



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน

โดย

ดร.ดวงเดือน พินสุวรรณ

พฤษภาคม 2559

สัญญาเลขที่ MRG5680047

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน

ดร.ดวงเดือน พินสุวรรณ์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

Project Code : MRG5680047

Project Title : Development of Teaching Science Process Skills for In-Service

Science Teachers under the Office of the Basic Education

Commission

Investigator : Dr.Duongdearn Pinsuwan

Sukhothai Thammathirat Open University

E-mail Address : duongdearn.suw@stou.ac.th

Project Period : 2 Years

Abstract

This study explored and developed conceptual understanding and teaching science process skills for in-service science teachers under the Office of the Basic Education Commission in Thailand. A sample comprised of 166 in-service science teachers in the Secondary Educational Service Area Office 3, Nonthaburi province, obtained from stratified random sampling. Firstly, the teachers' conceptual understanding of science process skills were investigated by using science process skills conceptual understanding test and teaching science process skills evaluation form. Results of the first phase showed that in-service science teachers had moderate level of conceptual understanding of science process skills and teaching science process skills at the moderate level. Taking into an account of the first phase findings and research-based evidences in the literature, the professional development programs covering 13 science process skills were developed, modified and implemented consequently. Experts' opinions toward the training package including contents, teaching strategy, assessment and evaluation tools, and the training instruments including teaching manual for teaching 13 science process skills, and learning management plans were at the highest level. Result from the implementation showed that the teachers' conceptual understanding of science process skills after the development was significantly higher than that of before. The teachers' satisfactions toward the training package and the training instruments were at the highest level. Finally, the teachers follow up phase was used to determine teaching practices in classrooms using multi method evaluation and cross-case analysis. Results showed that the teachers improved teaching science process skills. The findings have implications for science process skills teaching development for Thai in-service science teachers.

Keywords : Science Process Skills, Teacher Professional Development, In-Service Science Teachers

รหัสโครงการ : MRG5680047

ชื่อโครงการ : การพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู
วิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ชื่อนักวิจัย : ดร.ดวงเดือน พินสุวรรณ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

E-mail Address : duongdearn.suw@stou.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สำรวจและพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัดนนทบุรี ประเทศไทย จำนวน 166 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น ลำดับแรกมีการสำรวจความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูโดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า โดยทั่วไปแล้วครูวิทยาศาสตร์มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ได้มีการนำผลที่ได้จากการค้นพบในระยะแรกและหลักฐานจากงานวิจัยจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมาพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูครอบคลุม 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มีการปรับปรุง และนำไปใช้ตามลำดับ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกอบรมซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา วิธีการสอน การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา และเครื่องมือการฝึกอบรมอยู่ในระดับสูงที่สุด ลำดับสุดท้าย ระยะติดตามผลเพื่อตัดสินการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนโดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายและการวิเคราะห์ไขว้รายการณี ผลปรากฏว่าครูมีการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อค้นพบนี้มีผลต่อการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ไทย

คำหลัก : ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาวิชาชีพครู ครูวิทยาศาสตร์

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive summary)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัย ได้แก่ (1) เพื่อศึกษาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills: SPS) ของครูที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ก่อนและหลังการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ (2) เพื่อพัฒนาชุดการจัดการอบรมการจัดกิจกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามบริบทโรงเรียนเพื่อส่งเสริมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ระยะที่ 1 ศึกษาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills: SPS) ของครูที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยการสำรวจความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของครูที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัดนนทบุรี ประเทศไทย จำนวน 166 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่าโดยทั่วไปแล้วครูวิทยาศาสตร์มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

ระยะที่ 2 พัฒนาชุดการจัดการอบรมการจัดกิจกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามบริบทโรงเรียนเพื่อส่งเสริมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยคำนึงถึงผลที่ได้จากการสำรวจความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของครูที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักฐานจากงานวิจัยจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมาพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูครอบคลุม 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มีการปรับปรุง และนำไปใช้ตามลำดับ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ต่อชุดฝึกอบรมซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา วิธีการสอน การวัดและประเมินผล และเครื่องมือการฝึกอบรมอยู่ในระดับสูงที่สุด

ในการเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และการศึกษาความพึงพอใจเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมการจัดการอบรมการจัดกิจกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามบริบทโรงเรียนเพื่อส่งเสริมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3

จังหวัดนนทบุรี ประเทศไทย จำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินการสอน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจของครูที่มีต่อชุดฝึกอบรมและ เอกสารการอบรม

คะแนนเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$) ของ ครูวิทยาศาสตร์จำนวน 30 คน ก่อนการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ ระหว่าง 5.10 - 8.87 หลังการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 8.10 - 9.43 ซึ่งความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังจากการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 30 คน ที่มีต่อชุดฝึกอบรมและอุปกรณ์การ อบรม ได้แก่ เนื้อหา วิธีสอน การวัดและประเมินผล เอกสารทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ได้จากมาตรประมาณค่า 5 ระดับ อยู่ในระดับสูงสุด

ระยะที่ 3 ผลจากการติดตามครูวิทยาศาสตร์จำนวน 10 คน ที่เก็บรวบรวมมาจากแบบ สังเกตการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า 1 คน (ร้อยละ 10.00) ที่รับผิดชอบสอนเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง ครูจำนวน 9 คน (ร้อยละ 90.00) ไม่ได้รับผิดชอบ สอนเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง แต่สอนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาวิชาที่สอนตามปกติ

ผลจากการสัมภาษณ์ครู 10 คน ที่มีการติดตามผลการปฏิบัติการสอนทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ความรู้เนื้อหาเกี่ยวกับการสอนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ที่ครูได้รับ และความรู้ที่ได้รับจากการกำกับติดตามผลการสอนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยเป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และปรับปรุงแผนการ จัดการเรียนรู้ การปฏิบัติการสอน และการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ได้ และพบว่าครูมีการนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการสอนทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนจริง

จากผลการวิจัยปรากฏว่าครูมีการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อค้นพบนี้มีผลต่อการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู วิทยาศาสตร์ไทย

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. จากผลการวิจัยพบว่า ครูมีความต้องการทั้งความรู้และการฝึกปฏิบัติการสอนที่มี feedback จากผู้วิจัย ดังนั้น สถาบันที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาวิชาชีพครูจึงควรทำ การวิจัยหรือบริการวิชาการเกี่ยวกับการ coaching and mentoring ครูวิทยาศาสตร์ใน การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการ ประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ควรส่งเสริมให้มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลายอย่างจริงจังในชั้นเรียน เพื่อให้สามารถวัดการปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบวัดและประเมินผลได้เพียงความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ควรส่งเสริมให้มีการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนที่นอกเหนือจากการสอบระหว่างภาค เพื่อให้สามารถใช้ผลการประเมินระหว่างเรียนส่งเสริมพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

สารบัญ

	หน้า
Abstract	i
บทคัดย่อ	ii
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive summary)	iii
สารบัญ	vi
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
ประโยชน์ที่ได้รับ	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	5
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	8
ชุดฝึกอบรม	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	19
กลุ่มเป้าหมาย	19
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	19
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	20
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	23
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	24
การเก็บรวบรวมข้อมูล	24
การวิเคราะห์ข้อมูล	25
บทที่ 4 ผลการวิจัย	26
ผลการศึกษาในระยะที่ 1 การสำรวจความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์	26
ผลการศึกษาในระยะที่ 2 การพัฒนาชุดฝึกอบรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	30
ผลการศึกษาในระยะที่ 1 และ 2	30
ผลการศึกษาในระยะที่ 3 การติดตามผลการปฏิบัติการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	36
สรุปผลการวิจัย	36
อภิปรายผลการวิจัย	37
ข้อเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	43
ภาคผนวก ก ประวัติผู้วิจัย	44
ภาคผนวก ข ผลผลิตที่ได้จากโครงการ	47
ภาคผนวก ค งานวิจัยนำเสนอในที่ประชุมวิชาการ	49
ภาคผนวก ง ต้นฉบับบทความสำหรับตีพิมพ์วิชาการในวารสาร	50
ภาคผนวก จ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	59

บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ 2551)

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วโลกเน้นการสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งในห้องเรียนวิทยาศาสตร์การสำรวจตรวจสอบหรือการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มักจะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่าทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นด้วย ดังที่ คิม (Kim, 2007) กล่าวว่า การสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานที่กระตุ้นนักเรียนด้วยกิจกรรมปฏิบัติการที่หลากหลายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสร้างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีให้แก่ผู้เรียน กิจกรรมปฏิบัติการที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานมีศักยภาพที่จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้ (Hofstein & Lunetta, 2004) ในประเทศไทยหลักสูตรวิทยาศาสตร์เน้นการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสำรวจตรวจสอบ ดังนั้น ห้องเรียนวิทยาศาสตร์จึงควรจัดให้มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำการสืบเสาะหาความรู้ให้มาก

การปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS, 1993) และมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Research Council [NRC], 1996) เน้นการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ แอนเดอร์สัน (Anderson, 2002) ก็กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และในที่สุดก็จะส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะสามารถช่วยให้นักเรียนได้รับและเข้าใจสารสนเทศ และยังสามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจ อีกทั้งมีหลักฐานจากงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่าผู้เรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาและสามารถประยุกต์ทักษะเหล่านี้ในบริบทชีวิตจริงได้ (Monhardt & Monhardt, 2006) นอกจากนี้เดิร์คส์ และ คันนิงแฮม (Dirks & Cunningham, 2006) กล่าวว่า นักเรียนที่ไม่คล่องในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่ขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะมีความเสี่ยงในการสอบตกด้านความรู้เนื้อหาวิชาด้วย

ปัจจุบัน พบว่า การสอนในโรงเรียนเกือบทุกโรงเรียน ทุกระดับชั้น ยังเน้นการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มากเท่าที่ควร ดังผลจากการประเมินผลการเรียน

วิทยาศาสตร์ ที่ปรากฏว่า มีการสอนนักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่น้อยกว่าในส่วนความรู้เนื้อหาวิชา (อโรชา สุภานิชย์ และคณะ 2551) จากการประเมินดังกล่าวจะเห็นว่าครูผู้สอนส่วนใหญ่จะเน้นการสอนความรู้เนื้อหาวิชามากกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลให้การเรียนรู้ของนักเรียนขาดทักษะพื้นฐานที่จะทำให้ นักเรียนสามารถค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ได้

เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ครูวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจะต้องมีความรู้ความเข้าใจที่จะสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในทฤษฎีนี้ มีการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ (Boardman & Zembal-Saul, 2000; Dana, Boardman, Friedrichsen, Taylor, & Zembal-Saul, 2000; Zembal & Oliver, 1998) แนวคิดของการสอนวิทยาศาสตร์ (Gao, 2002) และความเชี่ยวชาญและความสนใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู (Mbewe, Chabalengula, & Mumba, 2010) อย่างไรก็ตามการศึกษาเพื่อพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ยังมีน้อย

เซตต์เลจและเซาเธอร์แลนด์ (Settlage & Southerland, 2007) มีความเห็นว่าครูวิทยาศาสตร์ควรมีความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างดีและและสามารถปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดีหากต้องสอนอย่างมีประสิทธิภาพในชั้นเรียน ชาร์แมนน์ (Scharmann, 1989) ชี้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความเข้าใจความรู้เนื้อหาวิชาเพิ่มขึ้นอย่างมาก และความรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควรต้องมีการสอนไปด้วยกันเพื่อเติมเต็มซึ่งกันและกัน เช่นเดียวกับริลเลอร์ (Rillero, 1998) ที่ชี้ว่าทั้งเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคุณค่าและเติมเต็มกัน เซตต์เลจและเซาเธอร์แลนด์ (Settlage & Southerland, 2007) ยังคงเน้นย้ำว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เตรียมพื้นฐานสำหรับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ทักษะที่มีความสำคัญอย่างยิ่งอย่างหนึ่งที่ครูจำเป็นต้องสอนให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills: SPS)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการสอนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Anderson, 2002; Glynn & Duit, 1995; Minstrell & van Zee, 2000) และถูกเน้นย้ำในการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ (AAAS, 1993; NRC, 1996) มีงานวิจัยจำนวนมากที่ตรวจสอบความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสรุปว่าครูขาดความเข้าใจที่เพียงพอเกี่ยวกับกระบวนการ (Lotter, Harwood, & Bonner, 2007) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสอนความรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Cain, 2002)

แม้ว่าจะมีงานวิจัยที่ได้ตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู และงานวิจัยที่สร้างชุดฝึกอบรมหรือชุดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับต่าง ๆ แต่มีงานวิจัยจำนวนน้อยที่วิจัยเพื่อพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ทั้ง ๆ ที่ครูเป็นปัจจัยสำคัญที่มีความจำเป็นจะต้องได้รับการพัฒนา

ในประเทศไทย พบผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับนานาชาติ เพียง 1 เรื่อง เกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพครูเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นันทรัตน์ เครืออินทร์ และขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2014) ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการการสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างมีปฏิสัมพันธ์ของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดในการออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งในด้านความรู้เนื้อหาวิชาและการปฏิบัติ ด้วยการนำเสนอเนื้อหาด้วยกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการวัดและประเมินผลที่เน้นการปฏิบัติมากกว่าความรู้ความจำ เพื่อให้สามารถนำไปพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในที่สุด

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อศึกษาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills: SPS) ของครูที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ก่อนและหลังการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(2) เพื่อพัฒนาชุดการจัดการอบรมการจัดกิจกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามบริบทโรงเรียนเพื่อส่งเสริมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัย คือ ครูประจำการที่สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 นนทบุรี

3.2 เนื้อหาที่นำไปเสนอในบทเรียนสาธิตและตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเพียงแค่บางองค์ประกอบจากแต่ละทักษะ ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ

3.3 เป้าหมายหลักของโครงการวิจัยนี้ คือ มุ่งศึกษาและพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 นนทบุรี

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสำรวจตรวจสอบ การจัดการเรียนการสอนโดยการทดลอง การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่เน้นการใช้คำถามหรือคำสั่งเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.2 ชุดการจัดการอบรม หมายถึง ชุดฝึกอบรม ซึ่งเป็นสื่อประสม ที่ให้ครูวิทยาศาสตร์ใช้ประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้นแบบบทเรียนสาธิต ซึ่งประกอบด้วย กิจกรรม การทดลอง การสาธิต แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดและประเมินผล

5. ประโยชน์ที่ได้รับ

5.1 ได้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทั้งจุดแข็ง จุดอ่อน ปัญหาและอุปสรรค และแนวทางในการแก้ไข

5.2 ได้ต้นแบบบทเรียนสาธิต ซึ่งประกอบด้วย กิจกรรม การทดลอง การสาธิต แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดและประเมินผล

5.4 ได้เอกสารการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ในการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะบทเรียนสาธิตและแผนการจัดการเรียนรู้จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ

5.5 ได้ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ เรื่อง การพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. การจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้มากที่สุด มีวิธีการจัดการเรียนการสอนหลายรูปแบบ โดยในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขาหรือแต่ละเนื้อหา มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของเนื้อหา ความยาก และความเป็นรูปธรรม เป็นต้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละเนื้อหาจึงต้องมีการจัดกิจกรรมในรูปแบบที่หลากหลาย มีกรอบที่เน้นแนวคิดทฤษฎีแตกต่างกันออกไป

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้การจัดการเรียนการสอนประเภทที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ (นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และประจวบจิตร คำจตุรัส 2555; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2552) ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ผ่านประสบการณ์ตรงในการปฏิบัติงานและการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้เหตุผลและการแก้ปัญหาในการทำงาน โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้

1.1 การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry method) มีฐานแนวคิดมาจากกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism) นักการศึกษากลุ่ม BSCS (biological science curriculum study) ได้นำวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน เรียกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry cycle) หรือ 5Es ได้แก่ การสร้างความสนใจ (Engage) การสำรวจและค้นหา (Explore) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) การขยายความรู้ (Elaborate) และการประเมินผล (Evaluate)

ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003) ได้เสนอการขยายขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปแบบ 5Es เป็น 7Es รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7Es เน้นให้การถ่ายโยงการเรียนรู้ (transfer of learning) และความสำคัญของการค้นหาความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนที่จะทำความเข้าใจกับเรื่องที่เรียนใหม่ (eliciting prior understanding)

ขั้นตอนที่เพิ่มมาเป็นขั้นตอนแรกก่อนขั้นตอนการสร้างความสนใจ (Engage) คือขั้นตอนการค้นหาความรู้เดิม (Elicit) ซึ่งเป็นการสกัดหรือค้นหาความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนนำไปสู่การเรียนรู้และเข้าใจเรื่องที่จะเรียนใหม่ อีกขั้นตอนหนึ่งของรูปแบบ 7Es ที่เพิ่มมาเป็นขั้นตอนที่เพิ่มเติมขั้นตอนการขยายความรู้ (Elaborate) คือ ขั้นตอนการขยายความรู้ให้กว้างขวางขึ้น (Extend) เพื่อผู้สอนจะได้ตระหนักถึงความสำคัญของการให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการถ่ายโยงการเรียนรู้ซึ่งเป็นเรื่องจำเป็นที่ผู้สอนจะต้องแน่ใจว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ในบริบทใหม่ได้จริงๆ โดยไม่จำกัดขอบเขตเพียงการขยายความรู้ง่าย ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ใช้การจัดการเรียนการสอนแบบ 5Es ในการอบรมครูวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลาย (สสวท. 2549) นอกจากนี้ยังพบว่าครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนิยมเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es (สถาบันวิทยาศาสตร์ 2556)

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สะท้อนลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ คือ การใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ เพื่อสืบเสาะ สำรวจ ทดลอง ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.2 การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสำรวจตรวจสอบ

การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสำรวจตรวจสอบ (Group Investigation: GI) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้เช่นเดียวกับการเรียนการสอนแบบ 5Es หรือ 7Es แต่มีกรอบทฤษฎีที่เน้นไปยังการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการทางสังคม (social constructivism) ดังนั้น จุดเด่นของการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ คือ การให้ผู้เรียนร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มเพื่อสืบเสาะหาความรู้หรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน โดยสมาชิกในกลุ่มแต่ละคนจะมีบทบาทในการทำงาน แต่ละคนจะร่วมกันใช้ประสบการณ์ ความเชี่ยวชาญ และความสามารถเพื่อทำงานกลุ่มให้สำเร็จ การจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้ยังแสดงให้เห็นว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์ใดๆ มักจะต้องอาศัยกลุ่มการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ความรู้และความเชี่ยวชาญที่แตกต่างกัน สืบเสาะค้นคว้าในเรื่องเดียวกันเพื่อให้ได้คำตอบหรือคำอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ (American Association for the Advancement of Science (AAAS.), 1993)

1.3 การจัดการเรียนการสอนโดยการทดลอง

การจัดการเรียนการสอนโดยการทดลองเหมาะที่จะใช้เมื่อผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการได้รับรู้ผลด้วยการกระทำของตนเองโดยผ่านกระบวนการคิดและการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อค้นพบที่ได้จะเป็นข้อมูลที่มีความหมายสำหรับผู้เรียนและเป็นความรู้ที่ผู้เรียนจำได้นาน (นวลจิตต์ เขาวีกริตพิงศ์ และประจวบจิตร คำจตุรัส 2555)

การจัดการเรียนการสอนโดยการทดลองมีขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่ 1) การกำหนดปัญหา 2) การทำนายหรือการตั้งสมมติฐาน 3) การลงมือปฏิบัติ 4) การบันทึกและนำเสนอข้อมูล และ 5) การแปลความหมาย การประเมิน และการลงข้อสรุป

การจัดการเรียนการสอนโดยการทดลองตามขั้นตอนต่างๆ ข้างต้น ผู้เรียนมีโอกาสได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการค้นพบความรู้ด้วยตนเองภายใต้การให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกของผู้สอน

1.4 การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน

การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน (project-based learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับธรรมชาติของการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะผู้เรียนจะมีโอกาสได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และค้นพบข้อมูลความรู้ตาม

ความสนใจของตนเอง และยังได้ใช้การบูรณาการความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาอื่นๆ นำมาใช้ร่วมกันในการทำงาน

การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน ผู้เรียนจะได้รับความรู้ โดยเริ่มต้นมาจากความสงสัยอยากรู้ของผู้เรียนเอง และความพยายามที่จะศึกษาหาคำตอบโดยการประมวลความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร เพื่อที่จะนำไปวางแผนสำหรับการแก้ปัญหา ก่อนการลงมือทำ แล้วจึงดำเนินการตามแผนที่กำหนด และเขียนรายงานผลสำเร็จที่ทำได้ พร้อมทั้งมีการเสนอหรือการจัดแสดงผลงานที่สื่อสารความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจด้วย ทั้งนี้ ผู้เรียนมีโอกาเลือกที่จะทำโครงงานประเภทสำรวจ โครงงานประเภททดลอง โครงงานประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ หรือโครงงานประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย ตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2552)

การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานมีขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่ 1) ศึกษาความหมาย และประเภทของโครงงาน 2) สำรวจเรื่องที่จะทำโครงงาน 3) วิเคราะห์โครงงาน 4) ระบุปัญหา/เรื่องที่จะทำโครงงาน 5) ศึกษาเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับโครงงาน 6) ออกแบบการทดลอง/วางแผนการดำเนินการทำโครงงาน 7) เขียนเค้าโครงของโครงงาน 8) ลงมือทำโครงงาน 9) เขียนรายงานโครงงาน 10) เสนอผลงานและจัดแสดงผลงานโครงงาน 11) อภิปรายผลการเรียนรู้จากการทำโครงงาน

การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานตามขั้นตอนข้างต้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ได้ฝึกทักษะทางสติปัญญา ทักษะการศึกษาด้วยตนเอง ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะการสืบค้นแหล่งความรู้

1.5 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem – based learning: PBL) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคมเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และทักษะด้วยตนเอง มีขั้นตอนการเรียนการสอนที่สำคัญเริ่มจากผู้สอนให้ข้อมูลที่เป็นสถานการณ์ปัญหาแก่กลุ่มผู้เรียน ให้ผู้เรียนดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ จนได้วัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยตนเองแล้วให้ผู้เรียนแยกย้ายกันไปค้นคว้าด้วยตนเองในทุกหัวข้อแล้วกลับมารวมกลุ่มกันเพื่ออภิปรายพร้อมสรุปเพื่อหาความรู้ที่ได้

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2551: 14/53 ถึง 14/56) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ โดยผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และทักษะด้วยตนเอง ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้ มีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) ผู้สอนให้สถานการณ์ปัญหา (scenario) แก่กลุ่มผู้เรียน ซึ่งสถานการณ์ปัญหาคือเป็นสถานการณ์จริงที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในวิชาชีพนั้นๆ

2) ให้ผู้เรียนจัดกลุ่ม 8-10 คน โดยมีผู้สอน 1 คน ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

- (1) ทำความกระจ่างในคำศัพท์ที่ไม่ชัดเจน หรือไม่เข้าใจในสถานการณ์ปัญหา
- (2) ระบุปัญหาโดยแยกแยะปัญหาออกเป็นประเด็นต่างๆ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับ
- (3) ระดมสมองโดยหยิบยกประเด็นปัญหาต่างๆ มาพิจารณาที่ละข้อว่าเกิดจากอะไรได้บ้าง เพื่ออธิบายปรากฏการณ์/เหตุการณ์ต่างๆ ในสถานการณ์ปัญหา
- (4) เรียงลำดับคำอธิบายที่เป็นไปได้และตั้งเป็นสมมติฐาน และพยายามตรวจสอบสมมติฐานที่คิดค้นขึ้นมาได้ เมื่อถึงขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะทราบด้วยตนเองว่าไม่สามารถตรวจสอบสมมติฐานได้ เพราะยังขาดความรู้อีกมาก
- (5) กลุ่มผู้เรียนจะร่วมกันกำหนดหัวข้อที่ต้องค้นหาเพิ่มเติมเพื่อนำมาตรวจสอบสมมติฐานเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยตัวผู้เรียนเองซึ่งผู้สอนต้องใช้เทคนิคทางอ้อม

3) หลังจากได้วัตถุประสงค์การเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนแต่ละคนจะแยกย้ายไปศึกษาจากแหล่งความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง โดยทุกคนต้องค้นคว้าด้วยตนเองในทุกหัวข้อ แต่อาจจะต่างแหล่งกันได้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย

4) ผู้เรียนกลับมารวมกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง เพื่อร่วมกันอภิปรายถกเถียงถึงหัวข้อความรู้ที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเองว่าตรงประเด็นและแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างไร พร้อมสรุปเป็นเนื้อหาความรู้ที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนกำหนดให้

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามขั้นตอนข้างต้นส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญาที่สามารถถ่ายโอนไปสู่สถานการณ์ต่างๆ ได้ และมีความเหมาะสมกับผู้ศึกษาวิทยาศาสตร์ (NSTA, 2002) สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS, 1989) จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามลักษณะความยากง่ายของทักษะต่างๆ ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic or simpler science process skills) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (integrated or more complex science process skills) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต (observing) ทักษะการวัด (measuring) ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา (using space/space and space/time relationships) ทักษะการใช้ตัวเลข (using number) หรือการคำนวณ (calculating) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data) ทักษะการลงความคิดเห็นจาก

ข้อมูล (inferring) และทักษะการทำนาย (predicting) หรือการพยากรณ์ (forecasting) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational defining of the variable) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) ทักษะการทดลอง (experimenting) และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ สรุปความหมายได้ดังนี้

(1) ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกต

(2) ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสม และความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว และใกล้เคียงกับความจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

(3) ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

(4) ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา จากการที่ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ จะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ (dimensions) ได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูงหรือความหนาของวัตถุ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ 1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ 2) สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร 3) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง 4) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

(5) ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณหาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่คำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

(6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจมากขึ้น อาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เป็นต้น

(7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอยู่อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง คำอธิบายนั้นได้มาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของที่เป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

(8) ทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตข้อมูล (interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (extrapolating)

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ สรุปความหมายได้ดังนี้

(1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไปสมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขได้เมื่อมีความรู้ใหม่

(2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้ คำนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่ายๆ ชัดเจน ไม่กำกวมระบุสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด การทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

(3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

(4) ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดวิธีดำเนินการทดลอง การกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ และ 3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ

(5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมาย

ข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

3. ชุดฝึกอบรม

ชุดฝึกอบรมเป็นรูปแบบและวิธีการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจวิธีหนึ่ง ที่สามารถช่วยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยมีองค์ประกอบ การออกแบบ และการผลิต ดังต่อไปนี้

3.1 องค์ประกอบของชุดฝึกอบรม

มีนักวิชาการกล่าวถึงองค์ประกอบของชุดฝึกอบรมไว้ ดังนี้

จินตนา ไบกาชฎี (2536 : 70-78) กล่าวว่า ชุดฝึกอบรมมีองค์ประกอบ ดังนี้

- 1) บทนำ ซึ่งประกอบด้วย คำนำ คำชี้แจง และสารบัญ
- 2) เนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย ความคิดรวบยอด จุดประสงค์ทั่วไป แบบทดสอบ

ประเมินผลก่อนและหลังเรียน

- 3) บทสรุป

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547 : 154-157) กล่าวว่า ชุดฝึกอบรมมีองค์ประกอบ 2 ประเภท ดังนี้

- 1) องค์ประกอบของผลที่ได้รับในการพัฒนาชุดฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย

(1) คู่มือการฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมทุกชุดจะต้องมีคู่มือสำหรับชุดฝึกอบรมนั้นๆ สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของวิทยากรผู้มีหน้าที่ฝึกอบรมนั้น คู่มือการฝึกอบรมจะช่วยให้วิทยากรรับทราบถึงขั้นตอนต่างๆ ในการวางแผน เตรียมการ ตลอดจนดำเนินกิจกรรมการฝึกอบรม ในส่วนที่เกี่ยวกับผู้รับการฝึกอบรมจะเป็นการแนะนำให้ผู้รู้ถึงวิธีการใช้และศึกษาจากชุดฝึกอบรมนั้นๆ

(2) สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบที่จะเสนอหรือถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ในชุดฝึกอบรมไปสู่ผู้รับการฝึกอบรม และที่สำคัญที่สุด คือ การที่ผู้รับการฝึกอบรม จะได้รับการถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ที่มีมาตรฐานเดียวกัน เพราะเกิดจากชุดฝึกอบรมเดียวกัน

(3) กิจกรรมในชุดฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบที่ได้จัดเตรียมสื่อและวิธีการของการจัดฝึกอบรมไว้ ซึ่งจะเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่วิทยากรผู้มีหน้าที่ฝึกอบรมสามารถดำเนินการได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามความต้องการ

(4) การประเมินในชุดฝึกอบรม มี 2 ลักษณะ คือ การประเมินผู้รับการฝึกอบรมกับการประเมินชุดฝึกอบรมเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้รับการฝึกอบรมและประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมจะต้องมีการกำหนดและจัดทำวิธีการและเครื่องมือประเมิน

- 2) องค์ประกอบชุดฝึกอบรมเชิงระบบ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมด้านปัจจัยนำเข้า ได้แก่ บุคลากร งบประมาณ วัสดุ อุปกรณ์ สื่อ อาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม ปรัชญาการฝึกอบรม แผนและนโยบายการฝึกอบรม หลักสูตร และเนื้อหาสาระการฝึกอบรม

(2) องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมในด้านการดำเนินการฝึกอบรม เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวคิดพื้นฐานของระบบการฝึกอบรมในด้านหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์ การศึกษาระบบและวิธีการฝึกอบรมที่มีอยู่ การกำหนดปัจจัยนำเข้าในการออกแบบการฝึกอบรมด้านกระบวนการฝึกอบรม

(3) องค์ประกอบการวัดและประเมินผลการฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบสำคัญในการตรวจสอบความสำเร็จของผู้รับการฝึกอบรมว่าสามารถปฏิบัติกิจกรรมหรือมีความสามารถตามวัตถุประสงค์ย่อยและวัตถุประสงค์หลักของการฝึกอบรม และเป็นข้อมูลในการปรับปรุงชุดฝึกอบรมให้เหมาะสม ทำให้ผู้รับการฝึกอบรมบรรลุเป้าหมายของวัตถุประสงค์การฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 การออกแบบชุดฝึกอบรม

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547 : 158-168) กล่าวว่า การออกแบบชุดฝึกอบรมประกอบด้วย

1) การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรม

ในการออกแบบชุดฝึกอบรมนั้น ขั้นตอนก่อนที่จะดำเนินการออกแบบประกอบด้วย

(1) การศึกษาแนวคิดพื้นฐานสำหรับชุดฝึกอบรมเป็นการศึกษาเกี่ยวกับด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การปกครอง ศิลปวัฒนธรรมและประเพณีท้องถิ่น เพื่อเป็นข้อมูลการออกแบบชุดฝึกอบรม

(2) การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรม ประกอบด้วยวัตถุประสงค์สองประเภท ประเภทแรก คือ การกำหนดวัตถุประสงค์ชุดฝึกอบรมประเภทชุดฝึกอบรม ซึ่งเป็นการกำหนดแบบกว้างๆ ไม่เจาะจงชัดเจนลงไปนัก เพื่อให้ผู้ใช้ชุดฝึกอบรมได้สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงชุดฝึกอบรมให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการจัดฝึกอบรมได้โดยง่าย ส่วนอีกประเภทหนึ่งนั้น คือ การกำหนดวัตถุประสงค์ชุดฝึกอบรมประเภทโมดูลฝึกอบรม จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนในขั้นตอนการออกแบบชุดฝึกอบรม เพราะชุดฝึกอบรมประเภทนี้จะจัดการฝึกอบรมพร้อมสื่อวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ไม่มีในสถานที่ฝึกอบรม เป็นชุดเพื่อการฝึกอบรมวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่งโดยเฉพาะ

2) การศึกษาชุดฝึกอบรมที่มีอยู่ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับชุดอุปกรณ์ ชุดฝึกอบรม และโมดูลฝึกอบรมที่มีอยู่ก่อนแล้ว เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบชุดฝึกอบรมต่อไป

3) การออกแบบจำลองชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การกำหนดปัจจัยนำเข้าเพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรม ครอบคลุมการวิเคราะห์ทรัพยากรที่มีอยู่ และได้มาเป็นปัจจัยนำเข้าของชุดฝึกอบรม โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ (1) เป็นทรัพยากรที่เหมาะสมและเกื้อหนุนวัตถุประสงค์ในการออกแบบ (2) หาง่ายและมีราคาถูก (3) วัสดุ อุปกรณ์ อาคารสถานที่ และสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยนำเข้าในระบบฝึกอบรมและไม่ต้องขนย้ายมาจากที่อื่น (4) ไม่เป็นอันตรายต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม เช่น เครื่องมืออันตราย

ต่างๆ สัตว์ร้ายที่ควบคุมยาก แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้เครื่องมืออันตรายต่างๆ เช่น วัตถุระเบิด ก็ต้องมีมาตรการรักษาความปลอดภัยแก่ผู้รับการฝึกอบรม (5) ต้องไม่ขัดต่อปรัชญา ความเชื่อ ศิลปวัฒนธรรมประเพณีอันดีงามของท้องถิ่น (6) ต้องเกื้อหนุนต่อการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม (7) เกื้อหนุนต่อกิจกรรมที่เป็นขั้นเป็นตอนทีละน้อยในการนำเสนอเนื้อหาสาระ หรือ ปฏิบัติกิจกรรมการฝึกอบรมของชุดฝึกอบรมที่ออกแบบ (8) ต้องเกื้อหนุนต่อความสำเร็จในการปฏิบัติกิจกรรมของชุดฝึกอบรม และ (9) เกื้อหนุนต่อการให้รางวัลความสำเร็จในการปฏิบัติกิจกรรมสำเร็จตามเกณฑ์ของชุดฝึกอบรม

(2) การกำหนดกระบวนการออกแบบชุดฝึกอบรม พิจารณาจากปัจจัยที่เกื้อหนุนวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดที่จะกำหนดสื่อที่ใช้ปฏิบัติกิจกรรมของผู้ให้และผู้รับการฝึกอบรมในชุดฝึกอบรม

(3) การกำหนดการประเมินผลลัพธ์และผลย้อนกลับในชุดฝึกอบรม กำหนดทั้งด้านการเตรียมการฝึกอบรม การดำเนินการฝึกอบรม และหลังการฝึกอบรม เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบชุดฝึกอบรม

(4) การออกแบบจำลองชุดฝึกอบรม เป็นการกำหนดทางเลือกในการออกแบบชุดฝึกอบรม และออกแบบจำลองตามรูปแบบตามที่กำหนดในการออกแบบชุดฝึกอบรม

โดยสรุป การออกแบบชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ การศึกษาชุดฝึกอบรมที่มีอยู่ และการออกแบบจำลองชุดฝึกอบรม

3.3 การผลิตชุดฝึกอบรม

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547 : 169-174) ได้กล่าวถึงการผลิตชุดฝึกอบรมไว้ตามขั้นตอน ดังนี้

1) การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการฝึกอบรม ในกระบวนการฝึกอบรมที่ดีจะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ให้ผู้จัดการฝึกอบรมและผู้รับการฝึกอบรมสามารถที่จะทราบว่าตนเองจะฝึกอบรมเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้าง เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกอบรมแล้วผู้รับการฝึกอบรมและผู้ให้การฝึกอบรมจะสามารถประเมินผลของการฝึกอบรมครั้งนี้ว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้ไว้หรือไม่ จึงกำหนดวัตถุประสงค์ในรูปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ วัตถุประสงค์ที่ผู้ให้การฝึกอบรมกำหนดให้ผู้รับการฝึกอบรมเปลี่ยนแปลงในการฝึกอบรม

2) การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการฝึกอบรม

(1) ต้องบรรยายให้ทราบว่าผู้รับการฝึกอบรมมีความสามารถจะแสดงพฤติกรรมอะไร ต้องบรรยายด้วยถ้อยคำชัดเจน ช่วยให้ผู้สามารถสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดพฤติกรรมเหล่านั้น และเห็นการแสดงออกของผู้รับการฝึกอบรมด้วยการใช้คำแสดงอาการ เช่น เขียน บอก เล่า แยก จำแนก แก้ไข สร้าง เปรียบเทียบ บอกความแตกต่าง เป็นต้น และควรหลีกเลี่ยงคำต่อไปนี้ คือ รู้ เข้าใจ ชាប់ซึ่ง นำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า

(2) ต้องบรรยายเงื่อนไขของการสังเกตเชิงพฤติกรรมให้ชัดเจนว่าผู้รับการฝึกอบรมแสดงออกมาให้เห็นนั้น ภายใต้เงื่อนไขอันใด การเขียนเงื่อนไขของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะต้องตอบคำถามต่อไปนี้

ก. การกระทำพฤติกรรมที่กำหนดไว้มีอะไรเป็นเครื่องช่วยในการที่จะแสดงออกเชิงพฤติกรรม

ข. การกระทำเชิงพฤติกรรมมีอะไรที่ไม่ได้กำหนดเงื่อนไข เช่น ให้ผู้รับการฝึกอบรมเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์นั้นไม่ได้กำหนดว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบใด

ค. การบรรยายเงื่อนไขในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ควรจะใช้คำต่อไปนี้ กำหนดหัวข้อให้กำหนดเนื้อหาในห้องเรียน ไม่ต้องดูต้นแบบ เขียนสือด้วยมือ หรือไม่ใช่เครื่องมือ เป็นต้น

(3) กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ผู้ให้การฝึกอบรมจะให้ผู้รับการฝึกอบรมสามารถแสดงพฤติกรรมนั้นๆ ได้มากน้อยเพียงใด เช่น สามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนได้อย่างน้อย 2 วิธี เป็นต้น

3) การจัดลำดับการนำเสนอ

(1) พิจารณาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการฝึกอบรม เป็นการพิจารณาว่าพฤติกรรมสุดท้ายที่เราต้องการในการฝึกอบรมนั้นๆ คืออะไร จากนั้นก็ตั้งเป็นชั่งคำตอบไว้เพื่อที่จะให้ดำเนินการหากรรมวิธีไปให้ถึงคำตอบหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดนั้นได้

(2) วิเคราะห์พฤติกรรม เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปว่าพฤติกรรมที่เราต้องการที่จะให้เกิดขึ้นหลังจากจบการฝึกอบรมนั้นมีอะไรบ้าง จากนั้นก็จัดลำดับขั้นตอนที่จะดำเนินการเพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมได้มีความรู้ความสามารถตามที่ต้องการ

(3) จัดลำดับประสบการณ์การฝึกอบรม พิจารณาว่าในการฝึกอบรมนั้น สิ่งใดควรจะได้รับดำเนินการก่อนหลัง เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้ความสามารถเป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม

(4) กำหนดขอบข่ายเนื้อหาสาระการฝึกอบรม จากการวิเคราะห์พฤติกรรมอันที่จะนำไปสู่เป้าหมาย จะสามารถพิจารณาได้ว่าเนื้อหาสาระและประสบการณ์ใดที่จะบรรจุลงไปในชุดฝึกอบรม และมีลำดับก่อนหลังในการฝึกอบรมอย่างไร

(5) การพิจารณาหลักสูตรการฝึกอบรม ต้องพิจารณาจัดหัวข้อการฝึกอบรมให้เหมาะสมสอดคล้องกับเวลาในการฝึกอบรม โดยการนำเนื้อหาสาระที่ต้องการบรรจุในชุดฝึกอบรมมาทำการจัดทำเป็นขั้นเป็นตอนอย่างละเอียด จากนั้นก็พิจารณาตัดทอนตามความเหมาะสมให้สอดคล้องกับเวลาของการฝึกอบรม เมื่อได้ตอนย่อยในการฝึกแล้วก็ดำเนินการค้นคว้าเนื้อหาจากเอกสาร ตำรา และสื่อต่างๆ เพื่อแสวงหายุทธศาสตร์ในการฝึกอบรมต่อไป

4) ขั้นตอนการผลิตชุดฝึกอบรม ระบบการฝึกอบรมสามารถเขียนได้หลายรูปแบบสำหรับแนวทางที่ นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547: 179) ได้วางไว้เป็นแนวคิดของเกอร์ลาดและอีลายประกอบด้วย 9 ขั้นตอน คือ (1) วัตถุประสงค์และเนื้อหาการฝึกอบรม (2) การวัดและประเมินผลก่อนการฝึกอบรม (3) ยุทธศาสตร์การฝึกอบรม (4) การจัดกลุ่มผู้รับการฝึกอบรม (5) การจัดสรรเวลาการฝึกอบรม (6) การจัดอำนาจความสะดวกและสถานที่การฝึกอบรม (7) การเลือกสื่อฝึกอบรม (8) การประเมินผลการฝึกอบรม และ (9) การวิเคราะห์การฝึกอบรม

