1.2 กิจกรรมระหว่างการเรียนการสอนและการประเมินผล

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรมที่ครูวิทยาศาสตร์ทำมาก คือ การให้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องก่อนที่จะเริ่มสอนบทเรียนใหม่ และการบอกจุดประสงค์ของการเรียนการสอนแก่นักเรียน สำหรับกิจกรรมที่ทำน้อย คือ การใช้กิจกรรมอื่นที่นอกเหนือจากการเรียนการสอนธรรมดา เช่น

การฉายสไลด์ เทปบันทึกภาพและเสียง (วิดีโอเทป) เพื่อเพิ่มความสนใจของนักเรียนก่อนที่จะเริ่มสอนบทเรียน

ชั้นสอนหรือสร้างความรู้ กิจกรรมที่ครูวิทยาศาสตร์ทำมาก คือ การสอน อธิบาย วิธีการทดลองและชี้แจงขั้นตอนการทดลองให้นักเรียนทราบ สำหรับกิจกรรมที่ทำน้อย คือ การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองเป็นรายบุคคล

ชั้นเสริมความรู้ความเข้าใจและการนำไปใช้ กิจกรรมที่ครูวิทยาศาสตร์ทำมาก คือ การสรุปและเน้นเนื้อหาสาระที่สำคัญทุกครั้งหลังจากที่สอนเนื้อหาจบในแต่ละตอน แต่ละบทเรียน หรือแต่ละหน่วยการเรียน สำหรับกิจกรรมที่ทำน้อย คือ การจัดหาเอกสาร วารสาร บทเรียน โปรแกรม หรือบทเรียนสำเร็จรูปให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม

ชั้นวัดผลและประเมินผลการเรียน กิจกรรมที่ครูวิทยาศาสตร์ทำมากคือ การตรวจผลงานจากการทำแบบฝึกหัดและรายงานการทดลองของนักเรียน และการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นการบ้าน สำหรับกิจกรรมที่ทำน้อย คือ การให้นักเรียนสอบภาคปฏิบัติ

1.3 กิจกรรมหลังการเรียนการสอน

กิจกรรมที่ครูวิทยาศาสตร์ทำมากคือ การใช้ผลจากการประเมิน พิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีการสอน และกิจกรรมการเรียนการสอน สำหรับกิจกรรมที่ทำน้อย คือ การจัดให้มีการสอนเพิ่มเติมโดยมอบหมายให้นักเรียนที่เรียนดีช่วยสอนนักเรียนที่เรียนอ่อน

ภัทรจันทร์ ใจสว่างและคณะ (2529 บทคัดย่อ) ได้รายงานการวิจัย เรื่อง สภาพและปัญหาในการเรียนการสอนเกี่ยวกับการทดลอง ในวิชาวิทยาศาสตร์-เคมี ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2524

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. เกี่ยวกับวิธีสอน

เกี่ยวกับวิธีสอน ได้แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ

1.1 ในด้านการเตรียมการสอนของครู พบว่า ครูเคมีมีความเข้าใจจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละการทดลองเป็นอย่างดี และมีความมั่นใจในเนื้อหาการทดลองแต่ละการทดลองตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไป ครูได้ทำการทดลองก่อนสอนเป็นบางการทดลองเท่านั้น โดยเฉพาะการทดลองที่คิดว่าน่าจะเป็นปัญหา ยกเว้นครูที่มีประสบการณ์ด้านการสอน และเคยได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการเรียนการสอนตามแนวหลักสูตรใหม่มาแล้ว