(1) วัตถุประสงค์และเนื้อหาชุดฝึกอบรม เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมว่า หลังจากที่ได้รับรู้การฝึกอบรมแล้วผู้รับการฝึกอบรมจะมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เนื้อหาการฝึกอบรมจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ต้องการ

(2) การประเมินก่อนการรับการฝึกอบรม เป็นการกำหนดเกณฑ์คุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ผู้ให้การอบรมต้องกำหนดให้แน่ชัดว่าคุณสมบัติทางด้านความรู้และทักษะของบุคคลชนิดใดจึงจะร่วมการฝึกอบรมได้ เพื่อให้การฝึกอบรมบรรลุตามเป้าหมาย การประเมินผู้เข้ารับการฝึกอบรมอาจกระทำโดยการสอบข้อเขียน สอบปฏิบัติการ แบบสอบถาม หรือ พิจารณาจากประวัติ

(3) การออกแบบยุทธศาสตร์ชุดฝึกอบรม เป็นการแสวงหาวิธีการฝึกอบรมเพื่อให้การฝึกอบรมบรรลุเป้าหมาย ในการฝึกอบรมแต่ละครั้งอาจมียุทธศาสตร์ในการดำเนินการหลายๆ รูปแบบได้ เช่น การบรรยายประกอบสื่อ รายงานกลุ่ม การสัมภาษณ์บุคลากร นอกจากนี้ยังครอบคลุมการจัดกลุ่มผู้รับการฝึกอบรม การจัดสรรเวลาการฝึกอบรม การเลือกและจัดสถานที่ การเลือกสื่อในการฝึกอบรม

(4) การประเมินหลังการฝึกอบรม เป็นการประเมินทั้งผู้ให้และผู้รับการฝึกอบรม ตลอดจนวิธีการฝึกอบรม เพื่อพิจารณาว่าการจัดการฝึกอบรมได้ผลเพียงใด และบรรลุเป้าหมายหรือไม่

(5) การวิเคราะห์ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการนำผลการฝึกอบรมมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุงการฝึกอบรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

5) การเลือกสื่อชุดฝึกอบรม

(1) หลักการเลือกสื่อชุดฝึกอบรม เนื่องจากสื่อเป็นตัวกลางที่จะถ่ายทอดความรู้ เนื้อหาสาระ ประสบการณ์ ทักษะคติ และทักษะต่างๆ จากผู้ให้การฝึกอบรมไปสู่ผู้รับการฝึก การเลือกสื่อจึงจำเป็นต้องพิจารณาให้มีประสิทธิภาพ สื่อจะต้องสนองวัตถุประสงค์การฝึกอบรม สื่อจะต้องเหมาะสมกับการตอบสนองของผู้รับการฝึกอบรม สื่อจะต้องเหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้รับการฝึกอบรม เลือกสื่อฝึกอบรมเท่าที่พอจะหาได้ในท้องถิ่น ไม่จำเป็นต้องมีราคาสูง

(2) การออกแบบสื่อการฝึกอบรม สื่อที่ดีต้องได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการสื่อความ กล่าวคือ วัตถุประสงค์การใช้สื่อแน่ชัดว่าจะให้ผู้รับการฝึกอบรมรู้ในสิ่งที่ผู้ให้การฝึกอบรมต้องการให้รู้ เนื้อหาที่นำเสนอต้องกระชับ ชัด ง่ายต่อการเข้าใจ ออกแบบถูกต้องตามหลักการทางศิลปะ และผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแล้ว

6) การประเมินชุดฝึกอบรม เป็นการหาข้อบกพร่องของชุดฝึกอบรมเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขพัฒนาชุดฝึกอบรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ประกอบด้วย การประเมินวัตถุประสงค์ การประเมินเนื้อหาสาระในชุดฝึกอบรม การประเมินผู้รับการฝึกอบรม การประเมินยุทธศาสตร์การฝึกอบรม การประเมินสถานที่ เวลา และสื่อการฝึกอบรม

โดยสรุป การผลิตชุดฝึกอบรมประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การจัดลำดับการนำเสนอ ขั้นตอนการผลิต การเลือกสื่อ และการประเมิน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นันทรัตน์ เครืออินทร์ และขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2014) ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการการสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างมีปฏิสัมพันธ์ของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในระยะแรกของงานวิจัยพบว่าครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจ เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางถึงมากที่สุด กิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองในหนังสือเรียนหรือใบกิจกรรมที่กำหนดไว้แล้ว ในระยะที่สองของการวิจัยเป็นการสร้างและดำเนินการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การบูรณาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เข้าร่วมได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะผ่านการลงมือปฏิบัติ กิจกรรมสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์และออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการแนวการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างมีปฏิสัมพันธ์ หลังการอบรมพบว่า ครูมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังมีขาดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและประสบการณ์ในการทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ การวิจัยในระยะที่สามเป็นการศึกษาผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูกรณีศึกษาพบว่า ครูสามารถบูรณาการ การสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างมีปฏิสัมพันธ์ในการจัดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดีและมีการให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมากขึ้นในวิชาวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์พื้นฐาน และครูได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และติดตามความก้าวหน้าอย่างใกล้ชิดในวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์

สุจินต์ วิสุทธิรานนท์ และคณะ (2552) ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกลเพื่อพัฒนาสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพ และ (2) ผลการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นต่อการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลอยู่ในระดับมาก และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลสูงกว่าก่อนใช้ชุดฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฮาฟิซาน ฮาลิม และมีราห์ (Hafizan, Halim & Meerah, 2012) ได้ศึกษาการรับรู้ความรู้เนื้อหาวิชา และระดับสมรรถนะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีต่อการวางแผนโปรแกรมส่งเสริมวิชาชีพครู ซึ่งการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุการรับรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ความรู้เนื้อหาวิชา และระดับสมรรถนะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของครูระดับประถมศึกษาในกัวลาลัมเปอร์ โดยใช้แบบสอบถามถามครูวิทยาศาสตร์ผู้สอนระดับประถมศึกษา จำนวน 329 คน จาก 52 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูส่วนใหญ่ (74.1% ถึง 83.6%) รับรู้ว่าตนเองมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแต่ละองค์ประกอบย่อยของทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในระดับสูง อย่างไรก็ตามการรับรู้ของครูเกี่ยวกับระดับความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการพบว่า ไม่สอดคล้องกับระดับความรู้ความเข้าใจที่แท้จริง (ความรู้เนื้อหาวิชา) ครูมีความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในระดับต่ำ นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้ด้านเนื้อหาวิชาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการไม่เพียงพอที่จะสอนนักเรียนให้เข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอย่างมีความหมาย ดังนั้น จึงควรมีการเน้นย้ำทั้งความรู้ด้านเนื้อหาวิชาและความรู้ด้านการปฏิบัติของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในการฝึกอบรมครูประจำการเพื่อให้แน่ใจว่าครูจะมีความเข้าใจ ได้รับ และสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอย่างมีความหมาย

ชาบาลังกูลา มัมบา และบีวี (Chabalengula, Mumba, & Mbewe, 2012) ได้ศึกษาความเข้าใจด้านเนื้อหาวิชาและความสามารถในการปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู 91 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกา โดยใช้แบบทดสอบ 2 ชุด คือ แบบทดสอบความเข้าใจด้านเนื้อหาวิชาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Conceptual Understanding Test (SPCUT)) ซึ่งปรับปรุงจากแบบทดสอบที่พัฒนาโดย เอเมอรีโอล (Emereole, 2009)) ซึ่งให้ผู้ตอบระบุหรืออธิบายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ และแบบทดสอบการปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Performance Test (SPPT)) ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 48 ข้อ แบบทดสอบเป็นคำถามที่เชื่อถือได้ที่ได้รับการตีพิมพ์ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Test of Integrated Process Skills) ของเบิร์น โอเคย์ และไวส์ (Burns, Okey, & Wise, 1985) แบบทดสอบทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Test of Basic Process Skills) ของพาดิลลา โครนิน และทวิสท์ (Padilla, Cronin, & Twiest, 1985) มาตรฐานการวัดและประเมินผลของเวอร์จิเนีย (Virginia Department of Education, 2007) และการประเมินระดับชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Assessment of Educational Progress (NAEP); the National Assessment Governing Board [NAGB], 2005) ผลปรากฏว่านักศึกษาครูมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างจำกัด ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่สามารถให้คำนิยามที่ถูกต้องเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการค้นพบครั้งนี้มีความหมายโดยนัยสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ การเรียนและการให้การศึกษาแก่ครู

ดูราน ไอซิก และมิฮลาดิซ (Duran, Isik, Mihaladiz, & Özdemir, 2011) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบการเรียนรู้ของนักเรียนครูปี 1 และ ปี 4 โดยใช้แบบวัดแบบการเรียนรู้ของคอล์บ (Kolb Learning Style Inventory) และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skills Test) (Okey & Wise, 1985; Ateşve Bahar, 2004) เมื่อตรวจสอบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พบว่า นักศึกษาครูที่มีแบบการเรียนรู้แบบแยกส่วนและแบบการเรียนรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูที่มีแบบการเรียนรู้แบบอื่น ๆ

รอต และรอยชูดเฮอรี (Roth & Roychoudhury, 1993) ได้ตรวจสอบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในบริบทที่เป็นชั้นเรียนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เตรียมให้นักเรียนมีอิสระในการทำการทดลอง นักเรียนเรียนรู้ที่จะระบุและควบคุมตัวแปร ตีความหมายข้อมูล แปลงข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล วางแผนและออกแบบการทดลอง และตั้งสมมติฐาน ผลการวิจัยนี้เสนอแนะว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องจัดสอนแยกต่างหาก แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสามารถพัฒนาขึ้นได้โดยลำดับและมีความซับซ้อนมากเมื่อจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการให้มีความหมาย

นลินี อินดีคำ (2551) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 78.84/78.08 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับพอใจอย่างยิ่ง

มอนฮาร์ดท์ และมอนฮาร์ดท์ (Monhardt & Monhardt, 2006) เสนอแนะวิธีที่สอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในบริบทที่มีความหมายผ่านหนังสือให้กับเด็ก ๆ มีตัวอย่างการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือของเด็ก ๆ เป็นจุดเริ่มต้นให้ครูผู้สอนในระดับประถมศึกษาสามารถคิดตัวอย่างเพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง ทำให้เด็ก ๆ สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย

กล่าวโดยสรุป จากการศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งจากครูประจำการและนักศึกษาครู พบว่า ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งในระดับที่ยังจำกัดไปจนถึงระดับมาก ส่วนการศึกษาที่เน้นการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู พบว่า การฝึกปฏิบัติในการอบรมครูประจำการช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเสนอแนะว่า ควรมีการศึกษาเพื่อเน้นย้ำความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูประจำการและอบรมครูประจำการเพื่อให้สามารถพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครูประจำการที่สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 นนทบุรี จำนวน 290 คน

1.1 ระยะที่ 1 การสำรวจความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 166 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น และจำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น โดยส่งจดหมายเชิญครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ไปยังหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 นนทบุรี ให้ส่งครูมาร่วมโครงการ โรงเรียนละ 1-3 คน (โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 2-3 คน โรงเรียนขนาดใหญ่ และขนาดกลาง 1-2 คน)

1.2 ระยะที่ 2 การพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการจัดการอบรม จำนวน 30 คน จากข้อ 1.1

1.3 ระยะที่ 3 การติดตามผลการนำการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังจากได้รับการจัดการอบรมด้วยชุดการจัดการอบรมไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนจำนวน 10 คน จากผู้เข้าอบรมที่อาสาสมัครจะเลือกเป็นกรณีศึกษา เพื่อเก็บข้อมูลในเชิงคุณภาพ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งตามระยะการทำวิจัยได้ดังนี้

2.1 ระยะที่ 1 การสำรวจความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills Conceptual Understanding Test (SPSCUT)) และแบบประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ระยะที่ 2 การพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้สำหรับการจัดการอบรมประกอบไปด้วย ชุดฝึกอบรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ที่ประกอบด้วยเอกสารตัวอย่างบทเรียนสาคิตและแผนการจัดการเรียนรู้จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ แบบประเมินชุดฝึกอบรมและเอกสารประกอบการฝึกอบรม และแบบสอบถามความพึงพอใจของครูเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมและเอกสารประกอบการฝึกอบรม

2.3 ระยะที่ 3 การติดตามผล เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบสังเกตการณ์สอน แบบประเมินแผนแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

3. ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการจัดการอบรม

3.1.1 ชุดฝึกอบรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดจุดประสงค์ของชุดฝึกอบรม
- 2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3) สร้างชุดฝึกอบรม ซึ่งมีองค์ประกอบ ได้แก่ (1) ชื่อชุดฝึกอบรม (2) คำชี้แจงการศึกษาชุดฝึกอบรม (3) โครงสร้างเนื้อหา (4) แนวคิด (5) จุดประสงค์ และ (6) เนื้อหาสาระที่ใช้ในการฝึกอบรม ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์

4) ตรวจสอบคุณภาพชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของชุดฝึกอบรม ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60-1.00

- 5) ปรับปรุงชุดฝึกอบรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills Conceptual Understanding Test (SPSCUT)) มีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือประเภทแบบทดสอบ
- 2) วิเคราะห์จุดประสงค์ของชุดฝึกอบรมเพื่อสร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบโดยมีข้อความระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ และการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ไปใช้

- 3) สร้างแบบทดสอบตามตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ ทักษะละ 10 ข้อ จำนวน 130 ข้อ

4) นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อความคำถามกับจุดประสงค์ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00

5) นำแบบทดสอบมาปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับครูที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบปรนัย ตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

6) วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ โดยนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบทดสอบซึ่งได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง .35-.75 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .30-.70 และค่าความเที่ยง เท่ากับ .86

- 7) นำแบบทดสอบไปจัดพิมพ์เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของครูเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมและเอกสารการฝึกอบรม มีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ลักษณะเป็นทั้งคำถามปลายปิดและปลายเปิด ชนิดมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ใช้สอบถามความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมและเอกสารการฝึกอบรม

2) เขียนข้อความแสดงความคิดเห็นให้ครอบคลุมประเด็นความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม ทั้งในส่วนของเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการอบรม ได้แก่ เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

3) ตรวจสอบและจัดกลุ่มข้อความในแบบสอบถามความพึงพอใจให้เหมาะสม

4) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบโดยพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถาม รวมทั้งภาษาที่ใช้ในการถาม เป็นข้อความที่ใช้ในการสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกอบรม จากนั้นนำไปจัดพิมพ์เพื่อใช้สอบถามผู้เข้ารับการอบรม

3.2.3 แบบประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินการสอน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสร้างแบบประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นทั้งปลายปิดและปลายเปิด ชนิดมาตรประมาณค่า 3 ระดับ ได้แก่ มาก ปานกลาง น้อย ใช้ประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู

2) เขียนข้อความที่ใช้ในการประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมประเด็นต่อไปนี้ ได้แก่ (1) การเตรียมการสอน ประเมินการมีแผนการจัดการเรียนรู้ อย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การกำหนดวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน สื่อการสอนที่ใช้เหมาะสมกับการให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยเครื่องมือที่หลากหลายและเหมาะสม (2) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ประเมินการนำเข้าสู่บทเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามวิธีการจัดการเรียนการสอนและขั้นตอนที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสรุปบทเรียน และการประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเป็นระยะ

3) ตรวจสอบและจัดกลุ่มข้อความในแบบประเมินให้เหมาะสม

4) ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรายการที่จะประเมิน

3.2.4 แบบประเมินชุดฝึกอบรมและเอกสารประกอบการฝึกอบรม มีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินชุดฝึกอบรม ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสร้างแบบประเมินชุดฝึกอบรมที่มีลักษณะเป็นทั้งคำถามปลายปิดและปลายเปิด ชนิดมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ใช้ประเมินชุดฝึกอบรมและเอกสารประกอบการฝึกอบรม

2) เขียนข้อความที่ใช้ในการประเมินให้ครอบคลุมประเด็นความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม ทั้งในส่วนของเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการอบรม ได้แก่ เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

3) ตรวจสอบและจัดกลุ่มข้อความในแบบประเมินให้เหมาะสม

4) นำแบบประเมินไปจัดพิมพ์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ใช้ในการประเมินชุดฝึกอบรมและเอกสารประกอบการฝึกอบรม

3.2.5 แบบสังเกตการสอน แบบตรวจสอบรายการ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังต่อไปนี้

1) วิเคราะห์คุณลักษณะที่ต้องการวัด คือ การปฏิบัติการสอน

2) กำหนดความหมายหรือนิยามคุณลักษณะ คือ การปฏิบัติการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3) เลือกใช้แบบสังเกตแบบตรวจสอบรายการ

4) สร้างแบบสังเกตแบบตรวจสอบรายการ

5) พิจารณาทบทวนแบบสังเกตการสอน

6) จัดทำต้นฉบับของแบบสังเกตการสอน

7) ตรวจสอบคุณภาพของแบบสังเกตการสอนก่อนนำไปทดลองใช้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรายการที่จะสังเกต

3.2.6 แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นทั้งปลายปิดและปลายเปิด ชนิดมาตราประมาณค่า 3 ระดับ ได้แก่ มาก ปานกลาง น้อย ใช้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของครู

2) เขียนข้อความที่ใช้ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมประเด็นต่อไปนี้ ได้แก่ (1) การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (2) การกำหนดสาระสำคัญที่มีเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการฝึกปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (3) การกำหนดวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ (4) การกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (5) การกำหนดสื่อการสอนที่ใช้เหมาะสม

กับการให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ (6) การกำหนดวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลากหลายและเหมาะสม

3) ตรวจสอบและจัดกลุ่มข้อความในแบบประเมินให้เหมาะสม

4) ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรายการที่จะประเมิน

3.2.7 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีขั้นตอนในการสร้าง ดังต่อไปนี้

1) วิเคราะห์คุณลักษณะที่ต้องการวัด คือ การปฏิบัติการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) กำหนดความหมายหรือนิยามคุณลักษณะ คือ ลักษณะ วิธีการ และขั้นตอนในการปฏิบัติการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

3) เลือกใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

4) สร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

5) พิจารณาบทวนแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

6) จัดทำต้นฉบับของแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

7) ตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างก่อนนำไปทดลองใช้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของข้อความที่จะใช้ในการสัมภาษณ์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic or simpler science process skills) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (integrated or more complex science process skills) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต (observing) ทักษะการวัด (measuring) ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (using space/space and space/time relationships) ทักษะการใช้ตัวเลข (using number) หรือการคำนวณ (calculating) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) และทักษะการทำนาย (predicting) หรือการพยากรณ์ (forecasting) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational defining of the variable) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) ทักษะการทดลอง (experimenting) และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)

5. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเป็นระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1

1) สํารวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการวัดและประเมินผลการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) พัฒนาแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวิเคราะห์การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู

3) เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู

ระยะที่ 2

4) พัฒนาชุดฝึกอบรมประกอบด้วย การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ บทเรียนสาธิตจาก 13 ทักษะ และตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้จาก 13 ทักษะ

5) พัฒนาแบบสังเกตการณ์สอน แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

6) ประเมินชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งทางด้านเนื้อหา ศาสตร์การสอน การวัดและประเมินผล เพื่อการพัฒนาและปรับปรุงชุดฝึกอบรม

7) จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการจัดการอบรมที่พัฒนาขึ้นให้แก่ครูในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 นนทบุรี ณ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เป็นเวลา 2 วัน

ระยะที่ 3

8) ติดตามผลการนำความรู้การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังจากได้รับการจัดอบรมด้วยชุดฝึกอบรมไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน

9) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและปริมาณโดยเก็บข้อมูลจากหลากหลายแหล่งข้อมูล

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

6.1 สํารวจความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยประสานงานเพื่อทำการทดสอบตัวอย่างดังนี้

1) ทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills Conceptual Understanding Test (SPSCUT)) และแบบประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

6.2 จัดอบรมแบบเผชิญหน้ากลุ่มตัวอย่างเป็นเวลา 2 วัน ณ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จังหวัดนนทบุรี ทั้งนี้ กิจกรรมการฝึกอบรมประกอบด้วย (1) การบรรยายสรุปให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (2) การนำเสนอตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (3) การเข้าสัมมนาในกลุ่มย่อยเพื่อเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามตัวอย่างในเอกสารอบรม (3) ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (4) วิทยากรให้ข้อคิดเห็น (5) สรุปการฝึกอบรม (6) ทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสอบถามความพึงพอใจของครูเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมและเอกสารการฝึกอบรม โดยใช้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills Conceptual Understanding Test (SPSCUT)) แบบประเมินการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของครูเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมและเอกสารการฝึกอบรม โดยใช้เวลารวม 1.30 ชั่วโมง

6.3 ติดตามผลการปฏิบัติการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 10 คน เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกตการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ และการสัมภาษณ์

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรมและเอกสารการอบรม และความพึงพอใจของครูที่มีต่อชุดฝึกอบรมและเอกสารการอบรม ใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่

การวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการสัมภาษณ์ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

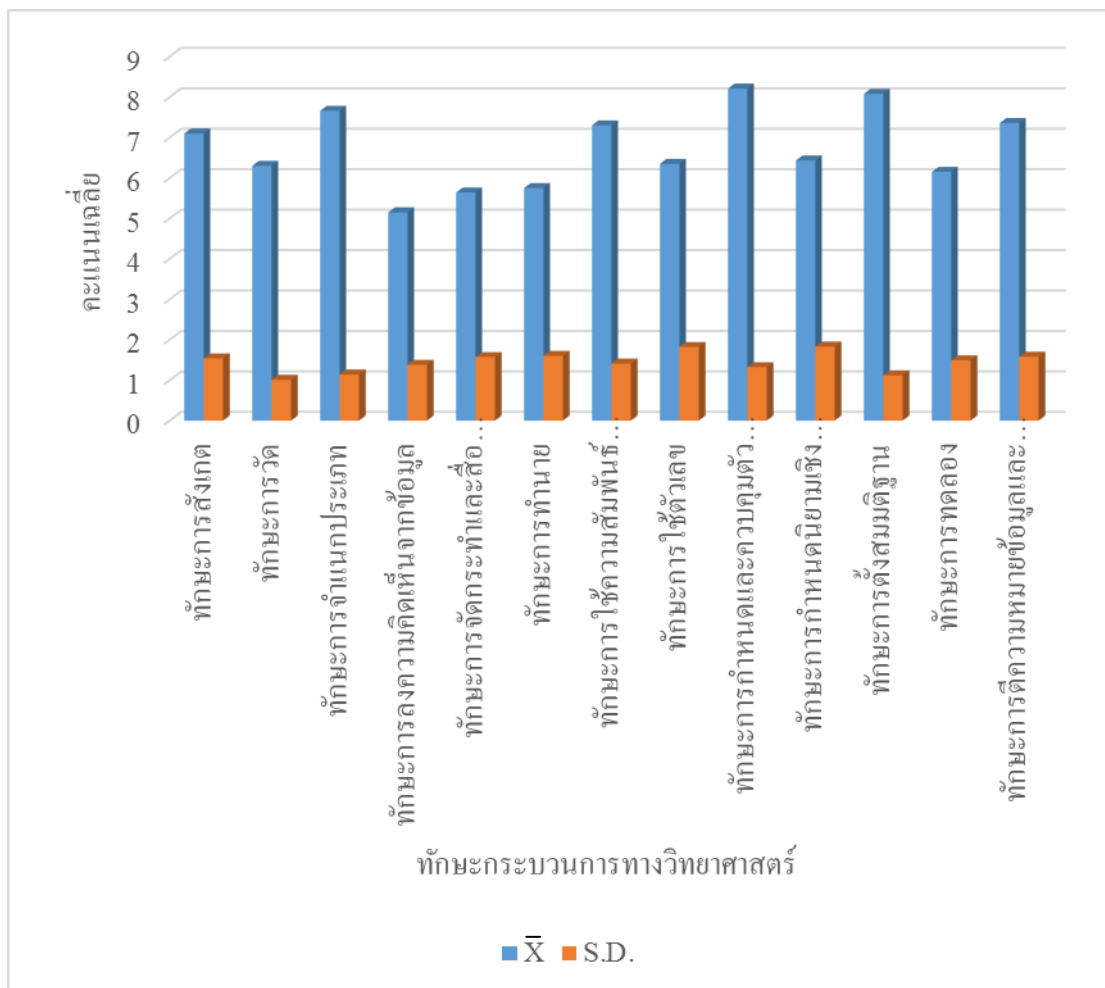
บทที่ 4 ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาในระยะที่ 1 การสำรวจความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏดังนี้

1.1 คะแนนเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$) ของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 166 คน อยู่ระหว่าง 5.15 - 8.21 ($\bar{X} = 6.73$, S.D. = 1.45) ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 166 คน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.
	n = 166	
ทักษะการสังเกต	7.10	1.54
ทักษะการวัด	6.30	1.01
ทักษะการจำแนกประเภท	7.66	1.14
ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5.15	1.38
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	5.64	1.57
ทักษะการทำนาย	5.75	1.60
ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	7.30	1.41
ทักษะการใช้ตัวเลข	6.35	1.82
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	8.21	1.32
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	6.43	1.83
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	8.08	1.12
ทักษะการทดลอง	6.15	1.49
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	7.36	1.58
เฉลี่ยรวม	6.73	1.45



ภาพที่ 1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์
จำนวน 166 คน

1.2 จากครูวิทยาศาสตร์จำนวน 166 คน มีครู 76 คน (ร้อยละ 45.78) ระบุว่าสอนเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง ดังค่าเฉลี่ยในตารางที่ 2 ซึ่งระบุในรายละเอียดว่า มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ มีการกำหนดวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนโดยการทดลองเป็นส่วนมาก ใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนครบทุกทักษะแต่ไม่ครบทุกตัวบ่งชี้ของแต่ละทักษะ การสอนเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรมปฏิบัติของแต่ละทักษะ และใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบในการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลางภาคและปลายภาค ขณะที่ 112 คน (ร้อยละ 67.47) ระบุว่าสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาวิชาที่สอนตามปกติ ดังค่าเฉลี่ยในตารางที่ 2 ซึ่งระบุในรายละเอียดว่า มีการกำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้ตามหนังสือแบบเรียน ที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น สังเกต ทดลอง อภิปราย เป็นต้น มีการกำหนดวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรม ปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์โดยการให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนการทดลองในหนังสือ แบบเรียน และสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์และดาราศาสตร์ ตามปกติ และใช้ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบในการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อ สอบนักเรียนกลางภาคและปลายภาค ทั้งนี้ ครูจำนวน 22 คน (ร้อยละ 13.25) ระบุว่ารับผิดชอบ สอนเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง และสอนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาวิชาที่สอนตามปกติด้วย

ตารางที่ 2 การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ที่สอนเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง (สอน SPS) และครูวิทยาศาสตร์ที่สอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาวิชาที่สอนตามปกติ (บูรณาการ)

รายการ	สอน SPS		ความหมาย	บูรณาการ		ความหมาย
	$\bar{X}$	S.D.		$\bar{X}$	S.D.	
กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	2.96	0.19	มาก	1.43	0.49	น้อย
กำหนดวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์	2.64	0.48	มาก	2.44	0.67	มาก
จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	2.26	0.44	ปานกลาง	1.79	0.59	ปานกลาง
ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสมกับการให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	2.33	0.47	ปานกลาง	1.72	0.54	ปานกลาง
วัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยเครื่องมือที่หลากหลาย	1.07	0.25	น้อย	1.12	0.33	น้อย
จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามวิธีการจัดการเรียนการสอนและขั้นตอนที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้	2.16	0.54	ปานกลาง	1.82	0.59	ปานกลาง
จัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	2.11	0.62	ปานกลาง	1.99	0.66	ปานกลาง
ประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเป็นระยะ	1.07	0.25	น้อย	1.09	0.29	น้อย

2. ผลการศึกษาในระยะที่ 2 การพัฒนาชุดฝึกอบรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังต่อไปนี้

ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ที่มีต่อชุดฝึกอบรมและเครื่องมือการอบรม ที่ได้มาจากมาตราประมาณค่า 5 ระดับ อยู่ในระดับสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรมและเครื่องมือการอบรม

ประเภท	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
ชุดฝึกอบรม	4.64	0.48	สูงที่สุด
เนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.52	0.51	สูงที่สุด
วิธีการจัดการเรียนการสอน	4.80	0.42	สูงที่สุด
เครื่องมือการวัดและประเมินผล	4.73	0.46	สูงที่สุด
เครื่องมือการอบรม	4.65	0.52	สูงที่สุด
เอกสารทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.40	0.58	สูงที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้	4.83	0.38	สูงที่สุด
รวม	4.65	0.50	สูงที่สุด

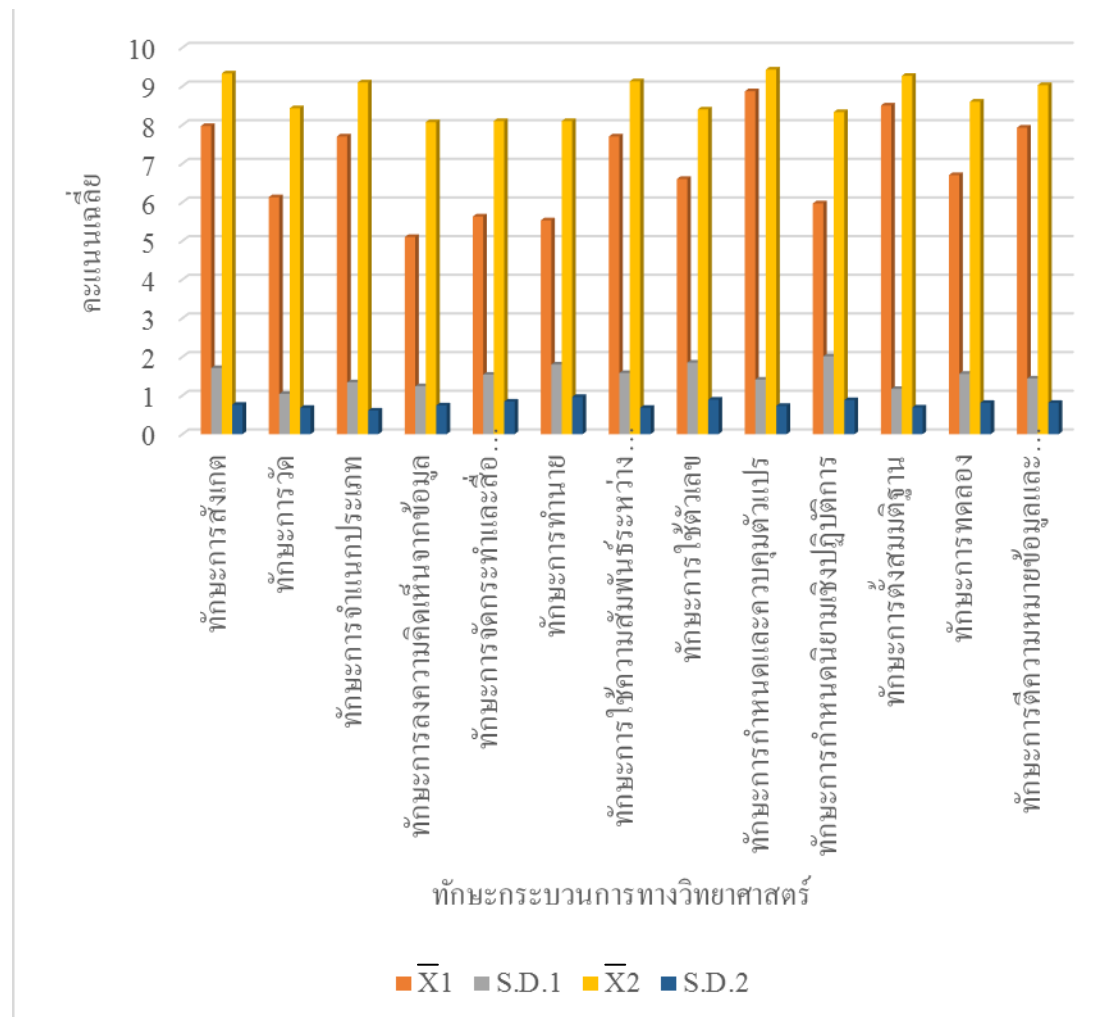
3. ผลการศึกษาในระยะที่ 1 และ 2 การเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการฝึกอบรม ปรากฏผลดังต่อไปนี้

3.1 คะแนนเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$) ของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 30 คน ก่อนการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ระหว่าง 5.10 - 8.87 หลังการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 8.10 - 9.43 ซึ่งความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังจากการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 2

ตารางที่ 4 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการฝึกอบรม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	$\bar{X}_1$ n = 30	S.D.1	$\bar{X}_2$ n = 30	S.D.2	t	p
ทักษะการสังเกต	7.97	1.71	9.33	0.76	6.633	.000
ทักษะการวัด	6.13	1.04	8.43	0.68	15.06	.000
ทักษะการจำแนกประเภท	7.70	1.34	9.10	0.61	7.64	.000
ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5.10	1.24	8.07	0.74	14.39	.000
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	5.63	1.54	8.10	0.84	13.40	.000
ทักษะการทำนาย	5.53	1.80	8.10	0.96	12.73	.000
ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	7.70	1.58	9.13	0.68	6.74	.000
ทักษะการใช้ตัวเลข	6.60	1.85	8.40	0.89	7.60	.000
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	8.87	1.41	9.43	0.73	3.80	.001
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	5.97	2.01	8.33	0.88	8.53	.000
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	8.50	1.17	9.27	0.69	5.14	.000
ทักษะการทดลอง	6.70	1.56	8.60	0.81	9.25	.000
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	7.93	1.44	9.03	0.81	5.51	.000
รวม	6.94	1.92	8.72	0.91	18.08	.000

p < .05



ภาพที่ 2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการพัฒนา

3.2 ความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์ 30 คน ที่มีต่อชุดฝึกอบรมและอุปกรณ์การอบรม ที่ได้จากมาตรประมาณค่า 5 ระดับ อยู่ในระดับสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อชุดฝึกอบรมและอุปกรณ์การอบรม

ประเภท	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
ชุดฝึกอบรม	4.57	0.56	สูงที่สุด
เนื้อหา	4.51	0.56	สูงที่สุด
วิธีสอน	4.67	0.54	สูงที่สุด
การวัดและประเมินผล	4.60	0.56	สูงที่สุด
เครื่องมือการอบรม	4.58	0.56	สูงที่สุด
เอกสารทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.51	0.56	สูงที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้	4.63	0.54	สูงที่สุด
รวม	4.58	0.56	สูงที่สุด

4. ผลการศึกษาในระยะที่ 3 การติดตามผลการปฏิบัติการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังต่อไปนี้

4.1 หลังจากการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระยะที่ 3 ผลจากการติดตามครูวิทยาศาสตร์จำนวน 10 คน ที่เก็บรวบรวมมาจากแบบสังเกตการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า 1 คน (ร้อยละ 10.00) ที่รับผิดชอบสอนเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และเพิ่มจุดประสงค์ด้านการวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังพบการเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัยเพิ่มขึ้นด้วย มีการกำหนดวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนโดยการทดลองและการสืบเสาะหาความรู้ ใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนครบทุกทักษะที่คำนึงถึงตัวบ่งชี้ของแต่ละทักษะมากขึ้น สอนเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรมปฏิบัติของแต่ละทักษะ และใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบในการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลางภาคและปลายภาค นอกจากนี้ ครูได้เพิ่มการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนโดยใช้แบบทดสอบแบบเขียนตอบและการสอบปฏิบัติด้วย

ครูจำนวน 9 คน (ร้อยละ 90.00) ไม่ได้รับผิดชอบสอนเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง แต่สอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยบูรณาการเข้าไปใน

เนื้อหาวิชาที่สอนตามปกติ มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามหนังสือแบบเรียน ที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น อภิปราย และวิเคราะห์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบการเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัยเพิ่มขึ้นด้วย เช่น สังเกต ทดลอง ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับตัวบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมากขึ้น มีการกำหนดวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์โดยการให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ และการทดลองในหนังสือแบบเรียน และสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์และดาราศาสตร์ ตามปกติ และใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบในการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสอบนักเรียนกลางภาคและปลายภาค นอกจากนี้ ครูจำนวน 6 คน ได้เพิ่มการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนโดยใช้แบบทดสอบแบบเขียนตอบและการสอบปฏิบัติด้วย

4.2 ผลจากการสัมภาษณ์ครู 10 คน ที่มีการติดตามผลการปฏิบัติการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่นอกเหนือไปจากผลที่ได้จากการที่เก็บรวบรวมมาจากแบบสังเกตการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น ปรากฏตามประเด็นดังต่อไปนี้

4.2.1 ความรู้เนื้อหาเกี่ยวกับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับ

ความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนและความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะตัวบ่งชี้การเกิดพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยเป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้การปฏิบัติการสอน และการออกข้อสอบ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์จากครูคนที่ 1

“...ดิฉันหามานานแล้วค่ะ แต่ไม่เคยเจอเลย ตัวบ่งชี้การเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ละเอียดเหมือนในเอกสารการฝึกอบรมของอาจารย์ มีตัวบ่งชี้ที่ละเอียดแบบนี้ทำให้ครูสามารถนำไปเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ได้ละเอียด และสามารถออกข้อสอบตามตัวบ่งชี้ของแต่ละทักษะได้เลยค่ะ มีประโยชน์มากๆ ค่ะอาจารย์...”

4.2.2 ความรู้เกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับ

จากตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์และดาราศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงจุดประสงค์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามและคำสั่งเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติที่นำไปสู่การเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การวัดและประเมินผลที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย และเกณฑ์การให้คะแนนแบบ rubric ที่ละเอียดและเฉพาะเจาะจงกับแต่ละตัวบ่งชี้ของแต่ละทักษะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้การปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์จากครูคนที่ 2

“...ดีมากเลยนะคะที่ได้ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ ดิฉันใช้ตัวอย่างแผนฯ ที่ได้รับมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงคำถามและคำสั่งเพิ่มเติมตามตัวอย่าง ในกิจกรรม เช่น การทดลอง

ซึ่งปกติทำอยู่แล้วตามหนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามตัวบ่งชี้มากขึ้นและชัดเจนขึ้น...”

ตัวอย่างบทสัมภาษณ์จากครูคนที่ 3

“...ที่ดิฉันได้เรียนรู้มากๆ คือ การเขียนเกณฑ์การประเมินแบบ rubric ที่ละเอียดและเฉพาะ ตอนนี้กำลังเอามาปรับใช้ในแผนฯ ที่ตัวเองทำอยู่ค่ะ แต่ยังไม่ครบทุกทักษะค่ะ ค่อยๆทำไปค่ะ...”

4.2.3 ความรู้ที่ได้รับจากการกำกับติดตามผลการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นอกจากการที่ผู้วิจัยได้ให้ความรู้ในชุดฝึกอบรมและการจากฝึกปฏิบัติในการฝึกอบรมแบบเผชิญหน้าแล้ว ในระยะที่มีการติดตามผลการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ครูได้รับความรู้จากการตรวจและคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้มีความมั่นใจมากขึ้น ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์จากครูคนที่ 4

“...ช่วงที่อาจารย์ให้เวลาเขียนแผนฯ ก่อนจะส่งให้อาจารย์ ครูปรับปรุงอย่างตั้งใจ...กลัวไม่ดีค่ะ...พอส่งมาแล้วได้รับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากอาจารย์ รู้เลยว่าครูสามารถปรับปรุงแผนให้ดีขึ้นได้อีก สามารถปรับแผนฯ ให้เด็กได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นได้อีก โดยเพิ่มคำถามและคำสั่งอย่างให้อาจารย์แนะนำค่ะ...”

ตัวอย่างบทสัมภาษณ์จากครูคนที่ 5

“...เป็นครูมา 10 ปีแล้ว อาจารย์มาสังเกตการณ์สอนนี้ ยังตื่นเต้นอยู่เลยคะ แต่พอได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ทำให้มั่นใจในการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เรา น่าจะมีการกำกับติดตามที่เป็นมิตรแบบนี้ในระยะนะคะ...”

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

1. จากการศึกษาในระยะที่ 1 การสำรวจความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏดังนี้

1.1 คะแนนเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$) ของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 166 คน อยู่ระหว่าง 5.15 - 8.21 ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.73$, S.D. = 1.45)

1.2 จากครูวิทยาศาสตร์จำนวน 166 คน มีครู 76 คน (ร้อยละ 45.78) สอนเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง 112 คน (ร้อยละ 67.47) สอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาวิชาที่สอนตามปกติ และ 22 คน (ร้อยละ 13.25) รับผิดชอบสอนเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง และสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาวิชาที่สอนตามปกติด้วย

2. จากการศึกษาในระยะที่ 2 การพัฒนาชุดฝึกอบรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน มีความคิดเห็นต่อชุดฝึกอบรมและเครื่องมือการอบรม ได้แก่ เนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการจัดการเรียนการสอน เครื่องมือการวัดและประเมินผล เอกสารทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ได้มาจากมาตรฐานค่า 5 ระดับ อยู่ในระดับสูงที่สุด

3. จากการศึกษาในระยะที่ 1 และ 2 การเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการฝึกอบรม ปรากฏผลดังต่อไปนี้

3.1 คะแนนเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$) ของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 30 คน ก่อนการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ระหว่าง 5.10 - 8.87 หลังการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 8.10 - 9.43 ซึ่งความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังจากการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 ความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 30 คน ที่มีต่อชุดฝึกอบรมและอุปกรณ์การอบรม ได้แก่ เนื้อหา วิธีสอน การวัดและประเมินผล เอกสารทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ได้จากมาตรฐานค่า 5 ระดับ อยู่ในระดับสูงที่สุด

4. จากการศึกษาในระยะที่ 3 การติดตามผลการปฏิบัติการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังต่อไปนี้

4.1 หลังจากการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในระยะที่ 3 ผลจากการติดตามครูวิทยาศาสตร์จำนวน 10 คน ที่เก็บรวบรวมมาจากแบบสังเกตการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า 1 คน (ร้อยละ 10.00) ที่รับผิดชอบสอนเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง ครูจำนวน 9 คน (ร้อยละ 90.00) ไม่ได้รับผิดชอบสอนเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง แต่สอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาวิชาที่สอนตามปกติ

4.2 ผลจากการสัมภาษณ์ครู 10 คน ที่มีการติดตามผลการปฏิบัติการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ความรู้เนื้อหาเกี่ยวกับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูได้รับ และความรู้ที่ได้รับจากการกำกับติดตามผลการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยเป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ การปฏิบัติการสอน และการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ และพบว่าครูมีการนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนจริง

2. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills: SPS) ของครูที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ก่อนและหลังการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ก่อนการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง แต่หลังจากการพัฒนาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า ครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เป็นไปตามที่พบในการพัฒนาวิชาชีพเกี่ยวกับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู (Cotabish, Dailey, Hughes, & Robinson, 2011; นันทรัตน์ เครืออินทร์ และขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ 2014) ผู้ร่วมโครงการในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ระบุว่าชุดฝึกอบรมและเครื่องมือการอบรมส่งเสริมความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีการให้เนื้อหา วิธีการสอน การวัดและการประเมินผลที่เหมาะสม โดยเฉพาะตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยเป็นอย่างมากในการเป็นแนวทางให้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของตนเองดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลจากการสังเกตการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ระบุว่าครูวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต้องเรียนรู้มากกว่านี้เกี่ยวกับการสร้างกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ตามปกติในชั้นเรียน

การพัฒนาชุดการจัดการอบรมการจัดกิจกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามบริบทโรงเรียนเพื่อส่งเสริมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน มีความคิดเห็นต่อชุดฝึกอบรมและเครื่องมือการอบรม ได้แก่ เนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการจัดการเรียนการสอนเครื่องมือการวัดและประเมินผล เอกสารทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ได้มาจากมาตรฐานค่า 5 ระดับอยู่ในระดับสูงที่สุด เนื่องจากชุดฝึกอบรมมีขั้นตอนในการพัฒนาที่สอดคล้องกับการสร้างชุดฝึกอบรมของนิพนธ์ สุขปรดี (2547) คือ มีการวิเคราะห์เนื้อหา กำหนดหัวเรื่อง แนวคิด วัตถุประสงค์ กิจกรรม และการประเมิน สำหรับองค์ประกอบของเอกสารชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับแนวทางการสร้างชุดฝึกอบรมของ จินตนา ไบกาซูยี (2536)

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 จากผลการวิจัยพบว่า ครูมีความต้องการทั้งความรู้และการฝึกปฏิบัติการสอนที่มี feedback จากผู้วิจัย ดังนั้น สถาบันที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาวิชาชีพครูจึงควรทำการวิจัยหรือบริการวิชาการเกี่ยวกับการ coaching and mentoring ครูวิทยาศาสตร์ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2 ควรส่งเสริมให้มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลายอย่างจริงจังในชั้นเรียน เพื่อให้สามารถวัดการปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบวัดและประเมินผลได้เพียงความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3 ควรส่งเสริมให้มีการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนที่นอกเหนือจากการสอบระหว่างภาค เพื่อให้สามารถใช้ผลการประเมินระหว่างเรียนส่งเสริมพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

บรรณานุกรม

- จินตนา ไบกาซุย์. (2536). การเขียนสื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2551) “การสอนแบบบูรณาการโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาวิทยาการจัดการเรียนรู้* ตอนที่ 14.4 หน่วยที่ 14 นนทบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- นลินี อินดีคำ (2551) ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ เอกสารอัดสำเนา
- นิพนธ์ สุขปรีดี. (2547). “ชุดฝึกอบรม” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการฝึกอบรม* หน่วยที่ 11 หน้า 147-197 นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.
- นวลจิตต์ ชาวเกียรติพงศ์ และ ประจวบจิตร คำจตุรัส. (2555). “การนำความรู้ชีววิทยาและเคมีมาจัดการเรียนการสอน” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาชีววิทยาและเคมีสำหรับครู* หน่วยที่ 15 หน้า 14-26 นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.
- สถาบันวิทยาศาสตร์ (2556). รายงานการวิจัยการตีความอภิธานรายงานการวิจัยเชิงคุณภาพ และการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนโรงเรียนแกนนำยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (The Meta-interpretation of Qualitative Research and Development on Teaching and Learning in Elevating Science and Mathematics Achievements Leadership Schools). กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเผยแพร่ ขยายผล และอบรมรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง . กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2552). *คู่มือการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. เอกสารอัดสำเนา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2551) “ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551” โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพมหานคร
- สุจินต์ วิศวรธีรานนท์ และคณะ. (2552). การพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกลในการพัฒนาสมรรถนะครู ด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โครงการได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. เอกสารอัดสำเนา.

- อโรชา สุภานิชย์ และคณะ (2551) การศึกษาความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ของโรงเรียนสามเสนนอก โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2 งานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เอกสารอัดสำเนา
- American Association for the Advancement of Science. (1989). American Association for the Advancement of Science Project 2061: Science for All Americans. Washington, DC: AAAS.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). Benchmarks for science literacy. New York: Oxford University Press.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Boardman, L. & Zembal-Saul, C. (2000). Exploring prospective teachers' conception of scientific inquiry. *Paper presented at the annual meeting of the National association for Research in Science Teaching (NARST)*, New Orleans, LA.
- Cain, S. (2002). *Sciencing*. (4th ed). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Chabalengula, V. M., Mumba, F. & Mbewe, S. (2012). How Pre-service Teachers' Understand and Perform Science Process Skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 8(3): 167-176.
- Dana, T., Boardman, L., Friedrichsen, P., Taylor, J., & Zembal-Saul, C. (2000). A framework for preparing primary science teachers to support children's scientific inquiry. *Paper presented at the annual meeting of the Association for the Education of Teachers of Science (AETS)*. Akron, OH.
- Dirks, C., & Cunningham, M. (2006). Enhancing Diversity in Science: Is Teaching Science Process Skills the Answer? *Life Sciences Education* 5: 218–226.
- Duran, M., Isik, H., Mihaliz, G. & Özdemir, O. (2011). The Relationship Between The Pre-Service Science Teachers' Scientific Process Skills and Learning Styles. *Western Anatolia Journal of Educational Science* Special Issue: Selected papers presented at WCNTSE: 467- 476.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model: A proposed 7E model emphasizes "transfer of learning" and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher*, 70 (6), 56-59.
- Glynn, S. M. & Duit, R. (1995). Learning science meaningfully: Constructing conceptual models. In S. M. Glynn and R. Duit (Eds.), *Learning science in the schools: Research reforming practice*, pp. 3-33. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Hafizan, E., Halim, L. & Meerah, T. S. (2012). Perception, Conceptual Knowledge and Competency Level of Integrated Science Process Skill Towards Planning a Professional Enhancement Programme. *Sains Malaysiana* 41(7): 921-930.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education* 88(1): 28- 54.
- Kim, M. (2007). The challenges of teaching science as inquiry process: Searching for the emergence of collective knowledge. *Cultural Studies of Science Education* 2: 829-834.
- Lotter, C., Harwood, W. S. & Bonner, J. J. (2007). The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1318-1347.
- Mbewe, S., Chabalengula, V. M. & Mumba, F. (2010). Preservice teachers' familiarity, interest and conceptual understanding of science process skills. *Problems of Education in the 21st Century*, 22(22): 76-86.
- Ministrell, J. & van Zee, E. H. (2000). Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science
- Monhardt, L. and Monhardt, R. (2006). Creating a Context for the Learning of Science Process Skills Through Picture Books. *Early Childhood Education Journal* 34(1): 67-71.
- National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry in the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy Press. Retrieved from: www.nap.edu.
- National Science Teachers Association (NSTA). (2002). *NSTA Position Statement: Elementary school science*. Retrieved from National Science Teachers Association website: <http://www.nsta.org/about/positions/elementary.aspx>.
- Rillero, P. (1998). Process skills and content knowledge [Editorial]. *Science Activities*, 35(3), 3.
- Roth, W.M., and A. Roychoudhury. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching* 30: 127-152.
- Scharmann, L. C., (1989). Developmental influences of science process skill instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(8), 715-726.

- Settlage, J. & Southerland, S.A. (2007). Teaching science through inquiry. In *Teaching Science to Every Child*: NY: Taylor and Francies, pp. 87-93.
- Settlage, J., & Southerland, S. A. (2007). *Teaching science to every child: Using culture as a starting point*. New York: Taylor & Francis.
- Zemba-Saul, C. & Oliver, M. (1998, January). Meeting the science content needs of prospective primary teachers: An innovative biology laboratory/recitation course. *Paper presented at the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers of Science (AETS)*, Minneapolis, MN.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ประวัติผู้วิจัย

- 1) ชื่อ-สกุล นางสาวดวงเดือน พินสุวรรณ์ (ชื่อ-สกุลเดิม นางสาวดวงเดือน สุวรรณจินดา)
Ms. Duongdearn Pinsuwan (Miss Duongdearn Suwanjinda)
- 2) วุฒิการศึกษา
วท.บ. เกียรตินิยม (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (พ.ศ. 2545)
ป. บัณฑิต (วิชาชีพครู) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (พ.ศ. 2546)
ปร.ด. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา) มหาวิทยาลัยมหิดล (พ.ศ. 2551)
- 3) ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มสธ.
- 4) สถานที่ทำงาน หมายเลขโทรศัพท์ และ e-mail
สถานที่ทำงาน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มสธ.
หมายเลขโทรศัพท์ที่ 0-2504-8551 และ 081-665-4464
e-mail duongdearn.suw@stou.ac.th, ddpinsuwan@hotmail.com
- 5) ประสบการณ์ในการวิจัยหรือความชำนาญ
 - 5.1 เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพและปริมณฑล (แหล่งทุน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช)
 - 5.2 เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนพันธุศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพและปริมณฑล (แหล่งทุน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช)
 - 5.3 เป็นผู้ร่วมโครงการวิจัย เรื่อง มาตรฐานวิชาชีพครูการศึกษาขั้นพื้นฐาน (แหล่งทุน ศุภสภา)
- 6) ประวัติการได้รับทุน
 - 6.1 งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ใน กรุงเทพ และ ปริมณฑล (แหล่งทุน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช)
 - 6.2 งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนพันธุศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพและปริมณฑล (แหล่งทุน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช)
 - 6.3 งานวิจัย เรื่อง มาตรฐานวิชาชีพครูการศึกษาขั้นพื้นฐาน (แหล่งทุน ศุภสภา)
- 7) ผลงานวิจัยที่ได้พิมพ์เผยแพร่
 - 7.1 ดวงเดือน พินสุวรรณ์ (2557) “การพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับครูวิทยาศาสตร์

ระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพและปริมณฑล” วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ. 7, 1 (มกราคม – มิถุนายน); 78 – 92.

7.2 ดวงเดือน พินสุวรรณ์ (2554) “การพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอน พันธุศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพและปริมณฑล” วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ. 4, 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม); 86 – 94.

7.3 Arnold, S. R*, Kruatong, T., Dahsah, C., & **Suwanjinda, D.** (2011). The Classroom-Friendly ABO Blood Types Kit: Blood Agglutination Simulation. *Journal of Biological Education*. 46(1); 45–51.

7.4 **Suwanjinda, D.**, Pala-or, K., Panbangred, W. (2009) Simultaneous Detection of Pediocin Gene and Species Differentiation Between *Pediococcus acidilactici* and *P. pentosaceus* in a One-Step Multiplex Overlapping PCR method. *Food Biotechnology*. 23; 179-189.

7.5 **Suwanjinda, D.**, Eames. C., Panbangred, W. (2007). Screening of Lactic Acid Bacteria for Bacteriocins by Microbiological and PCR Methods. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 35(5); 364-369.

ภาคผนวก ข
ผลผลิตที่ได้จากโครงการ

การนำเสนอผลงานในงานประชุมวิชาการ

Pinsuwan, D. and Chindanurak, T. (2016). The Development of Teaching Science Process Skills for Thai In-Service Science Teacher. International Conference on New Horizons in Education (INTE). Vienna, Austria. July 13-15, 2016.

บทความวิจัย

Pinsuwan, D. and Chindanurak, T. (2016). The Development of Teaching Science Process Skills for Thai In-Service Science Teacher. *The Online Journal of Educational Technology*. Special issues, October 2016.

ภาคผนวก ค
งานวิจัยนำเสนอในที่ประชุมวิชาการ
(บทความเดียวกันกับภาคผนวก ง)

ภาคผนวก ง
ต้นฉบับบทความสำหรับตีพิมพ์วิชาการในวารสาร

THE DEVELOPMENT OF TEACHING SCIENCE PROCESS SKILLS FOR THAI IN-SERVICE SCIENCE TEACHER

Duongdearn PINSUWAN and Tweesak CHINDANURAK
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University
Thailand
Duongdearn.suw@stou.ac.th

ABSTRACT

This study explored and developed conceptual understanding and teaching science process skills for in-service science teachers under the Office of the Basic Education Commission in Thailand. A sample comprised of 166 in-service science teachers in the Secondary Educational Service Area Office 3, Nonthaburi province, obtained from stratified random sampling. Firstly, the teachers' conceptual understanding of science process skills were investigated by using science process skills conceptual understanding test and teaching science process skills evaluation form. Results of the first phase showed that in-service science teachers had moderate level of conceptual understanding of science process skills and teaching science process skills at the moderate level. Taking into account of the first phase findings and research-based evidences in the literature, the professional development programs covering 13 science process skills were developed, modified and implemented consequently. Experts' opinions toward the training package including contents, teaching strategy, assessment and evaluation tools, and the training instruments including teaching manual for teaching 13 science process skills, and learning management plans were at the highest level. Result from the implementation showed that the teachers' conceptual understanding of science process skills after the development was significantly higher than that of before. The teachers' satisfactions toward the training package and the training instruments were at the highest level. Finally, the teachers follow up phase was used to determine teaching practices in classrooms using multi method evaluation and cross-case analysis. Results showed that the teachers improved teaching science process skills. The findings have implications for science process skills teaching development for Thai in-service science teachers.

INTRODUCTION

The fact that, nowadays, scientific knowledge is increasing rapidly. Teachers cannot teach all the information to students. Thus, it is necessary to teach the students to acquire the scientific knowledge. Science teachers are required to teach science process skills to their students (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1989, 1993; National Research Council [NRC], 1996). Because of knowing the processes of science and combine the processes and scientific knowledge foster the students' scientific reasoning and critical thinking to develop their understanding of science and scientific inquiry process (NRC, 1996). Science process skills are capabilities of students to acquire the scientific knowledge and the acquisition of science processes. Those skills provide meaningful learning and prevent memorization of facts (Cain, 2002), thus they help the students understand the knowledge they obtained. Science process skills have an important role in developing students' higher order thinking and decision making. Students will be able to think creatively and these capabilities can be transferred to other areas of study (Anderson, 2002; Glynn & Duit, 1995). In addition, science process skills prevent developing negative attitudes to science (Cain, 2002). Hence, science process skills should be taught to students while they are studying in all levels in their formal education. In order to produce students who acquire the science process skills, the teacher should be competent in science process skills; theoretically and practically (Hafizan, Halim, & Meerah, 2012).

Teaching science process skills has become important in the science curriculum all over the world and has become one of the new approaches for more effective and meaningful teaching science. Thirteen science process skills are divided into two major categories, basic or simpler science process skills and integrated or more complex science process skills. Basic science process skills include observing, measuring, classifying, inferring, manipulating and communicating data, predicting, using space/space and space/time relationships, and using numbers. Integrated science process skills include identifying and controlling variable, operational defining of the variable, formulating hypotheses, experimenting, and interpreting data and conclusion. In order to teach science process skills effectively, it requires the teachers to master in these investigation and experimental skills.

There were some studies examined science course content for prospective teachers (Boardman & Zembal-Saul, 2000; Dana, et al., 2000; Zembal-Saul, & Oliver, 1998 and teacher preparations aimed at developing understanding and abilities associated with effective science teaching in classrooms among teachers (Marion et

al., 1999; Zemba-Saul et al., 1999). However, there were evidences that teachers had limited conceptual understanding of science process skills in teacher education. The research results showed that pre-service teachers had poor conceptual understanding of science process skills, their incorrect definitions of science process skills ranged from not having any idea to redundancy. Moreover, the pre-service teachers interchanged the definitions of science process skills, especially measuring and quantification; and predicting and inferring (Mbewe, Chabalengula, & Mumba, 2010). The teachers had low performance on the science process skills. In addition, the teachers are unable to provide correct definitions of the science process skills to the students (Boardman and Zemba-Saul, 2000; Dana et al. 2000; Zemba & Oliver, 1998). These have implications for science teaching, learning and teacher education.

In Thailand, there was only one published paper on professional development about science process skills. Kruea-In & Buaraphan (2014) developed a social constructivist-based professional development workshop to help lower secondary school science teachers develop their science process skills and laboratory lesson preparation skills. They founded that the workshop the teachers develop their science process skills. Thus more professional development resources are needed to help the teachers to develop their instructional activities to teach science process skills to the students.

This study aimed to explore conceptual understanding and teaching science process skills of in-service science teachers under the Office of the Basic Education Commission. Firstly, the teachers' science process skills was investigated by using science process skills conceptual understanding test and teaching science process skills evaluation form. Taking into account of these first phase findings and research-based evidences in the literature, the science process skills professional development programs covering 13 science process skills was developed, modified and implemented consequently in the second phase. Finally, the teachers follow up phase was used to determine teaching practices in classrooms by using multi method evaluation and cross-case analysis.

THE STUDY

The purposes of this study were (1) to explore conceptual understanding and teaching science process skills of in-service science teachers under the Office of the Basic Education Commission, (2) to develop science process skills training package according to school context to promote teaching science process skills for the teachers, (3) to compare conceptual understanding and teaching science process skills of the teachers before and after participating in the training workshop, and (4) to study the teachers' satisfaction toward the training package and the training instruments.

Target group of this study was 290 in-service science teachers under the Office of Secondary Educational Service Area 3, Nonthaburi province, Thailand.

The first phase: a survey of conceptual understanding and teaching science process skills of 166 in-service science teachers obtained from stratified random sampling.

The second phase: the development of science process skills teaching by using science process skills teaching activity training package. The target group of this phase comprised of 30 in-service science teachers obtained from stratified random sampling from the participants in the first phase.

The third phase: following up of teaching science process skills after the training by using the activity training package of 10 in-service science teachers obtained from purposive sampling.

Instruments used in this study were as follows:

In the first phase: instruments for data collection were (1) Science Process Skills Conceptual Understanding Test (SPSCUT), 130 items, 10 items for each science process skill, the difficulty indices of the test were ranged between .35-.75, the discriminate indices were ranged between .30-.70, and reliability of the instrument was .86, and (2) teaching science process skills evaluation form.

In the second phase: instruments for training were (1) training package including contents, teaching strategy, assessment and evaluation tools, (2) training instruments including teaching manual for teaching 13 science process skills and learning management plans, (3) a questionnaire for the teachers' satisfaction toward the training package and the training instruments, the 5-point Likert-type scales, and (4) a questionnaire for experts' opinions toward the training package and the training instruments, the 5-point Likert-type scales.