1.2 ในด้านลำดับชั้นการสอนของครู ครูเคมีได้ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีการที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเสนอแนะ โดยให้นักเรียนทดลองก่อนแล้วจึงร่วมกันสรุปเป็นหลักการหรือทฤษฎี ยกเว้นการทดลองในวิชา ว.034 และ ว.036 พบว่าครูที่สอนโดยให้นักเรียนทดลองก่อนแล้วสรุปเป็นหลักการและครูที่สอนทฤษฎีก่อนแล้วให้นักเรียนทดลองมีจำนวนไม่แตกต่างกัน ครูได้ให้นักเรียนทดลองด้วยตนเอง ยกเว้นบางการทดลองที่ไม่มีอุปกรณ์หรือสารเคมี ครูได้มอบหมายให้นักเรียนอ่านการทดลองมาล่วงหน้าทุกการทดลอง เกือบทุกการทดลองครูได้บอกจุดประสงค์ของการทดลองก่อนให้นักเรียนทดลอง ยกเว้นการทดลอง 2.1 3.2 และการทดลองในวิชาเคมี ว.035 พบว่า ครูที่บอกและไม่บอกจุดประสงค์ก่อนนักเรียนทำการทดลองมีจำนวนไม่แตกต่างกัน ครูมีความเห็นว่าจำเป็นที่ต้องมีการอภิปรายก่อนการทดลอง และครูได้จัดให้มีการอภิปรายก่อนการทดลองทุกการทดลอง บทบาทของครูในขณะที่นักเรียนทำการทดลองคือ ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทดลองเมื่อนักเรียนมีปัญหา หลังจากนักเรียนทำการทดลองเสร็จเรียบร้อย ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปผลการทดลองเป็นหลักการหรือทฤษฎี ครูได้ให้นักเรียนทำการทดลองตามการทดลองที่เป็นไปตามลำดับก่อนหลังที่ระบุในแบบเรียน และใช้แบบการทดลองตามหนังสือแบบเรียน โดยไม่ได้ออกแบบการทดลองใหม่ เมื่อการสอนไม่บรรลุผลตามจุดประสงค์ของการทดลอง ครูจะใช้วิธีแก้ไข คือ ใช้ทั้งวิธีการให้นักเรียนทำการทดลองใหม่ และใช้ผลการทดลองตามคู่มือครูซึ่งพบว่ามีจำนวนไม่แตกต่างกัน ยกเว้นการทดลองที่ 1.4 และ 9.2 ที่ครูจะให้นักเรียนทำการทดลองใหม่

1.3 ในด้านการประเมินผล ครูได้มีการประเมินผลหลังการทดลอง ยกเว้นการทดลอง 18.1 และ 18.2 ที่พบว่าครูที่มีและไม่มีการประเมินผลหลังการทดลองมีจำนวนไม่แตกต่างกัน ผลการทดลองของนักเรียนสอดคล้องกับคู่มือครู ยกเว้นการทดลอง 1.3 2.2 5.2 5.3 6.3 และ 13.1 ที่พบว่านักเรียนทดลองแล้วได้ผลและไม่ได้ผลสอดคล้องกับคู่มือครู มีจำนวนไม่แตกต่างกัน ครูสามารถสอนได้บรรลุผลตามจุดประสงค์ของการทดลองทุกการทดลอง

2. เกี่ยวกับแบบเรียน

ครูเคมีมีความเห็นว่า คำอธิบายวิธีการทดลอง รูปภาพประกอบการทดลองและภาษาที่ใช้ในแบบเรียนชัดเจน ตารางบันทึกผลการทดลองในแบบเรียนมีความละเอียด คำถามท้ายการทดลองมีประโยชน์ต่อการสอน เกี่ยวกับความเพียงพอของคำถามท้ายการทดลอง พบว่า ครูที่มี

ความเห็นว่าคำถามท้ายการทดลองมีเพียงพอ และมีไม่เพียงพอ มีจำนวนไม่แตกต่างกันยกเว้นการทดลอง 2.3 การทดลองในวิชา ว.032 และบางการทดลองในวิชา ว.036 พบว่าครูมีความเห็นว่าคำถามท้ายการทดลองมีเพียงพอ

3. เกี่ยวกับคู่มือครู

ครูได้ใช้คู่มือครูประกอบการสอนทุกการทดลอง จุดประสงค์ที่กำหนดในคู่มือครูครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนควรจะได้รับ แต่ละขั้นตอนในคู่มือครูละเอียดเพียงพอแก่การเข้าใจและเมื่อปฏิบัติตามขั้นตอนเหล่านั้นจะได้ผลตามต้องการ เวลาที่กำหนดให้ในคู่มือครูเหมาะสมเกือบทุกการทดลอง ตัวอย่างผลการทดลองในคู่มือครูเป็นประโยชน์ต่อการสอนเกือบทุกการทดลอง ครูที่มีความเห็นว่าข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับครูในทางทฤษฎีมีเพียงพอและมีไม่เพียงพอมีจำนวนไม่แตกต่างกัน สำหรับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับอุปกรณ์และการเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ครูส่วนใหญ่มีความเห็นว่ามีเพียงพอ เมื่อประเมินผลคู่มือครูโดยรวม พบว่าคู่มือครูเป็นประโยชน์ในระดับปานกลางขึ้นไปจนถึง เป็นประโยชน์มาก