In the third phase: instruments for data collection were)1(teaching observation forms,)2(learning management plans, and)3(semi-structure interview forms.

Contents used in this study were 13 science process skills which were basic or simpler science process skills and integrated or more complex science process skills. Basic SPS include observing, measuring, classifying, inferring, manipulating and communicating data, predicting, using space/space and space/time relationships, and using numbers. Integrated SPS include identifying and controlling variable, operational defining of the variable, formulating hypotheses, experimenting, and interpreting data and conclusion.

Research processes were as follows:

The first phase:

- (1) Surveyed research documents on science process skills, teaching science process skills, and assessment and evaluation of teaching science process skills.
- (2) Developed science process skills conceptual understanding test (SPSCUT) and teaching science process skills evaluation form.
- (3) Collected data and analyzed the data obtained from science process skills conceptual understanding test (SPSCUT) and teaching science process skills evaluation form.

The second phase:

- (4) Developed training package including contents, teaching strategy, assessment and evaluation tools, and training instruments including teaching manual for teaching 13 science process skills and learning management plans.
- (5) Developed teaching observation forms and semi-structure interview forms.
- (6) Evaluated training package by experts on contents, teaching strategy, assessment and evaluation tools.
- (7) Workshop trained for the development of teaching science process skills by using the training package for in-service science teachers under the Office of Secondary Educational Service Area 3, Nonthaburi province, Thailand, in March 2015.

The third phase:

- (8) Follow up of teaching science process skills after workshop training by using the training package of ten in-service science teachers in their classrooms.
- (9) Analyze qualitative and quantitative data by using data from several resources.

FINDINGS

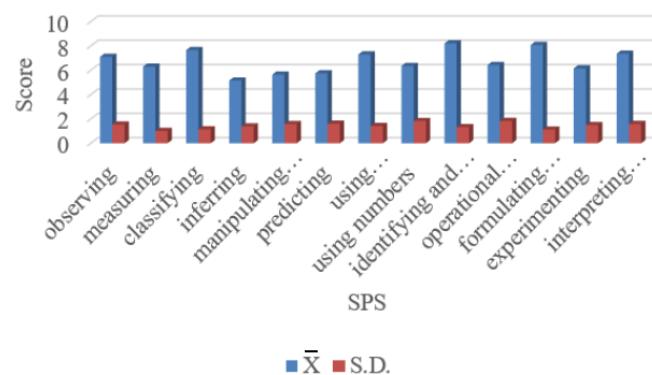
1. On the basis of the objective 1 of this study, to explore conceptual understanding and teaching science process skills of in-service science teachers under the Office of the Basic Education Commission, the results were as follows:

1.1 Conceptual understanding of science process skills scores ($\bar{X}$) of 166 in-service science teachers were in the range of 5.15 to 8.21 ($\bar{X} = 6.73$, S.D. = 1.45), as shown in [Table 1] and [Figure 1].

1.2 Teaching science process skills of 166 in-service science teachers revealed that only 45.78 % of the teachers stated that they have already taught science process skills directly, while 67.47% of the teachers stated that they had integrated science process skills during they conventionally teach the students in their classrooms.

Table 1: Conceptual understanding of science process skills of 166 in-service science teachers.

SPS	$\bar{X}$	S.D.
	n = 166	
observing	7.10	1.54
measuring	6.30	1.01
classifying	7.66	1.14
inferring	5.15	1.38
manipulating and communicating data	5.64	1.57
predicting	5.75	1.60
using space/space and space/time relationships	7.30	1.41
using numbers	6.35	1.82
identifying and controlling variable	8.21	1.32
operational defining of the variable	6.43	1.83
formulating hypotheses	8.08	1.12
experimenting	6.15	1.49
interpreting data and conclusion	7.36	1.58
Total	6.73	1.45

**Figure 1:** Conceptual understanding of science process skills of 166 in-service science teachers.

2. On the basis of the objective 2 of this study, to develop science process skills training package according to school context to promote teaching science process skills for the teachers, the results were as follows;

The five experts' opinions toward the training package and the training instruments, from the 5-point Likert-type scales questionnaire, were at the highest level, as shown in [Table 2].

Table 2: Experts' opinions toward the training package and the training instruments.

Category	$\bar{X}$	S.D.	Meaning
Training Package	4.64	0.48	highest
content	4.52	0.51	highest
teaching strategy	4.80	0.42	highest
assessment and evaluation tools	4.73	0.46	highest
Training Instruments	4.65	0.52	highest
documents	4.40	0.58	highest
learning management plans	4.83	0.38	highest
Total	4.65	0.50	highest

3. On the basis of the objective 3 of this study, to compare conceptual understanding and teaching science process skills of the teachers before and after participating in the training workshop, the results were as follows;

3.1 Conceptual understanding of science process skills scores ($\bar{X}$) of 30 in-service science teachers before participating in the training workshop were in the range of 5.10 to 8.87 ($\bar{X} = 6.94$, S.D. = 1.92), after participating in the training workshop were in the range of 8.10 to 9.43 ($\bar{X} = 8.72$, S.D. = 0.91). The teachers' conceptual understanding of science process skills after participating in the training workshop was significantly higher than that of before counterpart at the .05 level, as shown in [Table 3] and [Figure 2].

Table 3: Conceptual understanding of science process skills of the teachers before and after participating in the training workshop.

Science process skills	$\bar{X}_1$	S.D.1	$\bar{X}_2$	S.D.2	t	p
	n = 30		n = 30			
observing	7.97	1.71	9.33	0.76	6.633	.000
measuring	6.13	1.04	8.43	0.68	15.06	.000
classifying	7.70	1.34	9.10	0.61	7.64	.000
inferring	5.10	1.24	8.07	0.74	14.39	.000
manipulating and communicating data	5.63	1.54	8.10	0.84	13.40	.000
predicting	5.53	1.80	8.10	0.96	12.73	.000
using space/space and space/time relationships	7.70	1.58	9.13	0.68	6.74	.000
using numbers	6.60	1.85	8.40	0.89	7.60	.000
identifying and controlling variable	8.87	1.41	9.43	0.73	3.80	.001
operational defining of the variable	5.97	2.01	8.33	0.88	8.53	.000
formulating hypotheses	8.50	1.17	9.27	0.69	5.14	.000
experimenting	6.70	1.56	8.60	0.81	9.25	.000
interpreting data and conclusion	7.93	1.44	9.03	0.81	5.51	.000
Total	6.94	1.92	8.72	0.91	18.08	.000

p < .05

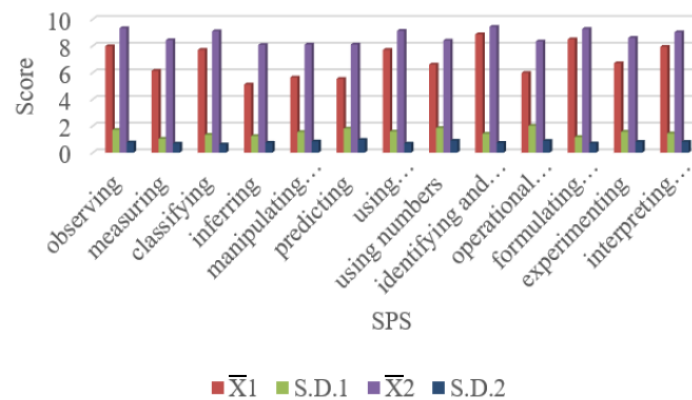


Figure 2: Conceptual understanding of science process skills of the teachers before and after participating in the training workshop.

3.2 The results of teaching science process skills from 30 in-service science teachers revealed that before participating in the training workshop, only 36.67% of the teachers stated that they teach science process skills directly, while 56.67% of the teachers stated that they had integrated science process skills during they conventionally teach the students in their classrooms. Interestingly, after the development of teaching science process skills, workshop training in the third phase, the results from 10 in-service science teachers collected from teaching observation forms, learning management plans, and semi-structure interview forms showed that 66.67% of the teachers teach science process skills directly, while 93.33% stated that they had integrated science process skills during they conventionally teach the students in their classrooms.

4. On the basis of the objective 4 of this study, to study the teachers' satisfaction toward the training package and the training instruments, the results were as follows;

The 30 in-service science teachers' satisfactions on the training package and the training instruments, from the 5-point Likert-type scales questionnaire, were ranged from 4.51-4.67 ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.56), the highest level, as shown in [Table 4].

Table 4: Teachers' Satisfactions toward the Training Package and the Training Instruments.

Category	$\bar{X}$	S.D.	Meaning
Training Package	4.57	0.56	highest
content	4.51	0.56	highest
teaching strategy	4.67	0.54	highest
assessment and evaluation improvement	4.60	0.56	highest
Training Instruments	4.58	0.56	highest
SPS documents	4.51	0.56	highest
learning management plans	4.63	0.54	highest
Total	4.58	0.56	highest

CONCLUSIONS

The research results showed that, in general, Thai in-service science teachers had moderate level of conceptual understanding of science process skills and teaching science process skills. But, after the development of teaching science process skills, workshop training by using the training package and the training instruments, the teachers improved their level of conceptual understanding of science process skills and teaching science process

skills. After the development of teaching science process skills, the results revealed that the teachers possess higher score of conceptual understanding and increasing competencies in teaching science process skills as was found in professional development intervention on teachers' science process skills (Cotabish, Dailey, Hughes, & Robinson, 2011; Kruea-In & Buaraphan, 2014). The participants in this study stated that the training package and the training instruments promote their conceptual understanding of science process skills and teaching science process skills because they provide proper content, teaching strategy, and assessment and evaluation tools. Especially, the examples of learning management plans helped them better write their own learning management plan emphasizing science process skills. However, the results from teaching observation, learning management plans, and semi-structure interview indicated that the teachers need to learn more about creating activities emphasis of science process skills which can be normally used in their classrooms. The results implicated that, in general, professional development approaches such as coaching and mentoring are still needed for Thai in-service science teachers in order to foster mastering in teaching science process skills.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was co-funded by Thailand Research Fund (TRF), Office of the Higher Education Commission (OHEC), and Sukhothai Thammathirat Open University (MRG5680047 Duongdearn Pinsuwan).

REFERENCES

- American Association for the Advancement of Science. (1989). American Association for the Advancement of Science Project 2061: Science for All Americans. Washington, DC: AAAS.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). Benchmarks for science literacy. New York: Oxford University Press.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What research says about inquiry? *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Boardman, L. & Zembal-Saul, C. (2000). Exploring prospective teachers' conception of scientific inquiry. *Paper presented at the annual meeting of the National association for Research in Science Teaching (NARST)*, New Orleans, LA.
- Cain, S. (2002). *Sciencing*. (4th ed). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Chabalengula, V. M., Mumba, F., & Mbewe, S. (2012). How Pre-service Teachers' Understand and Perform Science Process Skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 8(3): 167-176.
- Cotabish, A. Dailey, D. Hughes, G.D., & Robinson, A. (2011). The effects of a STEM professional development intervention on elementary teachers' science process skills. *Research in the School*, 18(2) 16-25.
- Dana, T., Boardman, L., Friedrichsen, P., Taylor, J., & Zembal-Saul, C. (2000). A framework for preparing primary science teachers to support children's scientific inquiry. *Paper presented at the annual meeting of the Association for the Education of Teachers of Science (AETS)*. Akron, OH.
- Dirks, C. & Cunningham, M. (2006). Enhancing Diversity in Science: Is Teaching Science Process Skills the Answer? *Life Sciences Education* 5: 218-226.
- Duran, M., Isik, H., Mihaladiz, G. & Özdemir, O. (2011). The Relationship between the Pre-Service Science Teachers' Scientific Process Skills and Learning Styles. *Western Anatolia Journal of Educational Science Special Issue: Selected papers presented at WCNTSE*: 467- 476.
- Glynn, S. M. & Duit, R. (1995). Learning science meaningfully: Constructing conceptual models. In S. M. Glynn and R. Duit (Eds.), *Learning science in the schools: Research reforming practice*, pp. 3-33. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hafizan, E., Halim, L., & Meerah, T. S. (2012). Perception, Conceptual Knowledge and Competency Level of Integrated Science Process Skill towards Planning a Professional Enhancement Programme. *Sains Malaysiana* 41(7): 921-930.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education* 88(1): 28- 54.
- Kim, M. (2007). The challenges of teaching science as inquiry process: Searching for the emergence of collective knowledge. *Cultural Studies of Science Education* 2: 829-834.
- Kruea-In, N. & Buaraphan, K. (2014). Enhancing lower secondary school science teachers' science process skills and laboratory lesson preparation through a social constructivist-based professional development workshop. *The International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 20(2): 43-56.
- Lotter, C., Harwood, W. S., & Bonner, J. J. (2007). The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1318-1347.
- Marion, R., Hewson, P. W., Tabachnick, B. R., & Blomker, K. (1999). Teaching for conceptual change in primary and secondary science methods courses. *Science Education*, 83, 323-346.

- Mbewe, S., Chabalengula, V. M., & Mumba, F. (2010). Preservice teachers' familiarity, interest and conceptual understanding of science process skills. *Problems of Education in the 21st Century*, 22(22): 76-86.
- Monhardt, L. & Monhardt, R. (2006). Creating a Context for the Learning of Science Process Skills through Picture Books. *Early Childhood Education Journal* 34(1): 67-71.
- National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry in the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy Press. Retrieved from: www.nap.edu.
- National Science Teachers Association (NSTA). (2002). *NSTA Position Statement: Elementary school science*. Retrieved from National Science Teachers Association website: <http://www.nsta.org/about/positions/elementary.aspx>.
- Rillero, P. (1998). Process skills and content knowledge [Editorial]. *Science Activities*, 35(3), 3.
- Roth, W.M. & A. Roychoudhury. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching* 30: 127-152.
- Scharmann, L. C., (1989). Developmental influences of science process skill instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(8), 715-726.
- Zemba-Saul, C., Boardman, L.A., Severs, M., & Dana, T. (1999, March). Web-based portfolios: A vehicle for examining preservice primary teachers' emerging ideas about teaching science. *Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research on Science Teaching (NARST)*, Boston, MA.
- Zemba-Saul, C. & Oliver, M. (1998, January). Meeting the science content needs of prospective primary teachers: An innovative biology laboratory/recitation course. *Paper presented at the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers of Science (AETS)*, Minneapolis, MN.

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารหมายเลข 1

ตาราง กรอบทักษะ ความหมาย และพฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
1. ทักษะการสังเกต (observation)	การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ 1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น การสัมผัสซึ่งเป็นลักษณะหรือ คุณสมบัติที่ยังไม่สามารถระบุออกมาเป็นตัวเลขแสดงปริมาณพร้อมหน่วยวัดมาตรฐานได้ 2. ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ 3. ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง	1. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง 2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ 3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. ทักษะการวัด (measurement)	การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ	1. เลือกเครื่องมือวัดได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด 2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 3. บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง 4. ทำการวัดความกว้าง ความยาวความสูงอุณหภูมิ ปริมาตร

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
		น้ำหนักและอื่นๆ ได้ถูกต้อง 5. ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้
3. ทักษะการคำนวณ (using numbers)	การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณหาร หรือ หาค่าเฉลี่ย	1. การนับได้แก่ 1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง 1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ 1.3 ตัดสินได้ว่าของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 1.4 ตัดสินได้ว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 2. การคำนวณ (บวก ลบ คูณหาร) ได้แก่ 2.1 บอกวิธีคำนวณได้ 2.2 คิดคำนวณได้ถูกต้อง 2.3 แสดงวิธีคิดคำนวณได้ 3. การหาค่าเฉลี่ย 3.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย 3.2 หาค่าเฉลี่ย 3.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย
4. ทักษะการจำแนกประเภท (classification)	การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทพิจารณาจากลักษณะความเหมือนและความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ซึ่งอาจเป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเองหรือมีผู้อื่นกำหนดให้ ถ้าสิ่งื่อนำมาจำแนกประเภทมีลักษณะ	1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ 2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ตนเองได้ 3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
	นั้นร่วมกันก็จัดให้อยู่ในพวกเดียวกัน สิ่งที่ไม่มิลักษณะดังกล่าวก็รวมกันเป็นอีกพวกหนึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทถ้าเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เกณฑ์ที่ใช้มักจะเป็นสี รูปร่าง ขนาด ลักษณะผิว วัตถุที่ใช้ทำประโยชน์ ราคา ส่วนสิ่งที่มีชีวิต มักจะใช้เกณฑ์ที่มีลักษณะของสิ่งมีชีวิต อาหาร การสืบพันธุ์ ที่อยู่อาศัย การเคลื่อนไหว เป็นต้น	
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (space/space relationship and space/time relationship)	สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปสเปส ของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง -ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ -ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา	1. ชีบรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 2. วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ 3. บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้ 4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ - ระบูปรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุน รูป 2 มิติได้ -เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา -เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้นได้ -บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน 5. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้ 6. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง 7. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
		หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจก ว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ 8. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ 9. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communication)	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากการแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือ คำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น	1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม 2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้ 3. ออกแบบเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ 4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลใหม่ให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น 5. บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring)	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้	อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. การพยากรณ์ (prediction)	การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยใน	การพยากรณ์ โดยทั่วไปทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ที่มีอยู่ได้ การพยากรณ์จากข้อมูลเชิง

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
	การสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับ ตัวเลข ได้แก่ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำ ได้ 2 แบบคือการ พยากรณ์ภายในขอบเขตของ ข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่	ปริมาณ การพยากรณ์ ข้อมูลเกี่ยวกับ ตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือ กราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่กับการ พยากรณ์ภายนอกขอบเขต ข้อมูลที่มีอยู่
9. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)	การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การ คิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการ ทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็น พื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้า นี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็น หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี มา ก่อนสมมติฐานหรือคำตอบที่คิด ไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็น ข้อความที่บอกความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบ ได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้าน สมมติฐานที่ตั้งไว้	หาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการ ทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม
10. ทักษะการกำหนด นิยามเชิงปฏิบัติการ (finning operationally)	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตคำต่าง ๆ (ที่อยู่ใน สมมติฐานที่ต้องการทดลองให้ เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกต หรือวัดได้)	การกำหนดความหมายและ ขอบเขตคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้ สังเกตได้และวัดได้
11. ทักษะการกำหนด และควบคุมตัว แปร (identifying and	การกำหนดตัวแปร หมายถึง การ ชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและ ตัวแปรที่ต้องควบคุมใน	ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัว แปรตามและตัวแปรที่ต้องการ ควบคุมได้

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
controlling variables)	สมมติฐานหนึ่งๆ ตัวแปรต้น คือสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผล เช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อตัวแปรตามด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน	
12. ทักษะการทดลอง (experimenting)	การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด 1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร) 1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง	1. ออกแบบการทดลองโดย 1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้นตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย 1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้ 2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม 3. การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
	2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ	
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)	การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูล ในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด	1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่สำคัญทักษะการคำนวณ) 2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่

เอกสารหมายเลข 2

ตาราง กรอบขั้นตอนสำคัญ บทบาทผู้สอน และพฤติกรรมผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
1. การสร้างความสนใจ (Engage)	จัดกิจกรรม/สร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่วให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม ลักษณะกิจกรรมที่ทำได้ คือ การทดลอง/การนำเสนอข้อมูลที่น่าสงสัย/การสาธิต/การนำเสนอข่าว/สถานการณ์/เหตุการณ์ที่น่าสงสัย	ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา
2. การสำรวจและค้นหา (Explore)	อำนวยความสะดวก/ให้คำแนะนำ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง/สืบค้น และรวบรวมข้อมูลเพื่อสำรวจตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้	2.1 สำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 2.2 ตั้งสมมติฐาน 2.3 ทดลอง/สืบค้นข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
3. การอธิบายและลง ข้อสรุป (Explain)	ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ แนะนำวิธีการจัดทำข้อมูลในรูปของตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงแนวโน้ม/แสดง	สร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเองโดยการอธิบายความคิดของตนเอง พร้อมแสดงหลักฐานประกอบคำอธิบาย แสดงผลการตรวจสอบผลการทดลองว่าสอดคล้องกับ

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
	ความสัมพันธ์ของข้อมูล ตั้งคำถาม แนวทางให้ผู้เรียนได้สรุปผลและ อภิปรายผลการทดลองอย่างมี เหตุผล กระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบ ความสอดคล้องของผลการทดลอง กับสมมติฐาน	สมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นและ อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ ตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่ สร้างขึ้นใหม่โดย 1) ตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนนำเสนอไว้ 2) ชักถามให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจน หรือกระจ่างในความรู้ข้อค้นพบที่ ผู้เรียนได้นำเสนอไว้ 3) ตั้งคำถาม/ประเด็นให้ผู้เรียนได้ เชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับ	แสดงการตรวจสอบ/เพิ่มเติมความ สมบูรณ์/ขยายกรอบความคิดของ ความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่โดย 1) อธิบาย/แสดงความคิดเห็น เพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ นำเสนอไว้ 2) ตอบคำถาม/ขยายความ/ให้ ตัวอย่างเพิ่มเติมในเรื่องของความรู้/ ข้อค้นพบที่ได้นำเสนอไว้ 3) แสดงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ สร้างขึ้นกับความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วย วิธีการต่างๆ เช่น เสนอเป็น แบบจำลองหรือแผนผังความรู้

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
	ความรู้เดิม	4) นำเสนอวิธีการและข้อมูลที่ได้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติมตามประเด็นที่สนใจ
5. การประเมินผล (Evaluate)	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ประเมินจุดเด่น จุดด้อยในกระบวนการแสวงหาความรู้ของตนเองโดย 1) ให้ผู้เรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้เรียนคนอื่นๆ 2) ให้ผู้เรียนพูดถึงวิธีการแสวงหาความรู้ของตนเอง 3) ให้ผู้เรียนนำความรู้หรือแบบจำลองหรือแผนผังความรู้ไปอธิบายหรือประยุกต์กับเหตุการณ์อื่นๆ	แสดงการประเมิน ตรวจสอบการประยุกต์ความรู้ที่สร้างขึ้น และเริ่มต้นความสนใจในการแสวงหาความรู้ในเรื่องใหม่ โดย 1) ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต หลักฐาน และคำอธิบาย 2) พูดอธิบายวิธีการแสวงหาความรู้ของตนเอง 3) แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะที่ได้เรียนรู้ 4) ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ของตนเอง 5) ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง การทดสอบวิตามินซี

เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.2/5 ทดลอง วิเคราะห์ และ อธิบาย สารอาหารในอาหาร มีปริมาณพลังงานและสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย

สาระสำคัญ

การทดสอบวิตามินซีสามารถทำได้โดยการทดสอบกับสารละลายไอโอดีนในน้ำแป้งสุก จะทำให้น้ำเงินเข้มของไอโอดีนหายไป และสารที่มีวิตามินซีมากจะใช้จำนวนหยดที่ทำให้สีของไอโอดีนหายไปน้อยกว่าสารที่มีวิตามินซีน้อยกว่า

จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้

1. บอกขั้นตอน/วิธีการทดสอบวิตามินซีของสารที่สนใจได้
2. ระบุเกณฑ์การตัดสินความมากน้อยของวิตามินซีในสารที่สนใจได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนสามารถทดสอบวิตามินซีได้
2. นักเรียนสามารถปฏิบัติทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการใช้ตัวเลข ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้

สาระการเรียนรู้

การทดสอบวิตามินซีสามารถทดสอบได้โดยใช้น้ำแป้งสุกและสารละลายไอโอดีน โดยมีวิธีการตรวจสอบวิตามินซี ดังนี้ หยดสารละลายของสารที่ต้องการทดสอบวิตามินซี ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายไอโอดีนในน้ำแป้งสุก ครั้งละ 1 หยด เขย่าหลอดทดลองทุกครั้งที่ยกจนกระทั่งของเหลวในหลอดไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่ นับจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซีที่ใช้บันทึก และสามารถวัดความเข้มข้นของสารละลายวิตามินซี 0.01% ใช้เป็นเกณฑ์ในการ

เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ ถ้าจำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ใช้ตรวจสอบมากกว่าจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซีที่ใช้เป็นเกณฑ์ แสดงว่าน้ำผลไม้มีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่า 0.01% แต่ถ้าจำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ใช้ตรวจสอบน้อยกว่า แสดงว่าปริมาณวิตามินซีมากกว่า 0.01%

กระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ

1.1 ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างผลไม้ที่คิดว่ามีวิตามินซี

1.2 ครูให้นักเรียนบันทึกลักษณะของผลไม้ 20 ชนิด ที่ครูเตรียมไว้บนโต๊ะ ลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ให้วาดภาพประกอบ รวมทั้งใช้อุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้ ได้แก่ เครื่องชั่ง เชือกไม้บรรทัด และสายวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลลักษณะของผลไม้มากที่สุด และนำเสนอข้อมูลลักษณะที่สังเกตได้ให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ง่ายที่สุด

1.3 ให้นักเรียนใช้เกณฑ์ของกลุ่มตนเองจำแนกผลไม้ออกเป็นกลุ่มๆ

1.4 ให้นักเรียนตอบคำถามว่า “ผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดน่าจะมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด และผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดน่าจะมีปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุด” ลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนอ่านใบความรู้เกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบวิตามินซีและการทดสอบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้

2.2 ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกข้อมูลผลการทดสอบวิตามินซี

2.3 นักเรียนลงมือทดสอบวิตามินซีและบันทึกข้อมูลผลการทดสอบวิตามินซีลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 2

3. ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการตรวจสอบวิตามินซีหน้าชั้นเรียน

3.2 ร่วมกันอภิปรายผลการตรวจสอบวิตามินซี เพื่อลงข้อสรุปว่าผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด และผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุด

4. ขั้นการขยายความรู้

4.1 ครูใช้คำถามถามนักเรียนว่า “นักเรียนเคยเห็นวิตามินซีที่บรรจุขวดจำหน่ายในท้องตลาดหรือไม่ ลักษณะขวดที่บรรจุเป็นอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น” และ/หรือ

“นักเรียนเคยได้ยินไหมว่า รับประทานผลไม้ที่เก็บสดๆ ใหม่ จากต้น เพราะเหตุใดจึงมีคำกล่าวเช่นนั้น”

4.2 ครูและนักเรียนอภิปรายคำตอบร่วมกัน

5. ขั้นตอนการประเมินผล

5.1 ครูถามนักเรียนว่า “นอกจากชนิดของผลไม้แล้วยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีหรือไม่ เช่น ความร้อน แสงสว่าง และออกซิเจนในอากาศ” จะตรวจสอบได้อย่างไร

5.2 ให้นักเรียนนักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกปัจจัยที่ต้องการศึกษา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ตารางบันทึกผล ลงมือปฏิบัติการทดลอง แล้วนำเสนอผลการทดลอง ลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 3

สื่อการเรียนรู้

1. ผลไม้ 20 ชนิด
2. หลอดทดลองขนาดกลาง
3. หลอดหยด
4. น้ำแป้งสุก
5. สารละลายไอโอดีน
6. สารละลายวิตามินซี 0.01%
7. เครื่องชั่ง
8. เขือก
9. ไม้บรรทัด
10. สายวัด

แหล่งเรียนรู้

1. แหล่งค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต
2. ห้องสมุด

การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ การประเมิน
จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน ความรู้ 1. นักเรียนสามารถบอก ขั้นตอน/วิธีการทดสอบวิตามิน ซีของสารที่สนใจได้ 2. ระบุเกณฑ์การตัดสินความ มากน้อยของวิตามินซีในสารที่ สนใจได้	- ทดสอบ - ทดสอบ	- ข้อสอบ - ข้อสอบ	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 75
จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ 1. นักเรียนสามารถทดสอบ วิตามินซีได้ 2. นักเรียนสามารถปฏิบัติ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปส กับเวลา ทักษะการใช้ตัวเลข ทักษะการจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล ทักษะการ ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการกำหนดและควบคุม ตัวแปร ทักษะการทดลอง และ ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปได้	- สังเกตการทดสอบ วิตามินซี และตรวจใบบันทึก กิจกรรม - สังเกตพฤติกรรม ขณะปฏิบัติกิจกรรม และตรวจใบบันทึก กิจกรรม	- แบบสังเกต - แบบประเมินใบบันทึกกิจกรรม - แบบสังเกต - แบบประเมินใบบันทึกกิจกรรม - แบบประเมินทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1
เรื่อง ลักษณะของผลไม้

บันทึกลักษณะผลไม้

ลำดับที่	ผลไม้	ลักษณะที่สังเกตได้
1	ฝรั่ง	
2	สับปะรด	
3	มะนาว	
4	สตอเบอรี่	
5	มะละกอ	
6	กล้วย	
7	ส้ม	
8	ลิ้นจี่	
9	กีว	
10	แอปเปิ้ล	
11	มะม่วง	
12	มะปราง	
13	มะเขือเทศ	
14	องุ่น	

ลำดับที่	ผลไม้	ลักษณะที่สังเกตได้
15	พุทรา	
16	มะขามป้อม	
17	น้อยหน่า	
18	ชมพู่	
19	ทับทิม	
20	เงาะ	

กลุ่มของนักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนกผลไม้

ตอบ.....

.....

.....

นักเรียนใช้เกณฑ์ดังกล่าวจำแนกผลไม้ออกเป็นกี่กลุ่ม ได้แก่ อะไรบ้าง

ตอบ.....

.....

.....

.....

ผลไม้ในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากัน หรือแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

.....

.....

.....

นักเรียนคิดว่าผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดน่าจะมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด และผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใด
น่าจะมีปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุด

ตอบ.....

.....

.....

.....

ใบความรู้

1. วิธีการตรวจสอบวิตามินซี

- 1.1 ใส่น้ำแป้งสุก 0.1% ปริมาณ 2 cm³ ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 1 หลอด
- 1.2 หยดสารละลายไอโอดีน 1 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
- 1.3 หยดสารละลายวิตามินซี 0.01% ลงในหลอดทดลองครั้งละ 1 หยด เขย่าหลอดทดลองทุกครั้งที่ยก จนกระทั่งของเหลวในหลอดไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่ นับจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซีที่ใช้ บันทึกผล

2. การตรวจสอบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้

การตรวจสอบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ทำเช่นเดียวกันกับในข้อ 1. โดยนักเรียนอาจจะใช้น้ำผลไม้สดชนิดต่างๆ แทนสารละลายวิตามินซี สังเกต บันทึกผล

3. ความเข้มข้นของสารละลายวิตามินซี 0.01% ใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ ถ้าจำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ใช้ตรวจสอบมากกว่าจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซีที่ใช้เป็นเกณฑ์ แสดงว่าน้ำผลไม้มีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่า 0.01% แต่ถ้าจำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ใช้ตรวจสอบน้อยกว่า แสดงว่าปริมาณวิตามินซีมากกว่า 0.01%

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2

ข้อมูลผลการทดสอบวิตามินซี

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบตารางบันทึกข้อมูลผลการทดสอบวิตามินซีด้วยตนเอง
บันทึกข้อมูลผลการทดสอบวิตามินซีลงในตาราง

จากข้อมูลในตาราง ผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด และผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดมี
ปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุด

ตอบ.....
.....
.....
.....

จากข้อมูลในตาราง ผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีมากกว่า 0.01% และผลไม้กลุ่มใด/
ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่า 0.01%

ตอบ.....
.....
.....
.....

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 3
เรื่อง ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อปริมาณวิตามินซี

ปัญหา.....

.....

สมมติฐาน.....

.....

ตัวแปร.....

.....

.....

วัสดุ/อุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดลอง

.....

.....

.....

วิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรม	คะแนน
ทักษะการสังเกต	- บรรยายลักษณะของผลไม้ได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสครบทั้ง 5 ด้าน	2
	- บรรยายลักษณะของผลไม้ได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัส 3-4 ด้าน	1
	- บรรยายลักษณะของผลไม้ได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสน้อยกว่า 3 ด้าน	0
ทักษะการวัด	- ใช้เครื่องชั่งได้ถูกต้อง ทำการชั่งน้ำหนักของผลไม้ได้ถูกต้อง และระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้	2
	- ทำถูกต้องเพียง 2 อย่าง	1
	- ทำถูกต้องเพียง 1 อย่าง	0
ทักษะการจำแนกประเภท	แบ่งพวกผลไม้ทั้ง 20 ชนิด โดยใช้เกณฑ์ที่ตนเองกำหนดได้	
ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา	วาดรูป 2 มิติ ของผลไม้ (3 มิติ) ได้ คล้ายของจริงทั้งขนาดและรูปร่าง	2
	วาดรูป 2 มิติ ของผลไม้ (3 มิติ) ได้ คล้ายของจริงทั้งขนาดและรูปร่างบางส่วน	1
	วาดรูป 2 มิติ ของผลไม้ (3 มิติ) ได้ ผิดเพี้ยนจากของจริงทั้งขนาดและรูปร่าง	0
ทักษะการใช้ตัวเลข	บอกได้ว่าผลไม้ในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกันอย่างไรอย่างถูกต้อง	2
	บอกได้ว่าผลไม้ในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร คลาดเคลื่อนเล็กน้อย	1
	บอกได้ว่าผลไม้ในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร ผิดพลาดมาก	0
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลลักษณะผลไม้ได้เหมาะสม ออกแบบเสนอข้อมูลผลไม้ตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ และบรรยายลักษณะผลไม้ด้วยข้อความที่เหมาะสมจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้	3
	ทำได้เพียง 2 อย่าง	2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรม	คะแนน
	ทำได้เพียง 1 อย่าง ทำไม่ได้สักอย่าง	1 0
ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	สรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นได้ว่าผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดน่าจะมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด และผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดน่าจะมีปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุด ทำได้เพียง 1 อย่าง ทำไม่ได้สักอย่าง	2 1 0
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในการทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีในผลไม้ได้ ระบุได้เพียง 2 ตัวแปร ระบุได้เพียง 1 ตัวแปร ไม่สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมได้	3 2 1 0
ทักษะการทดลอง	ออกแบบการทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีในผลไม้โดย 1. กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องการควบคุมด้วย 2. ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้ 3. ปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้อง 4. ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม 5. จัดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้ถูกต้อง	1 1 1 1 1
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	สรุปได้ว่าผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด สรุปได้ว่าผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุด สรุปได้ว่าผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีมากกว่า 0.01% สรุปได้ว่าผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่า 0.01%	1 1 1 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.1/8 สังเกตและอธิบายโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำและอาหารของพืช

สาระสำคัญ

พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่มีความแตกต่างกันที่จำนวนใบเลี้ยง ลักษณะลำต้น ลักษณะของใบ และจำนวนกลีบดอก

จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้

3. นักเรียนสามารถระบุเกณฑ์การพิจารณาความแตกต่างของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ได้
4. นักเรียนสามารถแยกแยะพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ออกจากกันได้
5. ยกตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนสามารถปฏิบัติทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการใช้ตัวเลข ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้

สาระการเรียนรู้

พืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ พืชที่มีใบเลี้ยงเพียงใบเดียว เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะเห็นข้อและปล้องในส่วนของลำต้นชัดเจน ใบมักมีลักษณะแคบเรียวยาว เส้นใบเรียงตัวในแนวนาน กลีบดอกมีจำนวน 3 กลีบ หรือทวีคูณของ 3 รากเป็นระบบรากฝอย ตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด อ้อย หญ้า ไม้

พืชใบเลี้ยงคู่ คือ พืชที่มีใบเลี้ยง 2 ใบ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะเห็นข้อและปล้องในส่วนของลำต้นไม่ชัดเจน ใบมีลักษณะกว้าง เส้นใบแตกแขนงเป็นร่างแห รากเป็นระบบรากแก้ว กลีบดอกมีจำนวน 4 - 5 กลีบ หรือทวีคูณของ 4 - 5 ตัวอย่างพืชใบเลี้ยงคู่ได้แก่ ถั่ว พริก มะม่วง

กระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นการสร้างความรู้

1.1 ครูตั้งคำถามนักเรียน ว่า พืชในโลกมีมากมายหลายชนิด นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่งพืชออกเป็นกลุ่มต่างๆ

1.2 ครูนำตัวอย่างกลุ่มของพืช 2 กลุ่ม มาให้นักเรียน (แบ่งตามเกณฑ์พืชใบเลี้ยงเดี่ยว/ใบเลี้ยงคู่) แล้วให้นักเรียนสังเกตรายละเอียดของกลุ่มพืชตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนบอกว่า ครูจัดกลุ่มพืชนี้โดยใช้เกณฑ์อะไร

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา

2.1 ครูเตรียมตัวอย่างต้นไม้ 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นตัวอย่างของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวหลายชนิดที่แสดงลักษณะของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ครอบคลุมเรื่องจำนวนใบเลี้ยง ลักษณะลำต้น ลักษณะใบ จำนวนกลีบดอก และลักษณะของราก โดยติดชื่อพืชไว้ที่ตัวอย่างแต่ละชิ้น และกลุ่มที่ 2 จัดไว้แบบเดียวกัน แต่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ทั้งนี้ยังไม่ระบุว่า พืชทั้ง 2 กลุ่ม เป็นตัวอย่างของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

2.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตและบันทึกข้อมูลของพืชแต่ละชนิด โดยแยกให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนตามลักษณะของจำนวนใบเลี้ยง ลักษณะลำต้น ลักษณะใบ จำนวนกลีบดอก และลักษณะของราก

2.3 ครูให้นักเรียนบอกความแตกต่างระหว่างข้อมูลของพืชทั้ง 2 กลุ่ม โดยพิจารณาจากลักษณะ 5 อย่างตามที่บันทึกไว้ ลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

3. ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูให้นักเรียนตั้งชื่อพืชแต่ละกลุ่ม (กลุ่ม 1 และ กลุ่ม 2) โดยให้ใช้ลักษณะที่เป็นอยู่ตั้งเป็นชื่อ และให้นำข้อมูลจากการสังเกตลักษณะต่างๆ ของพืชแต่ละกลุ่มมาสร้างเป็นประโยคแสดงความหมายของพืชที่ตั้งชื่อไว้

3.2 ครูให้นักเรียนตอบคำถามว่า ครูจัดกลุ่มพืชให้ดูตั้งแต่แรกด้วยเกณฑ์อะไร (เป็นคำถามเดิมของขั้นสร้างความสนใจ)

3.3 ครูให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า พืชกลุ่มที่ 1 คือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชกลุ่มที่ 2 คือ พืชใบเลี้ยงคู่

4. ขั้นการขยายความรู้

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มไปสำรวจต้นไม้ในโรงเรียนเพื่อนำเสนอตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ อย่างละ 1 ชื่อ พร้อมบอกเหตุผลประกอบการนำเสนอ

5. ขั้นการประเมินผล

ครูให้นักเรียนช่วยตัดสินความถูกต้องในการนำเสนอตัวอย่างพืชในโรงเรียนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ และช่วยกันเพิ่มเติมข้อมูลที่ถูกต้อง

สื่อการเรียนรู้

1. ตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่หลายๆ ชนิด ที่แสดงให้เห็นลักษณะของจำนวนใบเลี้ยง ลักษณะลำต้น ลักษณะใบ จำนวนกลีบดอก และลักษณะของราก
2. อุปกรณ์การชั่ง ตวง วัด เป็นต้น

แหล่งเรียนรู้

บริเวณสวนในโรงเรียน

การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ การประเมิน
จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน ความรู้ 1. นักเรียนสามารถ ระบุเกณฑ์การพิจารณาความ แตกต่างของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ได้ 2. นักเรียนสามารถแยกแยะพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ออกจากกันได้ 3. ยกตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ได้ จุดประสงค์การเรียนรู้ด้าน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถปฏิบัติทักษะ การสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปส กับเวลา ทักษะการใช้ตัวเลข ทักษะการจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล ทักษะการ ลงความคิดเห็นจากข้อมูล และ ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปได้	- ตรวจใบบันทึกกิจกรรม - สังเกตขณะนักเรียนทำ กิจกรรม การนำเสนอ และการเพิ่มเติมข้อมูล ขณะที่กลุ่มอื่นๆ นำเสนอ - สังเกตขณะนักเรียนทำ กิจกรรม การนำเสนอ และการเพิ่มเติมข้อมูล ขณะที่กลุ่มอื่นๆ นำเสนอ - ตรวจใบบันทึกกิจกรรม - สังเกตขณะนักเรียนทำ กิจกรรม การนำเสนอ และการเพิ่มเติมข้อมูล ขณะที่กลุ่มอื่นๆ นำเสนอ	- แบบประเมินใบบันทึกกิจกรรม - แบบสังเกต - แบบสังเกต - แบบประเมินทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ - แบบสังเกต	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 75

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1
เรื่อง ข้อมูลของพืชแต่ละชนิด

ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลการสังเกตพืช

พืชกลุ่ม 1						พืชกลุ่ม 2					
ชื่อ	จำนวน ใบ เลี้ยง	ลักษณะ ลำต้น	ลักษณะ ใบ	จำนวน กลีบ ดอก	ลักษณะ ของราก	ชื่อ	จำนวน ใบ เลี้ยง	ลักษณะ ลำต้น	ลักษณะ ใบ	จำนวน กลีบ ดอก	ลักษณะ ของราก

ให้นักเรียนบอกความแตกต่างระหว่างข้อมูลของพืชทั้ง 2 กลุ่ม โดยพิจารณาจากลักษณะ 5
อย่าง ตามที่บันทึกไว้

ตอบ.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ให้นักเรียนตั้งชื่อพืชกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 โดยใช้ข้อมูลจากการสังเกตลักษณะต่างๆ ของพืชแต่ละ
ชนิดมาสร้างประโยคแสดงความหมายของพืชที่ตั้งชื่อไว้

ตอบ.....
.....
.....
.....
.....
.....