4. เกี่ยวกับอุปกรณ์

ครูส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเครื่องมือทดลองมีจำนวนเพียงพอกับจำนวนนักเรียน ยกเว้นบางการทดลองที่พบว่าครูที่มีความเห็นว่า เครื่องมือทดลองมีเพียงพอและมีไม่เพียงพอ มีจำนวนไม่แตกต่างกัน เครื่องมือทดลองมีประสิทธิภาพใช้งานได้ดี เกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือทดลองครูที่มีความเห็นว่าเครื่องมือทดลองทนทาน และชำรุดง่าย มีจำนวนไม่แตกต่างกัน ครูไม่มีความยุ่งยากในการเตรียมอุปกรณ์ทดลอง ยกเว้นบางการทดลองที่พบว่าครูที่มีความเห็นว่ายุ่งยาก และไม่ยุ่งยากในการเตรียมอุปกรณ์ทดลองมีจำนวนไม่แตกต่างกัน เกี่ยวกับการเก็บรักษาอุปกรณ์ พบว่าครูที่มีความเห็นว่า การเก็บรักษาอุปกรณ์ เป็นปัญหาและไม่เป็นปัญหา มีจำนวนไม่แตกต่างกันยกเว้นการทดลองในวิชา ว.031 การทดลองที่ 15.1 15.3 และ 15.4 พบว่า ครูไม่มีปัญหาในการเก็บรักษาอุปกรณ์ จำนวนนักเรียนต่อเครื่องมือทดลอง 1 ชุด พบว่า มีจำนวนไม่แน่นอน ในกรณีที่เครื่องมือทดลองมีไม่เพียงพอ ครูจะแก้ปัญหาโดยการลดจำนวนกลุ่มทดลอง เมื่ออุปกรณ์ทดลองเกิดชำรุดครูจะพยายามซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ ยกเว้นอุปกรณ์บางชนิดไม่อาจซ่อมแซมได้ ครูมีความเห็นว่างบประมาณในการจัดซื้ออุปกรณ์มีเพียงพอ ยกเว้นบางการทดลอง โดยเฉพาะการ

ทดลองในวิชา ว.032 ครูที่มีความเห็นว่างบประมาณมีเพียงพอ และไม่เพียงพอมีจำนวนไม่แตกต่างกัน เกี่ยวกับความสะดวกในการจัดซื้ออุปกรณ์ ครูส่วนใหญ่มีความเห็นว่าจัดซื้อได้ง่าย ยกเว้นบาง การทดลองที่ครูมีความเห็นว่าจัดซื้ออุปกรณ์ได้ง่าย และจัดซื้ออุปกรณ์ได้ยากมีจำนวนไม่แตกต่างกัน

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ในปี ค.ศ.1966 เบนเนต (Bennett, 1966) ได้ศึกษาถึงการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษา เกี่ยวกับปัญหาทั่วไปในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังนี้

1. การปฏิบัติการทดลอง ควรให้นักเรียนมีโอกาสทำเองมากที่สุด
2. ควรจัดหาอุปกรณ์การสอนที่มีคุณภาพ ให้ผลการทดลองที่ดี และให้มีปริมาณเพียงพอ
3. ปัญหาที่ควรแก้ไข คือ ควรมีห้องปฏิบัติการสำหรับการทดลองของนักเรียน ควรเพิ่มเวลาสอนให้มากขึ้น ควรลดจำนวนนักเรียนต่อห้องให้น้อยกว่านี้ และควรให้ครูสอนได้มีเวลาเพียงพอสำหรับเตรียมอุปกรณ์การสอน

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ เช่น การจัดประเภท การวัด การลงความเห็น ในหลักสูตรจึงควรจัดให้มีความคิดสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ขอบเขตของการเรียน และการทดลอง ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด

ในปี ค.ศ.1978 บัทโซว์ (Butzow, 1978 : pp.62-63) ได้วิจัยความสามารถของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการปฏิบัติวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถสูงใน 2 ประการ คือ ความสามารถในการเป็นผู้ช่วยเหลือแนะแนวทางในการทดลอง และความสามารถในการสาธิตในห้องเรียน การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาความรู้ร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน

ในปี ค.ศ.1978 โดเรน (Doran, 1978 : p.407) ได้วิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมในห้องปฏิบัติการ สรุปได้ว่า ครูวิทยาศาสตร์ต้องให้นักเรียนฝึกทักษะในการใช้ เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์สำคัญของทักษะด้านการปฏิบัติ การช่วยให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง เป็นจุดประสงค์สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้