นักเรียนคิดว่าควรจัดกลุ่มพืชโดยใช้เกณฑ์อะไร

ตอบ.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรม	คะแนน
ทักษะการสังเกต	- บรรยายลักษณะของต้นไม้ได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสครบทั้ง 5 ด้าน	2
	- บรรยายลักษณะของต้นไม้ได้ โดยใช้ประสาทสัมผัส 3-4 ด้าน	1
	- บรรยายลักษณะของต้นไม้ได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสน้อยกว่า 3 ด้าน	0
ทักษะการวัด	- ใช้อุปกรณ์การวัดได้ถูกต้อง ทำการวัดความกว้าง/ยาวของใบไม้ได้ถูกต้อง และระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้	2
	- ทำถูกต้องเพียง 2 อย่าง	1
	- ทำถูกต้องเพียง 1 อย่าง	0
ทักษะการจำแนกประเภท	บอกเกณฑ์ที่ครูใช้ในการแบ่งพืชออกเป็นกลุ่มต่างๆ ได้	2
ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา	วาดรูป 2 มิติ ของพืช (3 มิติ) ได้ คล้ายของจริงทั้งขนาดและรูปร่าง	2
	วาดรูป 2 มิติ ของพืช (3 มิติ) ได้ คล้ายของจริงทั้งขนาดและรูปร่างบางส่วน	1
	วาดรูป 2 มิติ ของพืช (3 มิติ) ได้ ผิดเพี้ยนจากของจริงทั้งขนาดและรูปร่าง	0
ทักษะการใช้ตัวเลข	บอกจำนวนใบเลี้ยงและกลีบดอกได้อย่างถูกต้อง	2
	บอกจำนวนใบเลี้ยงและกลีบดอกได้คลาดเคลื่อนเล็กน้อย	1
	บอกจำนวนใบเลี้ยงและกลีบดอกได้ผิดพลาดมาก	0
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลลักษณะต้นไม้ได้เหมาะสม ออกแบบเสนอข้อมูลต้นไม้ตามรูปแบบ	3

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	พฤติกรรม	คะแนน
	ที่ เลือกไว้ได้ และบรรยายลักษณะต้นไม้ด้วย ข้อความที่เหมาะสมจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้ ทำได้เพียง 2 อย่าง ทำได้เพียง 1 อย่าง ทำไม่ได้สักอย่าง	2 1 0
ทักษะการลงความคิดเห็นจาก ข้อมูล	สรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นได้ว่าต้นไม้ชนิดใดเป็นพืช ใบเลี้ยงเดี่ยว สรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นได้ว่าต้นไม้ชนิดใดเป็นพืช ใบเลี้ยงคู่	1 1
ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	สรุปได้ว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีลักษณะการเรียงตัวของ เส้นใบ ระบบราก กลีบดอก และข้อปล้องที่ลำต้น อย่างไร และ สรุปได้ว่าพืชใบเลี้ยงคู่มีลักษณะการเรียงตัวของเส้น ใบ ระบบราก กลีบดอก และข้อปล้องที่ลำต้น อย่างไร	4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง ข้างขึ้นข้างแรมและปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง

เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี่และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.3/1 สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่นๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

สาระสำคัญ

ดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง แสงสว่างที่เห็นเกิดจากแสงอาทิตย์ตกกระทบดวงจันทร์แล้วสะท้อนมายังโลก การที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก ขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์จึงเปลี่ยนตำแหน่งไป ทำให้มองเห็นแสงสะท้อนจากดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละคืน ซึ่งเรียกว่า ข้างขึ้น ข้างแรม และนำมาใช้จัดปฏิทินในระบบจันทรคติ แรงแม่เหล็กที่ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ กระทำต่อโลก ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

จุดประสงค์การเรียนรู้

6. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้างขึ้นข้างแรมและปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงได้
7. นักเรียนสามารถปฏิบัติทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการใช้ตัวเลข ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้

สาระการเรียนรู้

ในเวลาเดียวกันของทุกคืนตำแหน่งของดวงจันทร์บนท้องฟ้าจะไม่อยู่ที่เดิม และส่วนสว่างหรือรูปร่างของดวงจันทร์จะไม่เหมือนเดิม ปรากฏการณ์ที่เห็นดวงจันทร์มีเสี้ยวแสงสว่างแตกต่างกัน เรียกว่า ข้างขึ้นข้างแรม หรือ ดิถีจันทร์ (Phases of Moon)

ดวงจันทร์ใช้เวลาในการโคจรรอบโลกประมาณ 29.5 วัน การที่เราสังเกตเห็นดวงจันทร์สว่างเต็มดวง แล้วส่วนสว่างค่อยๆ ลดลง จนกระทั่งมืดทั้งดวง เรียกช่วงเวลาดังกล่าวว่า ข้างแรม (waning) วันที่ดวงจันทร์มืดทั้งดวง เรียกวันแรม 15 ค่ำ หรือวันแรม 14 ค่ำ หรือจันทร์

ดับ (new moon) ซึ่งเป็นวันที่ดวงจันทร์อยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ หลังจากนั้นดวงจันทร์จะค่อยๆ สว่างจนเต็มดวงอีกครั้ง เรียกช่วงนี้ว่าข้างขึ้น (waxing) โดยให้วันที่ดวงจันทร์สว่างเต็มดวงเป็นวันขึ้น 15 ค่ำ หรือเรียกว่า จันทรเพ็ญ (full moon) ซึ่งเป็นวันที่ดวงจันทร์โคจรมาอยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ ส่วนวันที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ท่ามกลางกับโลกและดวงอาทิตย์ จะทำให้เราเห็นดวงจันทร์สว่างครึ่งดวงเรียกวันแรม 8 ค่ำ หรือ วันขึ้น 8 ค่ำ

ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงเป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วงที่กระทำระหว่างโลกและดวงจันทร์ ซึ่งมีค่าไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่งบนพื้นผิวโลก น้ำที่อยู่ใกล้กับดวงจันทร์จะถูกแรงดึงดูดดึงเข้าไปหาดวงจันทร์มากกว่าน้ำที่อยู่อีกซีกโลกหนึ่ง ทำให้ด้านที่อยู่ใกล้กับดวงจันทร์เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น (high tide) แต่ในขณะเดียวกันน้ำบริเวณด้านตรงข้ามกับโลกที่อยู่ไกลจากดวงจันทร์เคลื่อนที่ได้ช้ากว่าพื้นดินทำให้เกิดช่องว่างที่น้ำข้างเคียงไหลไปรวมกัน ทำให้เห็นปรากฏการณ์น้ำขึ้นด้วย ขณะเดียวกัน ณ บริเวณที่อยู่ใกล้และไกลที่สุดจากดวงจันทร์ก็将会เกิดน้ำลง (low tide) ณ บริเวณกึ่งกลางระหว่างบริเวณน้ำขึ้นทั้งสอง ดังนั้น ขณะดวงจันทร์โคจรไปรอบโลก ณ ตำแหน่งต่างๆ จนเกิดน้ำขึ้นในสองบริเวณ และจะเกิดน้ำลงระหว่าง 2 บริเวณ

กระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ

ครูถามนักเรียน ดังนี้

นักเรียนเคยเห็น น้ำขึ้น น้ำลง หรือไม่

น้ำขึ้น น้ำลง ที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งที่นักเรียนสังเกตเห็น มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

น้ำขึ้น น้ำลง สัมพันธ์กับ ข้างขึ้น ข้างแรม อย่างไร

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนเลือกรูปแบบ ออกแบบ บันทึกข้อมูลรูปร่าง ลักษณะของดวงจันทร์ ทุกวัน เป็นเวลา 1 เดือน ลงไปใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

2.2 ให้นักเรียนเลือกรูปแบบ ออกแบบ บันทึกข้อมูลระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละวันเป็นเวลา 1 เดือน จากกรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพเรือ ลงไปใบบันทึกกิจกรรมที่ 2

3. ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 สุ่มนักเรียน 3-5 คน นำเสนอผลการบันทึกรูปร่าง ลักษณะของดวงจันทร์ และข้อมูลระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุด หน้าชั้นเรียน

3.2 ให้นักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างความแตกต่างของระดับน้ำในแต่ละวันและข้างขึ้นข้างแรม

4. ขั้นตอนการขยายความรู้

4.1 ครูใช้คำถามถามนักเรียนว่า “ถ้านักเรียนสังเกตดวงจันทร์ที่ทวีปยุโรปหรืออเมริกา นักเรียนจะเห็นรูปร่าง ลักษณะของดวงจันทร์เหมือนหรือต่างจากที่สังเกตในประเทศไทยหรือไม่” และ/หรือ

“นักเรียนคิดว่าระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่ทะเลหรือมหาสมุทรที่ทวีปยุโรปหรืออเมริกา เหมือนหรือต่างจากที่สังเกตในประเทศไทยหรือไม่”

4.2 ให้นักเรียนค้นหาคำตอบจากอินเทอร์เน็ต แล้วสรุปร่วมกันทั้งชั้น

5. ขั้นตอนการประเมินผล

ตรวจผลงาน

สื่อการเรียนรู้

11. เครื่องเขียน

แหล่งเรียนรู้

1. แหล่งค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต
2. กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพเรือ

การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ การประเมิน
1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้างขึ้นข้างแรมและปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงได้ 2. นักเรียนสามารถปฏิบัติทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการใช้ตัวเลข ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้	- ตรวจใบบันทึกกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรม และตรวจใบบันทึกกิจกรรม	- แบบประเมินใบบันทึกกิจกรรม - แบบประเมินใบบันทึกกิจกรรม - แบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1
เรื่อง รูปร่าง ลักษณะของดวงจันทร์ ใน 1 เดือน

ให้นักเรียนเลือกรูปแบบ ออกแบบ บันทึกข้อมูลรูปร่าง ลักษณะของดวงจันทร์ ทุกวัน เป็นเวลา
1 เดือน

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1

รูปร่าง ลักษณะของดวงจันทร์ในแต่ละวัน ใน 1 เดือน เหมือนหรือต่างกันอย่างไรบ้าง จงอธิบาย
ตอบ.....

.....
.....

รูปร่าง ลักษณะของดวงจันทร์ในแต่ละวัน ใน 1 เดือน สามารถจัดได้เป็นกี่รูปแบบ อย่างไรบ้าง
ตอบ.....

.....
.....
.....

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2

เรื่อง ระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุด ใน 1 เดือน

ให้นักเรียนเลือกรูปแบบ ออกแบบ บันทึกข้อมูลระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละวันจากกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ เป็นเวลา 1 เดือน

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2

จากข้อมูลระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละวันจากกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือที่บันทึกได้ในเวลา 1 เดือน ระดับน้ำทะเลมีการลดลงต่ำสุดและขึ้นสูงสุดเมื่อไร

ตอบ.....

.....

.....

.....

ระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุดต่างกันอยู่เท่าไร

ตอบ.....

.....

.....

จากข้อมูลระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละวันจากกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือที่บันทึกได้ในเวลา 1 เดือน การลดลงและขึ้นของน้ำทะเลมีรูปแบบอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ.....

.....

.....

.....

จากข้อมูล วันที่ระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุด ตรงกับวันที่เท่าไรตามปฏิทินจันทรคติ

ตอบ.....

.....

.....

.....

แบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรม	คะแนน
ทักษะการสังเกต	บรรยายการเปลี่ยนแปลงของดวงจันทร์ที่สังเกตใน 1 เดือนได้ ได้ตรงตามความเป็นจริงทั้งวันเพ็ญ ข้างขึ้น ข้างแรม และวันจันทร์ดับ	4
ทักษะการจำแนกประเภท	จัดรูปแบบดวงจันทร์ตาม รูปร่าง ลักษณะของดวงจันทร์เป็นดวงจันทร์วันเพ็ญ ข้างขึ้น ข้างแรม และวันจันทร์ดับได้	4
ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา	วาดรูป 2 มิติ ของดวงจันทร์ คล้ายของจริงทั้งลักษณะและรูปร่าง	2
	วาดรูป 2 มิติ ของดวงจันทร์ คล้ายของจริงทั้งลักษณะและรูปร่างบางส่วน	1
	วาดรูป 2 มิติ ของดวงจันทร์ ผิดเพี้ยนจากของจริงทั้งขนาดและรูปร่าง หรือไม่วาดรูป	0
ทักษะการใช้ตัวเลข	บอกความแตกต่างของระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุดอย่างถูกต้อง	2
	บอกความแตกต่างของระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุดคลาดเคลื่อนเล็กน้อย	1
	บอกความแตกต่างของระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุด ผิดพลาดมาก หรือไม่ตอบ	0
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลรูปร่าง และลักษณะ ของดวงจันทร์ได้เหมาะสม ออกแบบเสนอข้อมูลดวงจันทร์ตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ และบรรยายลักษณะดวงจันทร์ด้วยข้อความที่เหมาะสม จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้	3
	ทำได้เพียง 2 อย่าง	2
	ทำได้เพียง 1 อย่าง	1
	ทำไม่ได้สักอย่าง หรือไม่ทำ	0
ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	สรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นได้ว่าระดับน้ำทะเลต่ำสุดและระดับน้ำทะเลสูงสุดสัมพันธ์กับรูปร่างและลักษณะของดวงจันทร์อย่างไร	2
	สรุปได้เพียง 1 อย่าง	1
	สรุปไม่ได้สักอย่าง หรือไม่สรุป	0

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	พฤติกรรม	คะแนน
ทักษะการตีความหมายข้อมูล	สรุปได้ว่าช่วงเวลาใดระดับน้ำทะเลต่ำสุด	1
และลงข้อสรุป	สรุปได้ว่าช่วงเวลาใดระดับน้ำทะเลสูงสุด	1

แบบฟอร์มการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ – โปรดพิจารณาความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง การทดสอบวิตามินซี

รายการที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระสำคัญ				
2. สาระสำคัญกับเนื้อหา				
3. กิจกรรมการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนตามกรอบตัวบ่งชี้				
3.1 กิจกรรมในขั้นสร้างความสนใจ				
3.2 กิจกรรมในขั้นสำรวจและค้นหา				
3.3 กิจกรรมในขั้นอธิบายและสรุป				
3.4 กิจกรรมในขั้นขยายความรู้				
3.5 กิจกรรมในขั้นประเมิน				
4. กิจกรรมกับรายการสื่อและแหล่งเรียนรู้				
5. การวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้				

โปรดพิจารณาความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้กับกรอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายละเอียดของกิจกรรม	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
1. ให้บรรยายลักษณะของผลไม้	ทักษะการสังเกต				
2. ให้ทำการชั่งน้ำหนักของผลไม้ และ ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด	ทักษะการวัด				
3. ให้แบ่งพวกผลไม้ โดยใช้เกณฑ์ที่ ตนเองกำหนด	ทักษะการจำแนกประเภท				
4. ให้วาดรูปผลไม้	ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง สเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา				
5. ให้เปรียบเทียบจำนวนผลไม้ใน กลุ่ม	ทักษะการใช้ตัวเลข				
6. ให้เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการ เสนอข้อมูลลักษณะผลไม้ ออกแบบ เสนอข้อมูลผลไม้ตามรูปแบบที่เลือก ไว้ และบรรยายลักษณะผลไม้	ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล				
7. ให้สรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นว่า ผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดน่าจะมีปริมาณ วิตามินซีสูงที่สุด/ต่ำที่สุด	ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล				
8. ให้ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร				

รายละเอียดของกิจกรรม	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในการทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีในผลไม้					
9. ให้ออกแบบการทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีในผลไม้ ปฏิบัติการทดลอง ใช้ อุปกรณ์ และจัดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง	ทักษะการทดลอง				
10. ให้สรุปว่าผลไม้กลุ่มใด/ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด/ต่ำที่สุด	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				

แบบฟอร์มการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ – โปรดพิจารณาความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

รายการที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระสำคัญ				
2. สาระสำคัญกับเนื้อหา				
3. กิจกรรมการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนตามกรอบตัวบ่งชี้				
3.1 กิจกรรมในขั้นสร้างความสนใจ				
3.2 กิจกรรมในขั้นสำรวจและค้นหา				
3.3 กิจกรรมในขั้นอธิบายและสรุป				
3.4 กิจกรรมในขั้นขยายความรู้				

รายการที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
3.5 กิจกรรมในชั้นประเมิน				
4. กิจกรรมกับรายการสื่อและแหล่งเรียนรู้				
5. การวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้				

โปรดพิจารณาความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้กับกรอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายละเอียดของกิจกรรม	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
1. ให้บรรยายลักษณะของใบไม้	ทักษะการสังเกต				
2. ให้ทำการวัดความกว้าง/ยาวของใบไม้ และระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด	ทักษะการวัด				
3. ให้แบ่งพวกใบไม้ โดยใช้เกณฑ์ที่ตนเองกำหนด	ทักษะการจำแนกประเภท				
4. ให้วาดรูปใบไม้	ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา				
5. ให้เปรียบเทียบจำนวนใบไม้ในกลุ่ม	ทักษะการใช้ตัวเลข				
6. ให้เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลลักษณะใบไม้ ออกแบบ	ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย				

รายละเอียดของกิจกรรม	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
เสนอข้อมูลผลไม่ตามรูปแบบที่เลือกไว้ และบรรยายลักษณะใบไม้	ข้อมูล				
7. ให้สรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นว่า ใบไม้กลุ่มใด/ชนิดใดเมื่อฉีกแล้ว น่าจะได้รอยฉีกที่เรียบ	ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล				
8. ให้สรุปว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่มีลักษณะการเรียงตัวของเส้นใบ ระบบราก กลีบดอก และข้อปล้องที่ลำต้น อย่างไร	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				

แบบฟอร์มการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ – โปรดพิจารณาความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง ข้างขึ้นข้างแรมและปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง

รายการที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระสำคัญ				
2. สาระสำคัญกับเนื้อหา				
3. กิจกรรมการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนตามกรอบตัวบ่งชี้				
3.1 กิจกรรมในขั้นสร้างความสนใจ				
3.2 กิจกรรมในขั้นสำรวจและค้นหา				
3.3 กิจกรรมในขั้นอธิบายและสรุป				
3.4 กิจกรรมในขั้นขยายความรู้				

3.5 กิจกรรมในชั้นประเมิน				
4. กิจกรรมกับรายการสื่อและแหล่งเรียนรู้				
5. การวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้				

โปรดพิจารณาความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้กับกรอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายละเอียดของกิจกรรม	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
1. ให้บรรยายการเปลี่ยนแปลงของดวงจันทร์ที่สังเกตใน 1 เดือน	ทักษะการสังเกต				
2. ให้จัดรูปแบบดวงจันทร์ตาม รูปร่าง ลักษณะของดวงจันทร์เป็นดวงจันทร์วันเพ็ญ ข้างขึ้น ข้างแรม และวันดับ	ทักษะการจำแนกประเภท				
3. ให้วาดรูปดวงจันทร์	ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา				
4. ให้บอกความแตกต่างของระดับน้ำทะเลต่ำสุดและสูงสุด	ทักษะการใช้ตัวเลข				
5. ให้เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลรูปร่าง และลักษณะ ของดวงจันทร์ ออกแบบเสนอข้อมูลดวงจันทร์ตาม	ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				

รายละเอียดของกิจกรรม	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
รูปแบบที่เลือกไว้ และบรรยายลักษณะ ดวงจันทร์ด้วยข้อความที่เหมาะสมจนสื่อ ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้					
6. ให้สรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นได้ว่า ระดับน้ำทะเลต่ำสุดและระดับน้ำทะเล สูงสุดสัมพันธ์กับรูปร่างและลักษณะของ ดวงจันทร์อย่างไร	ทักษะการลงความคิดเห็นจาก ข้อมูล				
7. ให้สรุปว่าช่วงเวลาใดระดับน้ำทะเล ต่ำสุด/สูงสุด	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป				