

Wp 196613

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องสารละลาย
เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นางสาวปริญดา สีถาห้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2563

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องสารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัย : นางสาวปริญดา สีถาล้า

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย จันทชุม)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรคคำ)

คณบดีคณะครุศาสตร์ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.กัญญรัตน์ สอนสุภาพ)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ดอกไม้)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ชนวัชร สมด้วง)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)

ชื่อเรื่อง : การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องสารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัย : นางสาวปริญดา สีถาล้า

ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.ชนวัชร สมด้วง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

ปีการศึกษา : 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสารละลาย 2) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญคือ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เครื่องมือวิจัยคือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ทั้งหมดเวลา 15 ชั่วโมง โดยออกแบบกิจกรรมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ระยะที่ 2 การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 26 ภาคเรียนที่ 1/2562 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 42 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือวิจัยคือ 1) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก ตามแนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS) ประเมิน 5 ด้าน ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายและลงข้อสรุป รวมทั้งหมด 50 ข้อ มีค่า IOC 0.60-1.00 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33-0.82 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.88 และ 2) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบรูปแบบรายงานเป็นแบบประเมินตามสภาพจริง ประเมินโดยการตรวจให้คะแนนจากรายงาน โครงงาน กำหนดระดับ

คะแนนแต่ละ รายการ 3 คะแนน มีค่า IOC 0.80-1.00 และมีดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน (RAI) เท่ากับ 0.83

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งหมด 15 ชั่วโมง สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีความเหมาะสมในแต่ละด้าน อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ($\bar{X} = 4.34 - 4.80$, S.D. = 0.45 - 0.55) 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีคะแนนสูงสุด ร้อยละ 74.60 ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.94) และด้านการตั้งสมมติฐานมีคะแนนต่ำสุด ร้อยละ 70.60 ($\bar{X} = 4.24$, S.D. = 0.82) เมื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยประเมินรายงานโครงงาน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 86.90 โดยคะแนนเฉลี่ยด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 92.86 ($\bar{X} = 2.79$, S.D. = 0.42) และด้านการตั้งสมมติฐานมีคะแนนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.16 ($\bar{X} = 2.40$, S.D. = 0.50) สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ได้จากการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

คำสำคัญ : โครงงานเป็นฐาน, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ, สารละลาย

Title : Project-Based Learning Activities on Solution to Develop Integrated Science Process Skills for the Eighth Grade Students

Author : Miss Parinda Shitala

Degree : Master of Education (Science Education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Dr. Thanawat Somtua
Assist. Prof. Natchanok Jansawang

Year : 2020

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop a project-based learning management plan on *Solutions* to enhance students' integrated science process skills and study the integrated science process skills of the eighth grade students via the project-based learning activities. The research was divided into 2 phases. Phase 1, project-based learning management plan development. The key informants were 5 experts. The research instruments was the 15-hour project-based learning activity plan. Phase 2, the study of eighth grade students' integrated science process skills. The target group was 42 students from the class 2/1 at Borabue Witthayakhan School, Borabue District, Maha Sarakham Province under Office of Educational Service Area Secondary School, Region 26 in semester 1 of 2019 academic year. The research instruments consisted of 1) a four multiple-choices science process skills test according to AAAS including formulating hypotheses, defining operationally, identifying, and controlling variables, experimenting, interpreting data, and making inferences with free content in science, totally 50 items. The IOC of the test were in the range of 0.60-1.00 with discrimination power (r) of 0.33-0.82 and reliability (KR-20) of 0.88. And 2) The Integrated Science Process Skill Evaluation Form of the project report with 3 rubrics scales. The IOC of the evaluation form were in the range of 0.80-1.00 with the Rater Agreement Index (RAI) of 0.83. The research revealed that 1) the qualities of project-based learning management plan for the eighth grade students was indicated at high to very high appropriateness level ($\bar{X} = 4.40 - 4.80$, $SD = 0.45-0.55$) in all aspects. 2) Students who studied via project-based learning activities on Solution showed scores of integrated scientific process skills regarding the defining operationally of work at the highest

score 74.60% 60 ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.94) and formulating hypothesis at the lowest score 70.60% ($\bar{X} = 4.24$, S.D. = 0.82). The students' integrated scientific process skills from the scoring criteria of the project report showed the average score of defining operationally at the highest score 92.86% ($\bar{X} = 2.79$, S.D. = 0.42) and the formulating hypothesis at the lowest score 80.16% ($\bar{X} = 2.40$, S.D. = 0.50) which congruent with the results from the multiple choices' science process skills test.

Keywords: Project-Based Learning; Integrated Scientific Process Skills; Solution



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ ดร.ธนวัชร สมตัว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ช่วยกระตุ้นให้ผู้วิจัยรักการทำงานและให้กำลังใจในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ อาจารย์ประจำหลักสูตร และให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ คุณครูพัชรินทร์ เทียบพิมพ์ คุณครูวารภรณ์ จิณานุกุลและคุณครูอารีวรรณ ขัตติยะวงศ์ ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ และ ข้อเสนอแนะต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ โรงเรียน คณะครูและนักเรียน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุน ในการศึกษาของผู้วิจัยมา โดยตลอด รวมทั้งบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวมาทั้งหมด ซึ่งมีส่วนให้วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายสุดนี้ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชา ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและให้กำลังใจตลอดเวลา ในการศึกษา

นางสาวปริญดา สีถาล้า

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม.....	8
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560).....	8
2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	18
2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	42
2.4 บริบทโรงเรียนบรบือวิทยาคาร.....	59
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	65
ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้	65
ระยะที่ 2 การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้.....	69
บทที่ 4 ผลการวิจัย	77
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอข้อมูลผลการวิจัย	77
4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอข้อมูลผลการวิจัย	77
4.3 ผลการวิจัย	78

หัวเรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	92
5.1 สรุป	92
5.2 อภิปรายผล	93
5.3 ข้อเสนอแนะ	97
บรรณานุกรม	99
ภาคผนวก	106
ภาคผนวก ก แผนจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	107
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย	144
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	159
ภาคผนวก ง คะแนนทดสอบ.....	171
ภาคผนวก จ หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ.....	174
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	180
ประวัติผู้วิจัย	181

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ตัวชี้วัดสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์กายภาพ ส่วนของ มาตรฐาน ว 2.1 ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 16
2.2	ประเภทของโครงการ จุดประสงค์ กิจกรรมของผู้เรียน และตัวอย่างโครงการ 25
2.3	พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 50
2.4	สรุปผลการประเมินคุณภาพภายนอกจำแนกเป็นรายมาตรฐานตามกฎกระทรวงฯ 60
3.1	ข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการจำแนกเป็นรายด้าน 70
4.1	วิเคราะห์แนวการสอนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน เรื่องสารละลาย 79
4.2	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ โครงงานเป็นฐานจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน 84
4.3	ร้อยละ คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย 88
4.4	ร้อยละ คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย 90
ค.1	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน 160
ค.2	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน 163
ค.3	ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 ข้อ 164
ค.4	วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 167
จ.1	คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน 172

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการจากแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	89
4.2	ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการจากแบบประเมิน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	91



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกล้วนแต่ให้ความสำคัญกับการศึกษาเป็นอย่างมาก เนื่องจากการศึกษาเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าประเทศเหล่านั้นมีการพัฒนาในทุก ๆ ด้าน การศึกษาช่วยพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณค่าและเป็นกลไกในการพัฒนาสังคมและประเทศ ให้เจริญก้าวหน้าได้อย่างมั่นคง แนวทางในการจัดการศึกษาเป็นปัจจัยหนึ่งในการส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นหลัก (Child Center) โดยมุ่งเน้นการมอบประสบการณ์ให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ โดยลดบทบาทของครูลง ให้เป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก ให้นักเรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้เพื่อแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและคอยสนับสนุนความต้องการของนักเรียน ด้วยเหตุนี้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์จึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทราบทั้งเนื้อหาความรู้และใช้ทักษะกระบวนการเป็นแนวทางในการนำไปสู่เป้าหมาย ซึ่งจะมีคุณค่าต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (จารุวรรณ เสียงไพเราะ, 2554, น. 1-15)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีสองประเภท ได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หมายถึงความรู้ในวิธีการหรือกระบวนการหาความรู้วิทยาศาสตร์ หรือวิถีทางที่นำไปสู่เป้าหมายของการได้มาซึ่งความรู้ นอกจากนี้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาสมรรถภาพของนักเรียน ทั้งในด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกจากจะต้องเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาแล้ว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะทำให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ด้วยเหตุนี้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์จึงควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ไปพร้อมกัน การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้ หรือแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้พัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนได้อย่างเต็มที่ (พรรณวิไล ชมจิต, 2560, น.61) ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็นสองประเภทได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการหรือขั้นสูง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานประกอบไปด้วย การสังเกต การจัดประเภท การวัด การใช้เลขจำนวน การสื่อความหมาย การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติและเวลา การพยากรณ์ การลงข้อวินิจฉัย และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบไปด้วย การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะเหล่านี้เป็นหัวใจสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นแหล่งที่จะทำให้ค้นพบข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องกระตุ้นทักษะต่าง ๆ เหล่านี้ให้เกิดแก่นักเรียน เพื่อนำไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (พรรณวิไล ชมจิต, 2560, น.61) ทั้งนี้การพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจะช่วยให้ นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ในวิชาอื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โรงเรียนบรบีวิทยาการ ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้ทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ของนักเรียน จึงได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของนักเรียนว่าต้องมีความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันและการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งเน้นการพัฒนานักเรียนให้สามารถเรียนรู้ตามมาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตามจากผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษารอบสาม ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) ผลการประเมินคุณภาพสถานศึกษาด้านผลการจัดการศึกษา พบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่สนใจรักการอ่าน ขาดความสนใจใฝ่รู้ และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง ขาดทักษะในด้านการคิด และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่ำกว่าระดับดี จึงเสนอแนะว่าควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้มาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีทักษะการคิดอย่างเป็นกระบวนการให้ถูกต้องและมากขึ้น จากกิจกรรม โครงการต่าง ๆ เช่น โครงการสำรวจ โครงการทดลอง โครงการเปรียบเทียบ อีกทั้งกิจกรรมการทดลอง โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน จดบันทึกผล นำผลมาเปรียบเทียบ และร่วมกันสรุปเป็นแนวคิดรวบยอดและควรจัดให้มีการรายงานด้วยวาจา เพื่อให้นักเรียนใช้ความคิดในด้านการสื่อภาษา เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ อีกทั้งยังได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ควรมีการออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ให้มีกิจกรรมอย่างหลากหลาย ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาสมองของนักเรียน รวมทั้งการใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ สร้างแรงจูงใจและใช้สื่อนวัตกรรมที่ทำให้กระบวนการเรียนการสอนน่าสนใจ

มากยิ่งขึ้นและใช้วิธีการสอนที่หลากหลายที่จะมีส่วนพัฒนาการจัดการเรียนการสอน (สำนักงาน
รับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2558, น.1-6)

จากการศึกษาพบว่าวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน สามารถทำได้
หลากหลายวิธี อาทิ วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน แบบหน่วย แบบอุปนัย แบบนิรนัย แบบ
แก้ปัญหาด้วยตนเอง แบบแก้ปัญหา และ วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (พิทยา ภาวะเจดีย์, 2545,
น. 51) เป็นต้น การเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) เป็นการจัดการ
เรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญอีกวิธีการหนึ่ง โดยเน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันเลือกทำในสิ่งที่ตนเอง
สนใจ โดยร่วมกันสำรวจ ตรวจสอบสังเกต กำหนดเรื่องที่ตนสนใจ รวมทั้งวางแผนในการทำ
โครงงานร่วมกัน ศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็นและลงมือปฏิบัติงานตามที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบ
หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ตลอดจนทำรายงานและนำเสนอ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี (2546, น.1) ระบุว่าโครงงานวิทยาศาสตร์จะเป็นเทคนิคหนึ่งที่จะช่วยให้การปฏิรูป
การเรียนรู้ เน้นนักเรียนเป็นสำคัญที่สุดเพื่อให้บังเกิดผลสูงสุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้
โดยโครงงานวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจได้อย่างลึกซึ้ง มีระบบ
เป็นขั้นตอนและต่อเนื่องอย่างเต็มศักยภาพด้วยการปฏิบัติจริง นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วย
ตนเองจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายภายใต้คำแนะนำของครูที่ปรึกษา เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะ
ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีขั้นตอน
การจัดการกิจกรรม ได้แก่ ขั้นตอนกำหนดหัวข้อปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด ขั้นศึกษาทฤษฎี หลักการ รวมถึง
แนวคิดสนับสนุนเรื่องที่น่าสนใจทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ขั้นพัฒนาโครงการทำโครงงาน
วิทยาศาสตร์หรือวางแผนปฏิบัติงาน ขั้นปฏิบัติตามขั้นตอนโครงงานทำโครงงานวิทยาศาสตร์จนได้
ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ขึ้นเขียนรายงานโครงงาน และขึ้นเผยแพร่โครงงานวิทยาศาสตร์สู่
ชุมชนและสาธารณะ (พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์และเพชรวิทย์ ยินดีสุข. 2548, น.85-87) จากการศึกษ
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมความพึง
พอใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (สมหวัง อินทรไชย, 2545, น. 61) ช่วยพัฒนาเจตคติ
(ประเวศ วะสี, 2530, น.48; มาริยะห์ มะแข็ง, 2556, น.123) ช่วยพัฒนานักเรียนให้เกิดคุณลักษณะ
นิสัยในการทำงานอย่างเป็นระบบได้เป็นอย่างดี (ประเวศ วะสี, 2530, น.48) ช่วยพัฒนาทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ปวัลย์รัตน์ สุวรรณโคตร, 2559, น.11) ช่วยให้นักเรียนสามารถ
ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ทำให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและ
รู้จักนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา จึงเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ได้ครบถ้วนยิ่งขึ้นกว่าการเรียน

จากกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ อีกทั้งยังช่วยให้เข้าใจลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น (ปวิชัยรัตน์ สุวรรณ โคตร, 2559, น.11)

จากความสำคัญของปัญหา และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงาน เป็นฐานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการข้างต้นที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงมีความ สนใจการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน สามารถเรียนรู้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองในเรื่องที่นักเรียนสนใจ และสามารถใช้ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการทำโครงงานเพื่อให้บรรลุตาม วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สารละลาย

1.2.2 เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

1. ขอบเขตด้านผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญในการประเมินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน ประเมินการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

2.1 เอกสาร ตำรา รายงานการวิจัยเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัด การเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาตามโครงสร้างของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 ตัวชี้วัดที่ 4-6 เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. ขอบเขตด้านเวลา

ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสาร ตำรา รายงานการวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และนำส่งเครื่องมือในการวิจัย เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาคุณภาพความเหมาะสมของเครื่องมือ โดยใช้เวลา 1 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2562 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2562

ระยะที่ 2 การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้

1. ขอบเขตด้านกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวนนักเรียน 42 คน ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 26 โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาตามโครงสร้างของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 ตัวชี้วัดที่ 4-6 เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. ขอบเขตด้านเวลา

การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการดำเนินการเรียนรู้ จำนวน 5 สัปดาห์ รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

4.2 ตัวแปรตาม คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

“กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน” (Project-Based Learning) หมายถึง การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้เลือกเรื่องที่ต้องการที่จะศึกษาด้วยตนเอง โดยจะมีครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ที่เกิดจากตัวนักเรียนเอง และนำไปสู่การลงมือปฏิบัติงานจริง ร่วมกันนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยน

เรียนรู้ความคิดค้น และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ทั้งหมด การวิจัยครั้งนี้เลือกใช้โครงการประเภทการทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด เป็นขั้นการจัดกิจกรรมที่ใช้ในการค้นหาปัญหา โดยใช้ตัวอย่างโครงการเพื่อฝึกฝนนักเรียนให้รู้จักการหาสาเหตุของปัญหา จากนั้นค้นหาปัญหาในชีวิตประจำวันมาร่วมกันอภิปรายหาทางแก้ไขปัญหาเพื่อหาหัวข้อการทำโครงการ

ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาทฤษฎี หลักการ สนับสนุนเรื่องที่น่าสนใจทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามบทปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในการทำโครงการ จากใบกิจกรรมที่จะฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นพัฒนาโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือแผนปฏิบัติงาน เป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนการดำเนินงานแก้ไขปัญหามาตามหัวข้อที่ได้เลือกไว้ กำหนดจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า กำหนดสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์

ขั้นที่ 4 ขั้นปฏิบัติตามโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่รับผิดชอบให้สมาชิกในกลุ่มปฏิบัติโครงการ บันทึกผล อภิปราย วิเคราะห์ สรุปผลการทดลอง

ขั้นที่ 5 ขั้นเขียนรายงานโครงการ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานโครงการในหัวข้อที่สนใจ โดยองค์ประกอบประกอบด้วย ที่มาและความสำคัญ จุดมุ่งหมายของการศึกษา สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี วิธีการทดลอง บันทึกภาพการทดลอง ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และเอกสารอ้างอิง

ขั้นที่ 6 ขั้นเผยแพร่โครงการวิทยาศาสตร์สู่ชุมชน เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการดำเนินงาน เรื่อง สารละลาย ด้วยการจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบที่เลือก เพื่อสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้จากผลการดำเนินงานของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันอภิปราย วิเคราะห์ถึงสาระความรู้ เรื่อง สารละลาย นักเรียนช่วยกันเพิ่มเติมในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยมีครูช่วยแนะนำตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่สังเคราะห์ขึ้น

“ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ” หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนกระบวนการแสวงหาความรู้หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง มาใช้ในการแก้ไขปัญหามีการลงมือปฏิบัติงานเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่ว ได้แก่

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นการตั้งคำถามหรือคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง เพื่ออธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไร

2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นการบ่งชี้และกำหนดลักษณะตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมซึ่งตัวแปรต้นคือสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลหรือสิ่งที่ต้องการทดลอง เพื่อให้ทราบว่าเป็นสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นหรือไม่ ตัวแปรตามคือผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้นในการทดลอง ส่วนตัวแปรควบคุมคือปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่อาจส่งผลต่อการทดลองที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันหรือคงที่

3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนด อธิบายความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหรือการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล

4. ทักษะการทดลอง เป็นกระบวนการปฏิบัติ และทำซ้ำในขั้นตอนเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐาน

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปได้ เป็นการแปรความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งอาจใช้ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ และทักษะอื่น ๆ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ สรุปผลความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสรุปประเด็นสำคัญที่ได้จากการทดลองหรือศึกษา

ซึ่งผู้วิจัยประเมิน โดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ รวม 60 นาที และแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากรายงานโครงการงาน โดยใช้เกณฑ์การประเมิน 3 ระดับ ปรับปรุงจาก เนตรชนก จันทร์สว่าง (2548, น. 87) ที่พัฒนาตามกรอบแนวคิดของ Germann, Aram and Burke (1996, p. 102)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นแนวทางในการวางแผนพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานบูรณาการเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สารละลาย

1.5.2 เป็นแนวทางในการนำไปไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในทุกระดับ และแต่ละบริบทโรงเรียน

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
2. การจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. บริบทโรงเรียนบรบือวิทยาคาร
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

2.1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการเรียนต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4)

2.1.2 หลักการ

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, น. 4) ได้กล่าวถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนานักเรียนและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐาน ของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2.1.3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 น. 5)

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคม อย่างมีความสุข

2.1.4 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 6-7)

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูล

ข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิด สังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การ สร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและ อุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูล สารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดย คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลง ของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อ ตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

2.1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทย และพลเมืองโลก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 7)

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย

8. มีจิตสาธารณะ

2.1.6 คุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ระบุคุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไว้ดังนี้(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 7)

1. เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

3. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี

4. เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่งผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

5. เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สัมผัสการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

6. เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

7. เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิสที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้า

ในมหาสมุทรและผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกรวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

8. เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

9. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

10. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกว่าวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

11. วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

12. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

13. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

14. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

15. ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

17. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะทรัพยากร เพื่อออกแบบสร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

18. ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่นมาประยุกต์ใช้สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิตอาชีพ สังคมวัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

2.1.7 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ได้

กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี และได้แยกเนื้อหาวิชาเรียนเป็นสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหาการจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มี การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1)

2.1.7.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 3)

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.1.7.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งคือ สาระการเรียนรู้พื้นฐาน 4 สาระ และส่วนที่สองคือ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม 4 สาระ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.1)

2.1.7.3 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

2.1.7.4 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระที่ 5 ชีววิทยา

สาระที่ 6 เคมี

สาระที่ 7 ฟิสิกส์

สาระที่ 8 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

จากที่กล่าวมาผู้วิจัยมีความสนใจในการทำวิจัยในส่วนของสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ส่วนของ มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติ ของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีในเรื่อง สารละลาย เพราะในชีวิตประจำวันเราจะต้องเกี่ยวข้องกับสารละลายหลายชนิด เช่น สารปรุงรสอาหาร สารแต่งสีอาหาร สารทำความสะอาด สารกำจัดแมลงซึ่งสารละลายแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน จึงถูกนำมาใช้ในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าจะมีประโยชน์ต่อนักเรียนอย่างมาก

ตารางที่ 2.1

ตัวชี้วัดสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์กายภาพ ส่วนของ มาตรฐาน ว 2.1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
(กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.48-49)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
4. ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบายผลของชนิดตัวละลายชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร รวมทั้ง อธิบายผลของความดัน ที่มีต่อสภาพละลายได้ ของสาร โดยใช้สารสนเทศ	<p>- สารละลายอาจมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สารละลายประกอบด้วยตัวทำละลาย และตัวละลาย กรณีสารละลายเกิดจากสารที่มี สถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากที่สุดจัดเป็น ตัวทำละลาย กรณีสารละลายเกิดจากสารที่มีสถานะ ต่างกัน สารที่มีสถานะเดียวกันกับ สารละลายจัดเป็นตัวทำละลาย</p> <p>- สารละลายที่ตัวละลายไม่สามารถละลายในตัวทำละลายได้อีกที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ เรียกว่า สารละลายอิ่มตัว</p> <p>- สภาพละลายได้ของสารในตัวทำละลาย เป็นค่าที่ บอกปริมาณของสารที่ละลายได้ในตัวทำละลาย 100 กรัมจนได้ สารละลายอิ่มตัว ณอุณหภูมิ และความดันหนึ่ง ๆ</p> <p>-สภาพละลายได้ของสารบ่งบอกความสามารถในการละลายได้ของตัวละลายในตัวทำละลาย ซึ่งความสามารถในการละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายและตัวละลาย อุณหภูมิ และความดัน</p> <p>สารชนิดหนึ่ง ๆ มีสภาพละลายได้แตกต่างกันในตัวทำละลายที่แตกต่างกันและสารต่างชนิดกัน มีสภาพละลายได้ในตัวทำละลายหนึ่ง ๆ ไม่เท่ากัน</p>

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>5. ระบุปริมาณตัวละลายในสารละลายในหน่วยเข้มข้นเป็นร้อยละปริมาตรความต่อปริมาตรมวลต่อมวลและมวลต่อปริมาตร</p>	<ul style="list-style-type: none"> - เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสารส่วนมากสภาพละลายได้ของสารจะเพิ่มขึ้นยกเว้นแก๊สเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสภาพการละลายได้จะลดลง ส่วนความดันมีผลต่อแก๊สโดยเมื่อความดันเพิ่มขึ้นสภาพละลายได้จะสูงขึ้น - ความรู้เกี่ยวกับสภาพละลายได้ของสาร เมื่อเปลี่ยนแปลงชนิดตัวละลายตัวทำละลายและอุณหภูมิสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การทำน้ำเชื่อมเข้มข้น การสกัดสารออกจากสมุนไพรให้ได้ปริมาณมากที่สุด - ความเข้มข้นของสารละลาย เป็นการระบุปริมาณ ตัวละลายในสารละลายหน่วยความเข้มข้น มีหลายหน่วยที่นิยมระบุเป็นหน่วยเป็นร้อยละปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร
<p>6.ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารไปใช้ โดยยกตัวอย่างการใช้สารละลายในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร เป็นการระบุ ปริมาตรตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วย ปริมาตรเดียวกันนิยมใช้กับสารละลายที่เป็น ของเหลวหรือแก๊ส - ร้อยละโดยมวลต่อมวล เป็นการระบุมวล ตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน นิยมใช้กับสารละลายที่มีสถานะเป็นของแข็ง - ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเป็นการระบุมวลตัวละลายในสารละลาย - ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเป็นการระบุมวลตัวละลายในสารละลาย100 หน่วยปริมาตรนิยมใช้กับสารละลายที่มีตัวละลายเป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว - การใช้สารละลายในชีวิตประจำวันควรพิจารณา จากความเข้มข้นของสารละลายขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการทำงาน และผลกระทบต่อ สิ่งชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ในภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

นักวิชาการจำนวนมากมีการใช้คำที่หลากหลายจากความหมายของโครงงานเป็นฐาน หรือ Project-Based learning ว่าเป็น การเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน แต่ในการวิจัยในครั้งนี้ใช้คำว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยนักวิชาการ แต่ละท่านได้ให้ความหมายว่าโครงงานไว้ดังนี้

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554, น. 97) กล่าวว่าไว้ว่า โครงงานเป็นฐานเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้เลือกเรื่องที่ต้องการที่จะศึกษาด้วยตนเอง กำหนดประเด็นปัญหาขึ้นตามความสนใจ ใช้กระบวนการแก้ไขปัญหาในการศึกษาความรู้และนำเสนอผลการศึกษาดำเนินการตามวิธีการของตนเองอย่างเป็นขั้นตอน การสอนแบบโครงงานเป็นการสอนให้นักเรียนรู้จักวิธีการทำโครงงานการวิจัยเล็ก ๆ ผู้ลงมือ

ปฏิบัติพัฒนาความรู้ทักษะและสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555, น. 343) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Method) ไว้ว่า เป็นการสอนที่ให้โอกาสนักเรียนได้วางโครงงานและดำเนินการให้สำเร็จตามความมุ่งหมายของโครงงานนั้น อาจเป็นโครงงานที่จัดทำเป็นหมู่หรือคนเดียวก็ได้ นักเรียนจะมีส่วนรับผิดชอบในการทำงานนั้นด้วยตนเอง ลักษณะการสอนคล้ายตามสภาพจริงของสังคม เป็นการท างานที่เริ่มต้นด้วยปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาโดยลงมือทดลองปฏิบัติจริง

ทิตนา แคมมณี (2556, น. 139) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นหลักไว้ว่า เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็น และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ทั้งหมด

สุคนธ์ สิ้นทพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร (2556, น. 155) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ว่าเป็นวิธีการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้ากระทำในสิ่งที่ตนสนใจและเป็นผู้วางแผนการทำงานได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาหรือเสนอแนะแนวทาง นักเรียนจะต้องฝึกฝนกระบวนการทำงานอย่างมีขั้นตอน คือ วางแผนการ

ดำเนินงาน ด้วยการเขียนโครงการ เสนอครู เมื่อได้รับการอนุมัติก็จะดำเนินงานตามแผน เก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปแผนการดำเนินงานและรายงานผลการปฏิบัติงาน รายงานสภาพปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไข

คุชฎี โยเหลา (2557, น.19-20) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจ ที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการ ทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟัง และการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่ จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงการ และได้ผลการจัดกิจกรรมเป็น ผลงานแบบรูปธรรม

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2557, น. 71) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนแบบ โครงการเป็นฐาน ไว้ว่า มีลักษณะกระบวนการที่ใช้ในการสอนเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น กระบวนการวิจัย โดยบทบาทครูจะเป็นที่ปรึกษา บทบาทนักเรียนจะเป็นผู้แก้ปัญหาและสร้าง ความรู้ ผลผลิต และสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้เกิดขึ้น

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) คือ การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้เลือกเรื่องที่ต้องการ ที่จะศึกษาด้วยตนเอง โดยจะมีครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใน การเรียนรู้ที่เกิดจากตัว นักเรียนเอง และนำไปสู่การลงมือปฏิบัติงานจริงร่วมกันนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมด อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดค้น และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ทั้งหมด

2.2.2 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ หรือการค้นคว้าหา คำตอบในสิ่งที่นักเรียนอยากรู้หรือสงสัยด้วยวิธีการต่าง ๆ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เลือกศึกษา ตามความสนใจของตนเองหรือของ กลุ่มเป็นการตัดสินใจร่วมกัน จนได้ชิ้นงานที่สามารถนำผล การศึกษาไปใช้ได้ในชีวิตจริง การเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิค หลากหลายรูปแบบนำมาผสมผสานกัน แนวคิดเกี่ยวกับการนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ แบบโครงการเป็นฐาน ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2541, น. 25) ได้สรุปแนวคิดของ การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน มีความสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองไว้ ว่า การสร้างองค์ความรู้เป็นเรื่องเกี่ยวกับกิจกรรมทางกลไกและ กล้ามเนื้อที่เป็นรากฐานของ การปฏิบัติการณ์ของสมอง การเจริญงอกงามทางสติปัญญาเป็นผลมาจาก การปะทะสังสรรค์ (Interaction) กับสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการพัฒนาได้เช่นเดียวกับการพัฒนา ร่างกายและจะพัฒนาถึง

จิตศูดในระยยะวัยรุน Vygotsky นักจิตวิทยาชาวรัสเซีย และ Piaget นักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุททนิยม (Cognitivism) ให้ความสนใจศึกษาเรื่อง พัฒนาการทางเชาว์ปัญญา กระบวนการรู้คิดหรือกระบวนการทางปัญญา โดยที่กระบวนการรู้คิด หมายถึง กระบวนการของสมองในการปรับเปลี่ยนลด ตัดทอน ขยาย จัดเก็บและใช้ข้อมูลที่ได้รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส การบอกความหมายของสิ่งที่ได้รับรู้สิ่งเดียวกันสำหรับแต่ละคนย่อมต่างกันเนื่องจากการมีประสบการณ์ที่แตกต่างกัน แนวคิดดังกล่าวเป็นรากฐานสำคัญของทฤษฎี การสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยให้ความสำคัญของกระบวนการและวิธีการเรียนรู้ของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ เชื่อว่าการสร้างความรู้เป็นกระบวนการทั้งทาง ด้านสติปัญญาและสังคม การเรียนรู้เป็นเรื่องเฉพาะตัว การตีความหมายของสิ่งที่เรียนรู้เป็น ไปตามประสบการณ์เดิม ความเชื่อ ความสนใจและภูมิหลัง ฯลฯ

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556, น.32-33) ได้อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานว่านักเรียนจะพัฒนาความสามารถทางการรู้คิด (Cognitive abilities) ทฤษฎีพัฒนาการที่จะเน้นจุดดังกล่าวเพราะว่าเป็นพื้นฐานหลักสำหรับ วิธีการทาง Cognitive Constructivism ทางด้านการจัดการเรียนรู้มีแนวคิดว่ มนุษย์เรา ต้อง “สร้าง” (Construct) ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางประสบการณ์ ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้ จะกระตุ้นให้นักเรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา บทบาทของครูในห้องเรียน ตามแนวคิดของเพียเจต์ บทบาทที่สำคัญคือการจัดเตรียมสิ่งแวดล้อมที่ให้นักเรียน ได้สำรวจ ค้นหาตามธรรมชาติห้องเรียนควรเตรียมสิ่งที่น่าสนใจที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วย ตนเองอย่างต้นตัว

สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา (2559, น.2) ได้อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานว่าเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง กับการแสวงหาความรู้การใช้กระบวนการคิดและทักษะในการแก้ปัญหา นักเรียนจะเรียนรู้โดยสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยใช้โครงการเป็นฐาน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ นักเรียนต้องศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหาเพื่อสร้างผลงานหรือชิ้นงาน เป็นการฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการกระทำเพื่อสร้างองค์ความรู้ที่ถาวรด้วยตัวนักเรียนเอง ทั้งนี้ นักเรียนอาจทำเป็นกลุ่มเล็กหรือเป็นกลุ่มใหญ่ก็ได้ ซึ่งจะเป็นการฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะการทำงาน เป็นทีม ได้ร่วมมือร่วมใจในการทำงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่มและเกิดผลสำเร็จร่วมกัน

จากแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานมีกรอบที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง สร้างความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของ

ตนเองและมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น มีการแสวงหาความรู้ ความคิด รวมไปถึงการแก้ปัญหา เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยใช้โครงการเป็นฐาน นักเรียนต้องศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ปฏิบัติ และแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการกระทำเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2.2.3 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2550, น. 84) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ว่า ทำให้นักเรียนได้เลือกเรื่องหรือประเด็นที่จ้องการศึกษาด้วยตนเอง มีการเลือก และหาวิธีการ ตลอดจนแหล่งการเรียนรู้เอง เป็นวิธีการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลึกซึ้ง มีระบบ ขั้นตอนและต่อเนื่อง นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

ลัดดา ภูเกียรติ (2552, น. 53) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสอนแบบโครงการเป็นฐาน ว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อและหลักการปฏิรูป กระบวนการเรียนรู้ คือต้องเชื่อมั่นในศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียน ภายใต้หลักการจัดการเรียนรู้ ที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนเลือกประเด็น หรือปัญหาที่ต้องการศึกษาด้วยตนเอง นักเรียน จะได้เลือกวิธีการแสวงหาวิธีการ ตลอดจนแหล่งข้อมูลต่าง ๆ อย่างหลากหลายด้วยตนเอง นักเรียน เป็นผู้ลงมือปฏิบัติ เรียนรู้และค้นคว้าด้วยตนเอง นักเรียนสามารถบูรณาการทักษะ ประสบการณ์ ความรู้และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ตามสภาพจริงได้ นักเรียนเป็นผู้สรุปข้อค้นพบ หรือสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น และนักเรียนได้นำความรู้ ข้อค้นพบไปใช้ใน ชีวิตจริง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555, น. 344) ได้กล่าวถึงคุณค่าของการสอนแบบโครงการเป็น ฐาน ว่าการสอนแบบโครงการเป็นฐาน เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะในการปฏิบัติงาน ทำให้นักเรียนรู้จักวิธีการทำงานอย่างมีระบบและแผนงานที่ดี นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝน กระบวนการในการค้นหาความรู้ เกิดความคิดสร้างสรรค์และ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิต จริงในแง่ของการทำงานอย่างมีระบบและผลผลิตที่ได้จากโครงการเป็นฐาน

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ พเยาว์ อินดีสุข และราชน มีศรี (2556, น. 18-19) ได้กล่าวถึง คุณค่าของการสอนคิดด้วยโครงการเป็นฐาน สรุปได้ว่า การสอนคิดด้วยโครงการเป็นฐาน เป็นการ จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ส่งผลให้เกิดการพัฒนาพหุปัญญา พัฒนาสมองซีกซ้ายและขวา พัฒนานักเรียนเชิงรุก พัฒนาสมรรถนะทางการคิดและพัฒนาหลักฐานที่แสดงความเข้าใจอย่าง คงทน ซึ่งเป็นความเข้าใจอย่างลึกซึ้งที่สามารถนำความรู้ไปใช้ไปประยุกต์ สรุปแล้วเป็นการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย

สุคนธ์ สนิธพานนท์ และจินตนา วีรเกียรติสุนทร (2556, น. 157) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ว่าทำให้นักเรียนรู้จักทำงานเป็นทีม

นักเรียนจะต้องเรียนรู้ซึ่งกันและกัน รู้จักความสามารถ ความถนัด ความสนใจของเพื่อนร่วมงาน เรียนรู้การทำงานกลุ่ม เรียนรู้การอยู่ร่วมกันอย่างเป็นประชาธิปไตย รู้จักให้อภัยซึ่งกันและกัน ได้มีการพัฒนาทักษะการคิด เช่น รู้จักการคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดประเมินค่า คิดวินิจฉัย และเรียนรู้ควบคู่ไปกับกระบวนการ มีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เป็นไปอย่างอิสระ ความความถนัดและความสนใจของนักเรียน

อัญชลี ทองแถม (2561, น. 196-197) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning - PBL) ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้ปัญหาจริงเป็นการเรียนรู้และวิธีแสวงหาความรู้บนพื้นฐานแนวคิดของ John Dewey ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการปฏิบัติจริง (Learning by Doing) จะประกอบด้วย การรู้ (Knowing) และ การลงมือกระทำ (Doing) ความรู้และความสามารถในการใช้ความรู้ นั้น ๆ เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ในการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่แล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม โดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ไขปัญหา พัฒนาทักษะในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วิธีการจัดการเรียนการสอน ครูจะมอบหมายให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อทุกคนได้ช่วยกันแก้ไขปัญหา ค้นคว้า และอาจเป็นการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง พร้อมนำเสนอผลงานของกลุ่ม ทั้งนี้ครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำ (Facilitator) การเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานเป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละคนให้ได้รับการพัฒนาได้เต็มความสามารถที่มีอยู่

จากความสำคัญดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) นั้นจะทำให้ นักศึกษาได้ฝึกฝนทักษะในการปฏิบัติงาน ได้รู้จักฐานการทำงานเป็นทีม และการทำงานอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน อีกทั้งยังได้ฝึกการคิดสร้างสรรค์และการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยเฉพาะการทำโครงการเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะทำให้ นักศึกษาได้สังเกตเห็นและค้นพบปัญหาในชีวิตประจำวันและสามารถหาวิธีการแก้ไขปัญหาและสามารถสร้างสรรค์พัฒนาวิทยาศาสตร์มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

2.2.3 ประเภทของโครงการเป็นฐาน

ทิมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2553, น. 1-4) ได้แบ่งโครงการวิทยาศาสตร์เป็น 4 ประเภท ประกอบด้วย โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล โครงการประเภทการทดลอง โครงการประเภทตั้งประดิษฐ์ และ โครงการประเภททฤษฎี มีรายละเอียดดังนี้

1. โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล เป็นการสำรวจรวบรวมข้อมูลบางอย่างแล้วนำมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด เพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์หรือลักษณะที่ชัดเจนโครงการประเภทนี้ไม่กำหนดตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเก็บข้อมูลภาคสนามโดยไม่

ต้องนำตัวอย่างเข้ามาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การเก็บข้อมูลภาคสนามแล้วนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และการจำลองห้องปฏิบัติการเลียนแบบธรรมชาติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างที่ต้องการ

2. โครงการประเภทการทดลอง เป็นโครงการที่มีลักษณะการออกแบบการทดลอง มีการตั้งปัญหา กำหนดสมมุติฐาน จุดมุ่งหมาย วิธีการดำเนินการ การออกแบบการทดลอง โคนมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้น นำไปสู่การแปรผลและสรุปผล มีขั้นตอนคือ 1) การกำหนดปัญหา จากคำถามหรือความสนใจ 2) การตั้งสมมุติฐาน เป็นการทำนายหรือคาดคะเนผลการทดลองหรือคำตอบของตัวแปรที่ศึกษา โดยบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม 3) การกำหนดวิธีการดำเนินงาน เป็นการระบุกิจกรรมที่ต้องทำตามลำดับก่อนหลัง เพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่องและถูกต้อง ประกอบด้วย การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา การสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล 4) ผลการศึกษา เป็นการนำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลอง ต่าง ๆ ที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 5) สรุปและเสนอแนะ เป็นการอธิบายผลสรุปที่ได้จากการทำโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมุติฐาน ควรระบุด้วยว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐานหรือไม่

3. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการทางวิทยาศาสตร์ มาประยุกต์เป็นอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ หรือปรับปรุงดัดแปลงสิ่งเดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

4. โครงการประเภททฤษฎี เป็นการรวบรวมข้อมูล หลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ อาจเสนอเป็นแนวคิดใหม่หรือขยายแนวความคิดจากคำอธิบายเดิมก็ได้

พิมพ์พันธ์ เศษะคุปต์ และคณะ (2553, น.28-29) กล่าวว่า แบ่งโครงการตามเกณฑ์ของผลที่ได้ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. โครงการสำรวจ เป็นการสำรวจความรู้ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติหรือสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เป็นประเด็นคำถามแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นมาจำแนกให้เป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ อย่างมีแบบแผน เพื่อให้เห็นถึงลักษณะหรือความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โครงการประเภทนี้นักเรียน จะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การสอบถาม การสัมภาษณ์ สำรวจ โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แบบสังเกต แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึก ฯลฯ

2. โครงการทดลอง เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อมีการทดลองสิ่งที่จัดกระทำขึ้นคือ ตัวแปรต้น เพื่อศึกษาว่าจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาหรือตัวแปรตามอย่างไร โดยมีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ

3. โครงการประดิษฐ์ เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์คือ การนำความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียนการทำงาน หรือการใช้สอยอื่น ๆ การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงการนี้อาจเป็นการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ โดยที่ยังไม่มีใครทำ หรืออาจเป็นการปรับปรุง และดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ รวมทั้งการสร้างแบบจำลองต่าง ๆ

อารมณ์ ใจเที่ยง (2553, น. 133-135) ได้เสนอ ประเภทของโครงการที่นักเรียนจะปฏิบัติในแต่ละระดับ อาจจัดแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 4 ประเภท ตามลักษณะของการปฏิบัติได้ดังนี้

1. โครงการที่เป็นการสำรวจ รวบรวมข้อมูล
2. โครงการที่เป็นการค้นคว้า ทดลอง
3. โครงการที่เป็นการศึกษา ความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดใหม่
4. โครงการที่เป็นการประดิษฐ์คิดค้น

ตารางที่ 2.2

ประเภทของโครงการ จุดประสงค์ กิจกรรมของนักเรียน และตัวอย่างโครงการ

ประเภท	จุดประสงค์	กิจกรรมของนักเรียน	ตัวอย่างโครงการ
1. โครงการที่เป็นการสำรวจรวบรวมข้อมูล	เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่างๆอย่างมีระบบ	นักเรียนจะต้องไปศึกษารวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เช่น สอบถามสัมภาษณ์สำรวจโดยใช้เครื่องมือ เช่น แบบสอบถามแบบสัมภาษณ์แบบบันทึก ฯลฯ	- การสำรวจประชากรพืช สัตว์ หินแร่ ฯลฯ ในชุมชน - การสำรวจพื้นที่ที่ต้องการเกี่ยวกับอาชีพชุมชนการใช้ภาษาในหน้าหนังสือพิมพ์
2. โครงการที่เป็นการค้นคว้าทดลอง	เพื่อศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ โดยการออกแบบโครงการในรูปของการทดลองเพื่อศึกษาว่าตัวแปรหนึ่งจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้าง ด้วยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้	การทำโครงการประเภทนี้จะ มี ขั้นตอน การ ค ำ เ นื น ง ำ น ประกอบด้วยการ กำหนดปัญหา การ วัด ตู ปร ะ ส ง ค์ หรือ ส ม มู ติ ร ฐ ำ น การ ออกแบบทดลอง การ รวบรวมข้อมูล การ ค ำ เ นื น ง ำ น ทดลอง การ แปรผลและสรุปผล การทดลอง	- การปลูกพืชสวนครัว โดยไม่ใช้ดิน - การเก็บถั่วงอกให้สุดและขาว - ไข่เค็มสูตรใหม่ - ยากันยุงจากพืชสมุนไพร ฯลฯ

(ต่อ)

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ประเภท	จุดประสงค์	กิจกรรมของนักเรียน	ตัวอย่างโครงการ
3. โครงการที่เป็น การศึกษาความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือ แนวคิดใหม่	เพื่อเสนอความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ ๆ เกี่ยวกับ เรื่องใด เรื่องหนึ่งที่ยังไม่มี ใครคิดมาก่อน ดังนั้นแนวคิดใหม่ ที่ทำจำเป็นต้องการศึกษาค้นคว้า หาข้อมูล มีการ พิสูจน์ ทดลอง และ ทดสอบอย่างมี ระบบ ระเบียบ เพื่อ ความถูกต้องและ ความน่าเชื่อถือได้	นักเรียนต้องมีการศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลมา ประกอบอย่างลึกซึ้ง และมีการดำเนินงานที่ เป็นระบบระเบียบ เพื่อให้ได้ความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิด ใหม่ ๆ ที่ถูกต้อง	- เทคนิคการแก้โจทย์ ปัญหา - อาหารเพื่อสุขภาพ - วัฒนธรรมพื้นบ้าน - ระบบนิเวศป่าชายเลน ฯลฯ
4. โครงการที่เป็นการ ประดิษฐ์คิดค้น	เพื่อนำเอาความรู้ ทฤษฎีหลักการ หรือ แ น ว คิ ด ม า ประยุกต์ใช้ โดยการ ประดิษฐ์ เป็น เครื่องมือเครื่องใช้ ต่าง ๆ เพื่อ ประโยชน์ในการ เรียนการทำงาน หรือการใช้สอย	การประดิษฐ์คิดค้นตาม โครงการนี้ อาจเป็นการ ประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่โดย ที่ยังไม่มีใครทำหรือ อาจเป็นการปรับปรุง หรือดัดแปลงของเดิมที่ มีอยู่แล้ว ให้ มี ประสิทธิภาพสูงขึ้น กว่าเดิม การประดิษฐ์ คิดค้นนี้จะครอบคลุม	- เครื่องกรองดักไขมัน - เครื่องสีข้าวกล้อง - เครื่องกรองน้ำโดย วัสดุธรรมชาติ - การทำ Home page ฯลฯ

สุคนธ์ สิ้นพานนท์และจินตนา วีรเกียรติสุนทร (2556, น. 155-156) ได้แบ่งประเภทของโครงการ เป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. โครงการแบบสำรวจข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลเรื่องที่กำลังศึกษาเพื่อนำมาพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น
2. โครงการประเภททฤษฎี หลักการ แนวคิด การศึกษา และการทดลอง เป็นการศึกษาค้นคว้าโดยการแสวงหาข้อมูลจากแหล่งวิทยาการ เช่น จากห้องสมุด จากแหล่งประกอบการ ฯลฯ เพื่อฝึกฝนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้ที่ได้รับโดยตรงจากตำราต่าง ๆ หรือการทดลอง เพื่อตรวจสอบกับทฤษฎี กฎ หลักข้อเท็จจริง หรือข้อสงสัยบางประการ
3. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ โครงการประเภทนี้ มีจุดประสงค์เพื่อการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์จากการสังเกต การวิเคราะห์ระบบการทำงานสิ่งของเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน
4. โครงการพัฒนาชิ้นงาน เป็นโครงการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดแนวคิด หรือพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ที่มี อยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพ ใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น จุดประสงค์เพื่อเสริมสร้างแนวคิดสร้างสรรค์จากการสังเกต การคิดวิเคราะห์ระบบการทำงานสิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาหรือสร้างงานใหม่ จัดระบบงานใหม่

จากโครงการแต่ละประเภทดังกล่าวมา จึงสรุปได้ว่า โครงการ แบ่งเป็น 4 ประเภทได้แก่ โครงการแบบสำรวจข้อมูล โครงการที่เป็นการค้นคว้าทดลอง โครงการแบบทฤษฎี หลักการ แนวคิด การศึกษา และการทดลอง โครงการที่เป็นการประดิษฐ์คิดค้น ในงานวิจัยครั้งนี้ ครูใช้วิธีการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ประเภททดลอง เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ โดยการออกแบบโครงการเป็นฐาน ในรูปของการทดลองเพื่อศึกษาว่าตัวแปรหนึ่งจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้าง ด้วยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้

2.2.4 บทบาทของครูตามการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน

ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดกิจกรรมได้แก่ครู ซึ่งได้มีผู้กล่าวถึงบทบาทไว้ดังนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น. 8-9) เสนอบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ดังนี้

1. จัดให้มีการปฐมนิเทศวิธีการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อให้รู้ถึงหลักการ วัตถุประสงค์ ประโยชน์ ตัวแปร ปัจจัยสำคัญในการทำโครงงาน ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ อันอาจเกิดขึ้น

2. ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานของนักเรียนทุกขั้นตอน

3. ติดตาม สอบถาม ความก้าวหน้า คุณผลการทำโครงงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิด

4. สังเกตและประเมินการทำกิจกรรมของนักเรียน

5. สรุปการทำงานและเสนอแนะการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มโดยรวม

วารสาร ศึกษาศาสตร์ (2551, น. 23-24) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูสำคัญในการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

1. บทบาทหน้าที่แรกของครู คือ จะต้องกำหนดงานหรือสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนกระทำเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และนำเสนอแจ้งให้นักเรียนได้รับทราบว่าครูต้องการอะไรจากการเรียนในครั้งนี้ โดยการกำหนดงานนี้ต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือตรงตามเป้าหมายของการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนทุกคนได้บรรลุและเกิดการเรียนรู้

2. เป็นความรับผิดชอบของครูที่จะต้องออกแบบกิจกรรมให้ดี เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบและได้รับประโยชน์จากการเรียนรู้ในการทำโครงงานร่วมกันในทีม เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม

3. การมอบหมายหรือการชี้แจง ครูต้องทำให้นักเรียนทุกคนรู้และเข้าใจได้ทุกคนว่าสิ่งใดนักเรียนจะต้องเรียนรู้และต้องทำกิจกรรมตามที่ครูตั้งจุดมุ่งหมายไว้ให้ได้ทุกคน

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ครูจัดขึ้นจะต้องวางแผนเพื่อช่วยให้นักเรียนได้รับการอำนวยความสะดวกและเอื้อให้กิจกรรมกลุ่มหรือการทำโครงงานประสบความสำเร็จ

5. บอกเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้โดยชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจนว่าเขาจะถูกประเมินโดยใคร โดยวิธีการใดบ้าง ทั้งในแง่ทักษะย่อยและการประเมินกลุ่มโดยรวม นั่นคือ ครูต้องมีเกณฑ์ชี้วัดในการประเมิน ซึ่งครูต้องแจ้งให้นักเรียนได้รับทราบข้อมูลทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนและการประเมินผลทั้งหมด

6. มีการให้ความรู้หรือข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นแก่นักเรียนเพื่อเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้และวางแผนการทำกิจกรรม โครงงานร่วมกันกับเพื่อนภายในกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ ได้ผลตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ นอกจากนั้นแล้วครูยังต้องตระหนักถึงวิธีการสอนให้นักเรียนได้รู้ถึงกระบวนการกลุ่ม โดยครูต้องสอนทักษะและกระบวนการกลุ่มแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจ สามารถไปทำงานรวมกลุ่มกันได้อย่างดี โดยฝึกและสอนเกี่ยวกับ

การทำงานเป็นทีมในเรื่องของการทำงานเป็นทีม เช่น ภาวะผู้นำ การติดต่อสื่อสารภายในกลุ่ม บทบาทสมาชิกกลุ่ม การแก้ไขปัญหาและข้อขัดแย้งภายในกลุ่ม

ดวงพร อิ่มแสงจันทร์ (2554, น. 52) กล่าวว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนแบบ โครงงานเป็นฐาน ดังนี้

1. จัดให้มีการปฐมนิเทศวิธีการเรียนแบบ โครงงานเป็นฐาน เพื่อให้ผู้ถึงหลักการ วัตถุประสงค์ ประโยชน์ ตัวแปร ปัจจัยสำคัญในการทำโครงงานปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น

2. ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานของนักเรียนทุกขั้นตอน

3. ติดตามสอบถามความก้าวหน้าและดูแลการทำโครงงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิด

4. สังเกตและประเมินผลการทำกิจกรรมของนักเรียน

5. สรุปการทำงานและเสนอแนะการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน คือ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอหัวข้อ โครงงานหรือประเด็นใหม่ที่ น่าสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการทำโครงงานดำเนินการค้นคว้าและพัฒนา ชิ้นงาน เตรียมแหล่งค้นคว้าให้คำแนะนำ ตลอดจนพิจารณาทักษะพื้นฐานของนักเรียนและฝึก ทักษะเฉพาะทางที่จำเป็นให้นักเรียนประเมินการทำโครงงานของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดสิ่งที่จะประเมินและเสนอแนะวิธีการประเมิน รวมทั้งเปิดโอกาส ให้นักเรียนประเมินตนเองและเพื่อน จะทำให้ครูเข้าใจรูปแบบการเรียนรู้มากขึ้น

2.2.5 บทบาทของนักเรียนตามการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาศึกษา (2550, น.8-9) เสนอบทบาทของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน ดังนี้

1. เสนอแนวคิด เลือกลง และกำหนดหัวข้อ โครงงาน

2. เสนอแนวทาง ออกแบบการทำโครงงาน

3. วางแผนร่วมกันในการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน

4. ศึกษาค้นคว้าเอกสารเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ

5. เสนอเค้าโครงย่อของโครงงานต่อครู

6. ลงมือปฏิบัติโครงงานตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

7. รวบรวมผลการทำโครงงาน

8. เสนอแนวทางแก้ไขปรับปรุงผลการทำโครงงาน

9. เขียนรายงานหรือนำเสนอผลงาน โครงงานต่อครู

10. เผยแพร่ผลงานต่อสาธารณชน

11. ประเมินผลการเรียนรู้แบบ โครงงานของตนเอง

ดวงพร อิ่มแสงจันทร์ (2554, น.52) เสนอบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ดังนี้

1. เสนอแนวคิด เลือกลง และกำหนดหัวข้อ โครงงาน

2. เสนอแนวทาง ออกแบบการทำโครงงาน

3. วางแผนร่วมกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

4. ศึกษาค้นคว้าเอกสารเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ

5. เสนอเค้าโครงย่อของโครงงานต่อครู

6. ลงมือปฏิบัติโครงงานตามขั้นตอนที่วางแผน

7. รวบรวมผลการทำโครงงาน

8. เสนอแนวทางแก้ไขปรับปรุงผลการทำโครงงาน

9. เขียนรายงานหรือนำเสนอผลงาน โครงงานต่อครู

10. แสดงผลงานต่อสาธารณชน

11. ประเมินผลการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ของตนเอง

พุทธพร ไสว (2554, น.37-38) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน จะแบ่งนักเรียนให้ทำงานทำงานเป็นกลุ่มย่อย สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวางแผน โครงงาน หาแหล่งข้อมูล ทำการศึกษาวิจัย และแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองและเป็นผู้ตั้งคำถามเมื่อเกิดข้อสงสัย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน นักเรียนต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีกระบวนการคิดและแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ นักเรียนสามารถอธิบายการแก้ไขปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ตลอดจน สรุปได้อย่างมีเหตุผลจากหลักฐานที่ปรากฏและการนำองค์ความรู้ที่นำมาสรุปเป็นความรู้ของตนเองและนำไปสรุปเป็นผลงานของตนเองได้

2.2.6 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน มีความสำคัญและก่อประโยชน์แก่นักเรียน โดยตรงเป็นการฝึกนักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง รู้จักทำงานอย่างเป็นระบบ ให้เป็นประโยชน์ ได้มีผู้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ไว้ดังนี้

พิมพันธ์ เตชะคุปต์และเพียว ยินดีสุข (2548, น.104-105) ได้กล่าวว่าการทำโครงการวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อบุคคลต่าง ๆ ดังนี้

1. นักเรียน ได้รับประโยชน์จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนี้
 - 1.1 นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น
 - 1.2 นักเรียนมีความเชื่อมั่นในการเรียนมากขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นผู้นำกลุ่มในการตัดสินใจหรือดำเนินงานต่าง ๆ
 - 1.3 นักเรียนมีความรับผิดชอบ มีมานะพยายามมากขึ้น
 - 1.4 นักเรียนได้ฝึกทำงานร่วมกับผู้อื่น คือ กลุ่มเพื่อน ๆ และอาจารย์ที่ปรึกษา
 - 1.5 นักเรียนรู้จักปรับตัวให้เข้ากับเพื่อน
 - 1.6 นักเรียนสามารถแสดงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
2. ครู
 - 2.1 ครูมีโอกาสใกล้ชิด มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านความรู้ และคุณธรรมกับ นักเรียน
 - 2.2 ครูจะได้ผู้ช่วยสอนที่เป็นกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการฝึกมาเป็นอย่างดี
 - 2.3 ครูจะมีความสุข เมื่อเห็นพัฒนาการในตัวนักเรียน
 - 2.4 ครูจะรู้จักนักเรียนอย่างแท้จริง เพราะขณะทำโครงการวิทยาศาสตร์ พฤติกรรม ของนักเรียนจะถูกเปิดเผยอย่างชัดเจน

3. ผู้ปกครอง

- 3.1 ผู้ปกครองมีความสัมพันธ์กับนักเรียนในทางที่ดี
 - 3.2 ผู้ปกครองเห็นความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน
 - 3.3 ผู้ปกครองจะมีความสุข เมื่อเห็นพัฒนาการในตัวนักเรียน
- สุคน สินธพานนท์และจินตนา วีระเกียรติสุนทร (2556, น.160) ได้เสนอประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ดังนี้
1. เป็นการสอนมุ่งให้นักเรียนมีบทบาท มีส่วนร่วมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้ปฏิบัติจริง คิดเอง ทำเองอย่างละเอียดรอบคอบ อย่างเป็นระบบ
 2. นักเรียนรู้จักวิธีแสวงหาข้อมูล สร้างองค์ความรู้และสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง มีทักษะในการแก้ไขปัญหา มีทักษะกระบวนการเคลื่อนไหวของร่างกาย
 3. นักเรียนได้ฝึกความเป็นประชาธิปไตย รับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการยอมรับในความรู้ความสามารถซึ่งกันและกัน รู้จักทำงานร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน

4. ฝึกลักษณะนิสัยที่ดีให้แก่นักเรียนในการทำงาน เช่น การสังเกต ความรับผิดชอบ ความซื่อตรง ความเอาใจใส่ ความขยันหมั่นเพียร เป็นคนมีเหตุผล รู้จักพึ่งพาตนเอง ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

5. นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนำความรู้ ความคิดหรือแนวทางที่ได้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิต หรือสถานการณ์อื่น ๆ ได้

อัญชลี ทองแถม (2561, น. 197) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานว่า เป้าหมายหลักของการเรียนรู้โดยใช้โครงงานนี้จึงเป็นการมุ่งให้นักเรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจโลกที่อยู่รอบ ๆ ตัวเขาและปลูกฝังคุณลักษณะความอยากรู้อยากเรียนให้กับนักเรียนจะทำให้ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมทั้งที่เป็นกิจกรรมทางวิชาการเป็นการเรียนรู้ผ่านการเล่นและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว กิจกรรมในสถานศึกษาจึงควรเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตปกติการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและผู้คนรอบ ๆ ตัวนักเรียน นักเรียนทุกคนมีลักษณะเฉพาะตัว การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน เปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้แสดงออกถึงคุณลักษณะ ความรู้ ความเข้าใจ ความเชื่อของตน โดยที่ครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน แต่เป็นผู้คอยกระตุ้น ชี้นำและให้ความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีประโยชน์แก่นักเรียนหลากหลายประการ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองในด้านต่าง ๆ ทั้งด้านการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ด้านกระบวนการคิด รู้จักบูรณาการความรู้ความคิด สามารถสร้างผลงานและแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะทางสังคม สามารถวางแผน การฝึกภาวะความเป็นผู้นำผู้ตาม รวมถึงการเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้วยการให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

2.2.7 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบโครงงานเป็นฐาน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548, น.85-87) ได้กล่าวว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มี 7 ขั้นตอน

1. สังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งต่าง ๆ จนทำให้เห็นปัญหา
2. กำหนดหัวข้อปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด
3. ศึกษาทฤษฎี หลักการ รวมถึงแนวคิดสนับสนุนเรื่องที่สนใจทำโครงงานวิทยาศาสตร์
4. พัฒนาโครงการทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือวางแผนปฏิบัติงาน

5. ปฏิบัติตามขั้นตอนโครงการงานทำโครงการงานวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่

6. เขียนรายงานโครงการงาน

7. เผยแพร่โครงการงานวิทยาศาสตร์สู่ชุมชนและสาธารณะ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น.4-5) กล่าวว่าขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบโครงการงานเป็นฐาน ดังนี้

1. ชี้นำเสนอ หมายถึง ขั้นที่ครูให้นักเรียนศึกษาไปความรู้ กำหนดสถานการณ์ สถานการณ์ เล่นเกม ดูรูปภาพ หรือครูใช้เทคนิคการตั้งคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน เช่น สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนของโครงการงานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ

2. ชี้นำวางแผน หมายถึง ขั้นที่นักเรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิดอภิปรายหรือข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ

3. ชี้นำปฏิบัติ หมายถึง ขั้นที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

4. ชี้นำประเมินผล หมายถึง ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีครู นักเรียนและเพื่อนร่วมชั้นประเมิน

ถัดดา ภูเกียรติ (2552, น.71-72) ได้เสนอแนวทางการสอนแบบโครงการงานเป็นฐาน เริ่มจากขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การหาหัวข้อและการเลือกหัวข้อ/เรื่อง/ปัญหา/ประเด็นของโครงการงาน

2. การวางแผนการทำโครงการงาน ประกอบด้วย

2.1 การกำหนดวัตถุประสงค์

2.2 การคาดคะเนคำตอบ

2.3 การกำหนดวิธีการศึกษา

3. การลงมือปฏิบัติตามแผน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และลงมือทำ บันทึกผล พร้อมทั้งเขียนรายงานผลที่ได้จากการศึกษา

4. การประเมินผล เป็นการประเมินผลการทำโครงการงานตั้งแต่เริ่มต้นทำ ระหว่างทำและเมื่อสำเร็จแล้ว

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, น. 42-43) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงการงานเป็นฐาน ดังนี้

1. ชื่อนำเสนอ เป็นขั้นที่ครูเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความ
ต้องการที่จะวางโครงการในการแก้ไขปัญหาใดปัญหาหนึ่ง
 2. ขึ้นกำหนดความมุ่งหมาย เป็นขั้นที่นักเรียนนำการเลือกปัญหา และตั้งจุดมุ่งหมาย
ในการศึกษาโดยการทำงานเป็นกลุ่ม ทำการเลือกประธาน รองประธานกรรมการและเลขานุการ
 3. ขึ้นวางแผน เป็นขั้นที่นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันวางแผนว่าจะดำเนินการ
อย่างไร จึงจะสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ซึ่งการวางแผนประกอบด้วย
 - 3.1 ชื่อโครงการ โดยบอกชื่อโครงการที่นักเรียนจะทำ
 - 3.2 หลักการ โดยบอกเหตุผลที่ต้องจัดทำโครงการ
 - 3.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ โดยระบุว่า การปฏิบัติงานครั้งนี้จะมีผลดี
อย่างไรบ้าง
 - 3.4 เจ้าของโครงการ โดยระบุผู้จัดทำโครงการมีใครบ้าง
 - 3.5 ที่ปรึกษา โดยระบุชื่อผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการทำโครงการ
 - 3.6 สถานที่ปฏิบัติโครงการ โดยระบุว่าใช้สถานที่ใดในการดำเนินการจัดทำ
โครงการ
 - 3.7 วันเวลาในการปฏิบัติงาน โดยระบุว่าใช้เวลาวันเริ่มและเสร็จสิ้นโครงการ
เมื่อใด
 - 3.8 งบประมาณในการดำเนินงาน โดยระบุว่าใช้งบประมาณเท่าใด แยกเป็น
รายการในการใช้จ่ายเรื่องใดบ้าง
 - 3.9 วิธีการศึกษาค้นคว้า โดยระบุว่าใช้วิธีหาข้อมูลอย่างไรบ้าง ในการทำ
โครงการให้บรรลุจุดมุ่งหมาย
 - 3.10 เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ โดยระบุว่าใช้วัสดุ อุปกรณ์อะไรบ้าง
 - 3.11 ผลที่คาดว่าจะได้รับ โดยระบุสิ่งที่คาดว่าจะโครงการที่ทำ จะสามารถ
แก้ปัญหาอะไรได้บ้าง และจะได้ผลการดำเนินงานครั้งนี้เป็นอย่างไรบ้าง
 4. ขึ้นการดำเนินงาน เป็นขั้นที่ทำตามโครงการที่วางแผนไว้ของแต่ละกลุ่ม
 5. ขึ้นประเมินผล เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเป็นผู้ประเมินว่า โครงการนั้นบรรลุ
จุดมุ่งหมายหรือไม่และในการทำโครงการนี้ได้ประโยชน์อย่างไรบ้าง
 6. ขึ้นติดตามผล เป็นการติดตามผลของโครงการต่อไปเพื่อพัฒนางานให้ดียิ่งขึ้น
- สุคน สินธพานนท์และจินตนา วีรเกียรติสุนทร (2556, น.157-159) ได้เสนอการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขึ้นกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ ครูเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหา หรือช่วยให้นักเรียนมีความต้องการใคร่เรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
2. ขึ้นกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน ครูต้องแนะนำให้นักเรียนกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าเรียนเพื่ออะไร และทำโครงการนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาอะไร
3. ขึ้นวางแผนและวิเคราะห์โครงการ ให้นักเรียนวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นโครงการเดี่ยวหรือกลุ่มก็ได้ แล้วเสนอแผนการดำเนินงานให้ครูพิจารณา ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และข้อเสนอแนะ การวางแผนโครงการของนักเรียน นักเรียนจะต้องเขียนโครงการส่งครู ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้ คือ
 - 3.1 ชื่อโครงการ
 - 3.2 หลักการและเหตุผล ให้บอกสภาพปัญหา แนวคิด หรือเหตุผลในการดำเนินการ
 - 3.3 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายในการดำเนินการ ให้บอกว่าจัดทำโครงการเพื่ออะไร ทำไมต้องทำ ทำแล้วจะได้ผลได้อย่างไร จุดประสงค์จะต้องสัมพันธ์กับหลักการและเหตุผล และต้องสามารถวัดได้ ประเมินได้
 - 3.4 เจ้าของโครงการ บอกชื่อผู้รับผิดชอบ ใครเป็นหัวหน้า ผู้ร่วมงานมีใครบ้าง
 - 3.5 ที่ปรึกษาโครงการ บอกชื่อผู้ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการ
 - 3.6 แหล่งความรู้บอกชื่อแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
 - 3.7 สถานที่ดำเนินการ บอกว่าจะใช้สถานที่ใดเป็นที่ดำเนินการ
 - 3.8 ระยะเวลาดำเนินการ บอกระยะเวลาที่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโครงการ
 - 3.9 งบประมาณ บอกจำนวนเงินที่ใช้ดำเนินการ และแยกเป็นรายการว่าเป็นค่าใช้จ่ายอะไรบ้าง ได้เงินงบประมาณมาจากไหน
 - 3.10 วิธีการดำเนินการ หรือวิธีการศึกษาค้นคว้า บอกว่าได้ข้อมูลมาอย่างไร มีวิธีการศึกษาค้นคว้าอย่างไร มีขั้นตอนในการทำงานอย่างไร มีวิธีวิเคราะห์ หรือขั้นตอนการสังเคราะห์อย่างไร
 - 3.11 เครื่องมือเครื่องใช้ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการ บอกว่าใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง
 - 3.12 ผลที่คาดว่าจะได้รับ ให้บอกว่าผลของการดำเนินการจะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร หรือได้ผลจากการดำเนินงานครั้งนี้มากน้อยเพียงไร

3.13 ลงลายมือชื่อผู้เสนอโครงการ วันเดือน ปี

3.14 ความเห็น ข้อเสนอแนะของครู

4. ขั้นลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหา ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหาตามแผนการที่กำหนดไว้ โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา คอยสังเกต ติดตาม แนะนำให้นักเรียนรู้จักสังเกต เก็บรวบรวม ข้อมูล บันทึกผลดำเนินการด้วยความมานะอดทน มีการประชุมอภิปราย ปรึกษาหารือกันเป็นระยะ ๆ ครูจะเข้าไปเกี่ยวข้องเท่าที่จำเป็น นักเรียนเป็นผู้ใช้ความคิด ความรู้ในการวางแผน และตัดสินใจทำด้วยตนเอง

5. ขั้นประเมินผล ครูต้องแนะนำให้นักเรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการระหว่างดำเนินการ และหลังดำเนินการ คือรู้พิจารณาว่าก่อนที่จะดำเนินการมีสภาพอย่างไร มีปัญหาอย่างไร ระหว่างที่ดำเนินการตามโครงการนั้นยังมีสิ่งใดผิดพลาดหรือบกพร่อง จะต้องแก้ไขอะไรบ้าง จะต้องแก้ไขอะไรบ้าง จะมีวิธีแก้ไขอย่างไร เมื่อดำเนินการไปแล้วนักเรียนมีแนวคิดอย่างไร มีความพอใจหรือไม่ ผลของการดำเนินการตามโครงการนักเรียนได้ความรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานให้ดีขึ้นได้อย่างไร โดยนักเรียนประเมินโครงการของตนหรือเพื่อนร่วมประเมิน จากนั้นครูประเมินผลโครงการตามแบบประเมิน ซึ่งผู้ปกครองอาจจะมีส่วนร่วมในการประเมินด้วยก็ได้

6. ขั้นสรุป รายงานผลและเสนอผลงาน เมื่อนักเรียนทำงานตามแผนและเก็บข้อมูลแล้วต้องวิเคราะห์ข้อมูล สรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน เนื่องจากรายงานเอกสารแล้วอาจมีแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลองหรือของจริงประกอบการนำเสนอ อาจวาดได้หลายรูปแบบ เช่น จดนิทรรศการ การแสดงละคร ฯลฯ

จึงสรุปได้ว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน ขั้นวางแผนและวิเคราะห์โครงการ ขั้นลงมือปฏิบัติ ขั้นประเมินผล และ ขั้นนำเสนอ ในส่วนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จะใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบโครงการเป็นฐานของ พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548, น. 85-87) ในขั้นตอน กำหนดหัวข้อปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด ศึกษา ทฤษฎี หลักการ รวมถึงแนวคิดสนับสนุนเรื่องที่สนใจทำโครงการวิทยาศาสตร์ พัฒนาโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือวางแผนปฏิบัติงาน ปฏิบัติตามขั้นตอนโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ เขียนรายงานโครงการและเผยแพร่โครงการวิทยาศาสตร์สู่ชุมชนและสาธารณะ เป็นขั้นการสอนที่เหมาะสมและครอบคลุมในทุกขั้นตอน ทำให้นักเรียนสามารถเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

2.2.8 การวัดและการประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556, น.191) ได้กล่าวว่า เนื่องจากการจัดทำโครงงานของนักเรียน เป็นกิจกรรมที่มุ่งส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ และ การประดิษฐ์คิดค้นผลงาน ซึ่งเน้นการปฏิบัติเป็นสำคัญ ดังนั้น การประเมินผลโครงงานจึงมีจุดเน้นใน การประเมินไม่เหมือนกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ แต่จะเน้นการปฏิบัติ และผลงานเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตาม การประเมินโครงงานก็ จำเป็นที่จะต้องกำหนดกรอบในการประเมินให้ครอบคลุม ทั้งด้านเนื้อหา (Content) กระบวนการ (Process) ผลผลิต (Product) และสภาพแวดล้อมในการสร้าง โครงงาน หรือการเรียนรู้ (Learning environment) ดังที่ Maker and Nielson (1995) ได้ให้ ข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

1. การประเมินด้านเนื้อหา (Content) กรอบการประเมินด้านเนื้อหาของการจัดทำโครงงานนั้นจะต้องมีลักษณะที่สำคัญคือ

1.1 มีความหลากหลาย (Variety) นั่นคือมีความกว้างในขอบเขตของแก่นสาระ (Broad Theme) ที่ตอบสนองต่อความสนใจ และความสามารถอันหลากหลายของนักเรียน

1.2 มีคุณค่าต่อการเรียนรู้ (Learning Value) คือเนื้อหาทุกอย่างที่ทำให้ให้นักเรียน เกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ โน้มนำที่สำคัญ (Key Concepts) ก็สามารรถนำมาจัดเป็นเนื้อหา สำหรับการจัดทำ โครงงานได้ เช่นอาจจะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับบุคคลสำคัญ การทำงานของบุคคลเหล่านั้น วิธีการ แก้ปัญหาที่บุคคลเหล่านั้นนำมาใช้ และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของบุคคลเหล่านั้น เป็นต้น

2. การประเมินด้านกระบวนการ (Process) กรอบการประเมินด้านกระบวนการมุ่งเน้นวิธีการ (Ways) ที่นักเรียนนำมาใช้ในการสร้างสรรค์โครงงาน กิจกรรม (Activities) ที่นักเรียนปฏิบัติ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบในโครงงาน หรือในปัญหาที่ศึกษา และการประยุกต์ใช้ (Application) ความรู้ที่ได้จากการทำโครงงานไปพัฒนาหรือสร้างผลผลิตใหม่ (New Products)

3. การประเมินด้านผลผลิต (Products) กรอบการประเมินด้านผลผลิตสามารถที่จะกำหนดไว้อย่างหลากหลายเช่นเดียวกับกรอบด้านเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นผลผลิตที่เป็นรายงาน (Reports) เนื้อเรื่อง (Stories) ละคร (Plays) การเต้นรำ (Dances) ความคิด (Ideas) สุนทรพจน์ (Speeches) รูปภาพ (Pictures) หรือภาพประกอบคำบรรยาย (Illustrations) เป็นต้น ซึ่งผลผลิตดังกล่าวควรมีลักษณะสำคัญคือ เป็นผลผลิตที่เกิดจากการศึกษาปัญหาในสถานการณ์จริง (Results from real problems) เป็นผลผลิตที่สามารถนำไปใช้กับคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งจริง ๆ (Addressed to real audiences) เป็นผลผลิตที่เกิดจากการสร้าง หรือปรับเปลี่ยน (Transformation) ขึ้นมาจากความคิดของตน ไม่ใช่สรุปมาจากความคิดของคนอื่นเท่านั้น

สุคนธ์ สิ้นทพานนท์และจินตนา วีรเกียรติสุนทร (2556, น.159-160) ได้เสนอ การประเมินโครงการ ดังนี้

1. การประเมินโครงการของนักเรียน ครูต้องแนะนำให้นักเรียนรู้จัก การประเมินผลก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการและหลังดำเนินการ คือ รู้จักพิจารณาว่าก่อนที่จะ ดำเนินการมีสภาพเป็นอย่างไร มีปัญหาอย่างไร ระหว่างการดำเนินงานตามโครงการนั้นยังมีสิ่งใด ผิดพลาดหรือเป็นข้อบกพร่องอยู่ ต้องแก้ไขอะไรบ้าง มีวิธีแก้ได้อย่างไร เมื่อดำเนินการไปแล้วนักเรียน มีแนวคิดอย่างไร มีความพึงพอใจหรือไม่ ผลของการดำเนินการตามโครงการ นักเรียนได้ความรู้ อะไร ได้ประโยชน์อย่างไรและสามารถนำความรู้ไปพัฒนาปรับปรุงงานให้ดียิ่งขึ้นหรือนำ ความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตได้อย่างไร โดยนักเรียนประเมินโครงการของตนเองหรือให้เพื่อนร่วม ประเมิน ซึ่งผู้ปกครองอาจจะร่วมประเมินก็ได้

2. การประเมินโครงการของครู ควรเป็นกาประเมินตามสภาพจริง คือครูจะต้อง สังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนตลอดเวลาที่ทำโครงการ ไม่ประเมินผลสำเร็จงานเท่านั้น แต่ประเมินขั้นตอนกระบวนการทำงานด้วย ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออก ได้ใช้ความคิด ในการวิเคราะห์ปัญหา พิจารณาทางเลือก ประเมินทางเลือก และเลือกแนวทางแก้ไขปัญหา คิด วางแผนและดำเนินการตามแผน สิ่งที่นักเรียนค้นคว้าทำโครงการจะต้องเป็นสิ่งที่มีความหมายต่อ นักเรียน นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างสร้างสรรค์ พฤติกรรมในระหว่างทำงานตาม โครงการนักเรียนควรแสดงออกด้านคุณธรรม จริยธรรม มีความอดทน อดกลั้น ซื่อตรง เทียงธรรม รอบคอบ มีความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น มีทักษะในการคิด มีทักษะในการศึกษาค้นคว้า ทักษะในการใช้ภาษา มีทักษะในการจัดการอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน ทำงานอย่างมีเป้าหมาย ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีความรอบรู้ในวิชาที่ศึกษาอย่างถูกต้อง รู้วิธีการเรียนรู้ และนิสัยใฝ่เรียนรู้ อย่างต่อเนื่อง

3. รายการที่ควรประเมิน

- 3.1 ทักษะด้านความรู้ในวิชาเรียน (Knowledge Skills)
- 3.2 ทักษะด้านความคิด (Thinking Skills)
- 3.3 ทักษะส่วนบุคคล (Personal Skills)
- 3.4 คุณลักษณะส่วนบุคคล (Personal Attributes)
- 3.5 ทักษะภาคปฏิบัติ (Practical Skills)

4. การประเมินโครงการ

- 4.1 ประเมินผลจากผลงาน ชิ้นงาน (Assessing Artifacts)
- 4.2 ประเมินจากรายงาน (Assessing or Dissertation)

4.3 ประเมินโดยการสอบปากเปล่า (Vivas)

4.4 ประเมินจากโปสเตอร์หรือการจัดนิทรรศการ (Poster session/Exhibition)

4.5 ประเมินจากการนำเสนอ (Presentation)

4.6 ประเมินจากสมุดบันทึก (Logbooks หรือแฟ้มสะสมผลงาน Portfolio)

ประสาท เนิ่งเฉลิม (2558, น. 202-205) ได้เสนอแนวทางในการประเมินผล การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบโครงการไว้ว่าครูมีบทบาทสำคัญในการจัดบรรยากาศและ ประสบการณ์ทางการเรียนรู้ เมื่อ สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ศิลปวัฒนธรรมล้วน แปรเปลี่ยนไป การศึกษาทาง ด้านวิทยาศาสตร์ก็ยิ่งต้องเคลื่อนและปรับตัวให้เท่าทันกับวิทยาการ การประเมิน การเรียนรู้จึง มิได้จำกัดแค่การวัดความรู้ ความเข้าใจ แต่กระบวนการทำงานและ กระบวนการคิดขั้นสูงควร ได้รับการตระหนัก (Marx and others, 1997) การประเมินผลจึงควร ประเมินผลผลิตต่าง ๆ เช่น แฟ้มสะสมงาน การอภิปราย การเขียนรายงาน การนำเสนองาน และการประเมินผลตนเอง (Grant and Hil, 2006; Barron and Darling-Hammond, 2007) โดยเฉพาะ อย่างยิ่งการประเมินผลในยุคนี้ นอกจากความรู้แล้วยังเน้นเรื่องกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด ขั้นสูง กระบวนการสื่อสารและนำเสนอที่มีประสิทธิภาพ (Barron and Darling Hammond, 2007, Grant, 2011) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบโครงการเป็นฐาน ประกอบด้วย ขั้นตอนสำคัญดังนี้

ขั้นที่ 1 การตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่จะนำมาวัด หรือประเมินรายการของจุดประสงค์ หรือผลการเรียนรู้ในการเรียนการสอนจำเป็นต้องได้รับการกำหนดไว้อย่างชัดเจนตั้งแต่แรกของการจัดการเรียนการสอนทั้งในประเด็นของความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่ต้องการให้เกิดแก่นักเรียน ครูสามารถตรวจสอบไดว่่านักเรียนได้บรรลุในจุดประสงค์หรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ซึ่งประกอบด้วย

1. ความรู้หรือเนื้อหาที่จำเป็นต่อความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่ควรจะเกิดขึ้นใน ตัวนักเรียนนั้น

2. ความสามารถหรือทักษะที่ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจจากบทเรียนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

3. คุณลักษณะของนักเรียนที่สำคัญและควรได้รับการพัฒนาขึ้นจากความรู้ในเนื้อหา บทเรียนครูสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ได้ด้วยเครื่องมือวัดแบบกระดาษดินสอด่ทั้งแบบสอบแบบปรนัยและความเรียงหรือจะเป็น การทดสอบแบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-testing) ก็ได้ นอกจากนี้ ยังประเมินตามจุดประสงค์ที่เน้น การปฏิบัติด้วยการประเมินสภาพจริง ทักษะปฏิบัติ และพฤติกรรมกรเรียนรู้ของนักเรียน

ซึ่งครู ต้องมีความเข้าใจในเรื่องการสร้างเครื่องมือและการนำไปใช้เพื่อสะท้อนผลการเรียนรู้ให้ตรงตาม เนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในบทเรียน

ขั้นที่ 2 การนิยามสิ่งที่จะประเมินให้ชัดเจนและสามารถวัดได้ การนิยามสิ่งที่ประเมินให้ชัดเจนเป็นกระบวนการกำหนดทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยบ่งชี้สิ่งที่ต้องการวัดอยู่ในรูปที่สามารถสังเกตและวัดได้ เช่น การคิดวิเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการจำแนกแยกแยะสิ่งต่าง ๆ โดยประกอบด้วยความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ขั้นที่ 3 การออกแบบสถานการณ์ในการประเมินความมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือการกำหนดงานในลักษณะที่เป็นจริง (Authentic Task) หรือสถานการณ์จำลอง (Simulation) ที่เป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ออกมา ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวจะต้องสอดคล้องกับทฤษฎีและนิยามดังกล่าวข้างต้น นอกจากนี้ สถานการณ์สามารถหาได้จากประเด็นหรือปัญหาที่นักเรียนกำลังเผชิญ หนังสือพิมพ์ บทความ ข่าว โฆษณา ฯลฯ ลักษณะของงานที่กำหนดในการประเมินการปฏิบัติ การออกแบบสถานการณ์ควร เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงถึงความรู้ ความสามารถทางการคิด กระบวนการ และพฤติกรรม ของนักเรียนมีความซับซ้อนพอที่จะให้นักเรียนใช้ความสามารถทักษะต่าง ๆ ร่วมกัน นักเรียนได้แสดง ความสามารถในการควบคุมตนเองเพื่อให้งานสำเร็จด้วยความมานะพยายาม

ขั้นที่ 4 การกำหนดวิธีการให้คะแนนการแบ่งได้ 2 วิธี คือ การให้คะแนนแบบผลรวม (Holistic Scoring) และการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic Scoring)

1. การให้คะแนนแบบผลรวม (Holistic Scoring) เป็นการให้คะแนนจากการ พิจารณาการปฏิบัติงาน หรือผลการปฏิบัติงานในภาพรวมโดยไม่แยกให้คะแนนตามองค์ประกอบย่อยของงาน ซึ่งการให้คะแนนแบบนี้มีความเหมาะสมที่จะนำพิจารณากับการให้คะแนนที่เป็น ผลผลิต (Product) มากกว่ากระบวนการ (Process)

2. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic Scoring) การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เป็นวิธีการให้คะแนนจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการวัดว่าประกอบไปด้วยส่วน ย่อยอะไรบ้าง คะแนนจากขั้นตอนหรือกระบวนการทำงาน คุณลักษณะของการปฏิบัติงานและ ผลงาน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric scoring) การให้คะแนนตามองค์ประกอบย่อย ของสิ่งที่ต้องการวัดแต่ละส่วน แล้วจึงนำคะแนนทั้งหมดมาสรุปรวมภายหลัง

3. การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนต้องมีความชัดเจน เพื่อให้คะแนนมีความน่าเชื่อถือ ถูกต้อง แม่นยำ และมีความเป็นปรนัย เกณฑ์การให้คะแนนต้องเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ และ ความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานอย่างแท้จริง สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวัดและ

ประเมินผล การเรียน ถ้าจุดประสงค์ของการวัดการประเมินต้องการพิจารณาในภาพรวมเท่านั้น ซึ่งใน สถานการณ์นี้ควรเลือกใช้การให้คะแนนผลรวม (Holistic scoring) แต่ถ้าจุดประสงค์ของการประเมินเพื่อต้องการพิจารณารายละเอียดของสิ่งที่ต้องการประเมินและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อนำผลการประเมินมาพัฒนาการปฏิบัติงานของนักเรียนก็ควรเลือกใช้การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) สามารถอธิบายคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการให้คะแนนได้อย่างชัดเจน เป็นพฤติกรรมหรือสิ่งที่สามารถสังเกตได้และวัดได้ ซึ่งนักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนหรือทราบเกณฑ์การให้คะแนนล่วงหน้า

ขั้นที่ 5 การกำหนดเงื่อนไขในการสอบเนื้อหาจากการประเมินจากปฏิบัติออกแบบเพื่อให้นักเรียนแสดงออกในสถานการณ์ที่เทียบเท่าหรือใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง เวลาในการสอบนักเรียนจะต้องใช้เวลาเท่าใดในการเตรียมแผนการดำเนินงาน การปรับแก้ไขแผนการดำเนินงาน และการใช้เวลาที่จะทำให้แก้ไขปัญหาสำเร็จ นักเรียนสามารถใช้เอกสารอ้างอิง ต่าง ๆ และสอบถามจากผู้รู้ได้เงื่อนไขดังกล่าวควรได้รับการพิจารณาและตกลงร่วมกันกับนักเรียน เช่นเดียวกับการกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนหรือการกำหนดวิธีในการให้คะแนนต่าง ๆ เพื่อให้การประเมินการปฏิบัติเป็นวิธีการที่สามารถตรวจสอบความรู้ ความสามารถ และคุณลักษณะของนักเรียนได้อย่างแท้จริง

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558, น. 160-161) ได้อธิบายการวัดและประเมินผลในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานว่า สามารถดำเนินการด้วยครูหรือครูที่ปรึกษาตัวนักเรียนประเมินตนเอง เพื่อนช่วยประเมิน ตลอดจนผู้ปกครองและบุคคลอื่น ๆ ที่สนใจหรือมีส่วนเกี่ยวข้องประเมิน นอกจากนี้การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ควรใช้การประเมินผลตามสภาพจริงซึ่งสามารถทำไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ ของนักเรียน การประเมินวิธีนี้เน้นพัฒนาตนเอง ทั้งนี้ การประเมินตนเองมีการเก็บข้อมูลระหว่างปฏิบัติได้ทุกบริบท ทั้งที่บ้าน โรงเรียน และชุมชนอยู่บนพื้นฐานของเหตุการณ์ในชีวิตจริง เชื่อมต่อการเชื่อมโยง การเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เน้นคุณภาพของผลงานซึ่งเป็นผลจากการบูรณา การความรู้สู่ความสามารถของนักเรียน

สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลการศึกษาแบบโครงงานเป็นฐานสามารถดำเนินการด้วยครูหรือครูที่ปรึกษา ตัวนักเรียนประเมินตนเอง เพื่อนช่วยประเมิน ตลอดจนผู้ปกครองและบุคคลอื่น ๆ ที่สนใจหรือมีส่วนเกี่ยวข้อง ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่จะนำมาประเมิน หรือผลการเรียนรู้ในการเรียนการสอนจำเป็นต้องได้รับการกำหนดไว้อย่างชัดเจนตั้งแต่แรกของ การจัดการเรียนการสอนทั้งในประเด็นของความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่ต้องการให้เกิด

ขั้นที่ 2 การนิยามสิ่งที่จะประเมินให้ชัดเจนและสามารถวัดได้ การนิยามสิ่งที่จะประเมินให้ชัดเจนเป็นกระบวนการกำหนดทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยบ่งชี้สิ่งที่ต้องการวัดอยู่ในรูปที่สามารถสังเกตและวัดได้

ขั้นที่ 3 การออกแบบสถานการณ์ในการประเมินความมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือการกำหนดงานในลักษณะที่เป็นจริง (Authentic Task) หรือสถานการณ์จำลอง (Simulation) ที่เป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ออกมา

ขั้นที่ 4 การกำหนดวิธีการให้คะแนนการแบ่งได้ 2 วิธี คือ การให้คะแนนแบบผลรวม (Holistic Scoring) และการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic Scoring) และจะกำหนดเงื่อนไขในการสอบเนื้อหาจากการประเมินจากปฏิบัติออกแบบ เพื่อให้ให้นักเรียนแสดงออกในสถานการณ์ที่เทียบเท่าหรือใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง

2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548, น. 9) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual skill) ซึ่งเป็นการทำงานของสมอง และไม่ใช้ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (Psychomotor/Hands-on skill)

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551, น. 28) ระบุว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะที่ใช้อธิบายลักษณะทั่วไปของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้นักเรียนเรียนรู้และมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ทักษะเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนสามารถขยายแนวความคิดจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ (Small Idea) และเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้น เพื่ออธิบายโดยภาพรวม (Big Idea) ของปรากฏการณ์ใด ๆ ได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังต้องทดสอบแนวคิด ภาพรวมที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยวิธีการต่าง ๆ ด้วย

ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล (2555, น. 154) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือการฝึกฝนให้นักเรียนพัฒนากระบวนการแสวงหาความรู้หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นจุดหมายปลายทางหนึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แต่การที่จะไปถึงปลายทางนั้นได้ นักเรียนต้องมีความชำนาญในการทำงานขั้นปลึกย่อย ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นของการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชำนาญในการปฏิบัติงานแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ประสาธน์ เถลิงเฉลิม (2557, น. 57) ได้อธิบายว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา โดยการลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่ว

จากการศึกษาความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาหลายท่านสามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนพัฒนากระบวนการแสวงหาความรู้หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการแก้ไขปัญหา มีการลงมือปฏิบัติจนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่ว ได้แก่ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนก ประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา การจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปได้ อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ นำไปสู่การแสวงหาความรู้และแก้ปัญหอย่างมีระบบในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่จะต้องฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยเพื่อจะได้นำไปใช้เป็นเครื่องมือ ในการแสวงหาความรู้ในวิชาอื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.3.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พรณวิไล ชมชิต (2548, น. 62-65, อ้างถึงในสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551) ได้กล่าวว่า ลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสของร่างกายอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น กาย เข้าสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อให้ทราบและรับรู้ข้อมูลรายละเอียดของสิ่งเหล่านั้น โดยปราศจากความคิดเห็นส่วนตัว ข้อมูลเหล่านี้จะประกอบด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการสังเกต ผู้ที่มีทักษะการสังเกตจะสามารถชี้บ่งและบรรยายลักษณะเชิงคุณภาพ ลักษณะเชิงปริมาณ และบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measuring) เป็นการเลือกและใช้เครื่องมือวัดเพื่อหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ผู้ที่มีทักษะการวัดจะสามารถเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด บอกเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือวัด ตลอดจนบอกวิธีในการวัดและการใช้เครื่องมือวัด พร้อมระบุหน่วยของตัวเลขจากการวัดได้อย่างถูกต้อง

3. ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ (Using Numbers) เป็นการนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่ได้จากนับหรือการวัดมาคำนวณด้วยสูตรคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ

การคูณ การหาร เป็นต้น โดยการเกิดทักษะการคำนวณจะแสดงออกจากการนับที่ถูกต้อง ส่วนการคำนวณจะแสดงออกจากการเลือกสูตรคณิตศาสตร์ ผู้ที่มีทักษะการคำนวณจะสามารถนับจำนวนของวัตถุได้ถูกต้อง สามารถบอกวิธีการคำนวณ แสดงวิธีการคำนวณและคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) เป็นการแบ่งพวก การเรียงลำดับวัตถุ หรือเหตุการณ์จำแนกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษานั้นเป็นเกณฑ์ ซึ่งอาจเป็นความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำลังศึกษา ผู้ที่มีทักษะการจำแนกประเภทจะสามารถเรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้หรือใช้เกณฑ์ของตนเองได้ และสามารถบอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้อย่างถูกต้อง

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Using Space/Time Relationships) สเปสของวัตถุ หมายถึง พื้นที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งอาจมีรูปร่างเหมือนกันหรือแตกต่างกัน โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุจึงเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลาเป็นความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุในเวลาต่าง ๆ กัน ดังนั้นผู้ที่มีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาจะสามารถชี้บ่ง วาดรูป บอกความสัมพันธ์ บอกลักษณะรูปทรงระหว่างวัตถุ 2 มิติและวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ และสามารถบอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุที่สัมพันธ์กันระหว่างวัตถุหนึ่งกับวัตถุอื่นได้ บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาได้ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ ตลอดจนบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communication) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการวัดมาจัดกระทำให้มีความหมาย โดยการหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดกลุ่ม และการคำนวณค่า เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น ผ่านการนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ วงจรหรือบรรยาย เป็นต้น ผู้ที่มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจะสามารถเลือกรูปแบบและอธิบายการเลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสม สามารถออกแบบและประยุกต์การนำเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย หรือบรรยายลักษณะของวัตถุด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) เป็นการแสดงความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลจากพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์ ผู้ที่มีทักษะ

การลงความเห็นจากข้อมูลจะสามารถอธิบาย สรุปประเด็น หรือแสดงความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้อมาอย่างถูกต้อง

8. ทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์ (Predicting) เป็นการทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทำซ้ำผ่านกระบวนการแปรความหมายของข้อมูลจากสัมพันธ์ภายใต้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีทักษะการพยากรณ์จะสามารถทำนายผลที่อาจจะเกิดขึ้นจากข้อมูลบนพื้นฐาน หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ทั้งภายในและภายนอกขอบเขตของข้อมูลในเชิงปริมาณได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) เป็นการตั้งคำถามหรือคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง เพื่ออธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไร โดยสมมติฐานสร้างขึ้นจากการสังเกต องค์ความรู้และประสบการณ์ภายใต้หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่สามารถอธิบายคำตอบได้ ผู้ที่มีทักษะทักษะการตั้งสมมติฐานจะสามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง และสามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Defining) เป็นการกำหนดอธิบายความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหรือการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล ผู้ที่มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจะสามารถอธิบายความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการทดลองได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) เป็นการบ่งชี้และกำหนดลักษณะตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมซึ่งตัวแปรต้นคือสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลหรือสิ่งที่ต้องการทดลอง เพื่อให้ทราบว่าเป็นสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นหรือไม่ ตัวแปรตามคือผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้นในการทดลอง ส่วนตัวแปรควบคุมคือปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่อาจส่งผลกระทบต่อทดลองที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันหรือคงที่ ผู้ที่มีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจะสามารถกำหนดและอธิบายตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลองได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) เป็นกระบวนการปฏิบัติ และทำซ้ำในขั้นตอนเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐาน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการทดลองจริง ๆ เพื่อกำหนดวิธีการและขั้นตอนการทดลองที่สามารถดำเนินการได้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลอง เพื่อให้การทดลองสามารถดำเนินการสำเร็จลุล่วงด้วยดี

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

ผู้ที่มีทักษะการทดลองจะสามารถออกแบบการทดลอง กำหนดวิธีขั้นตอนการทดลองถูกต้องและเหมาะสมได้ สามารถระบุและเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนสามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนและบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) เป็นการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ซึ่งอาจใช้ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณและทักษะอื่น ๆ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ สรุปผลความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสรุปประเด็นสำคัญที่ได้จากการทดลองหรือศึกษา ผู้ที่มีทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปจะสามารถวิเคราะห์ สรุปประเด็นสำคัญ รวมถึงการแปลความหมาย บรรยายลักษณะของข้อมูลและสามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น. 4-6) ได้กล่าวว่าในการศึกษาวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ จากการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 14 ทักษะ มีดังนี้

1. การสังเกต เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เพื่อหาข้อมูลหรือรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่ต้องแสดงความคิดเห็นส่วนตัวลงไป
2. การวัด คือการเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยต้องมีหน่วยกำกับเสมอ
3. การจำแนกประเภท เป็นการแบ่งพวก เรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยใช้เกณฑ์ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา ซึ่งวัตถุต่าง ๆ ในโลกนี้จะทรงตัวอยู่ได้ล้วนแต่ครองพื้นที่ว่าง การครองพื้นที่ของวัตถุในที่ว่างนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมี 3 มิติ ได้แก่ มิติยาว มิติกว้าง และมิติสูงหรือหนา
5. การคำนวณ เป็นการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลเป็นการนำผลการสังเกต การวัดหรือการทดลอง โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่น

เข้าใจความหมายของข้อมูลมากยิ่งขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการและการเขียนบรรยาย

7. การลงความเห็นจากข้อมูล เป็นการแสดงความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ เป็นการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุปผลการพยากรณ์มีทั้งการพยากรณ์ภายในและภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้า ซึ่งยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ซึ่งสมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลอง โดยมีการหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องการควบคุม ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ การควบคุมตัวแปรเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือนกันก็จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราต้องจัดให้แตกต่างกัน ซึ่งเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดผลการทดลอง

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เราต้องติดตามดู ซึ่งเป็นผลจากการจัดสถานการณ์บางอย่างให้แตกต่างกัน

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราต้องควบคุม มีการจัดให้เหมือนกันเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

12. การทดลอง สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ การทดลองแบบไม่แบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ และการทดลองแบบลองผิดลองถูก การทดลองเป็นกระบวนการเพื่อหาคำตอบหรือการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยการตีความหมายข้อมูลคือการแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ส่วนการลงข้อสรุปคือการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

14. การสร้างแบบจำลอง เป็นการนำเสนอข้อมูล แนวคิดและความคิดรวบยอด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หรือหุ่น เป็นต้น

Collette (1973, อ้างถึงใน ไพฑูริย์ สุขศรีงาม, 2548, น. 93-95) ได้กล่าวว่า สมาคมส่งเสริม ความก้าวหน้าแห่งสหรัฐอเมริกา (American association for the advancement of science: AAAS) แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท 13 ทักษะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic process skill) แบ่งออกเป็น 8 ทักษะดังนี้
 - 1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
 - 1.2 ทักษะการจัดประเภท (Classifying)
 - 1.3 ทักษะการวัด (Measuring)
 - 1.4 ทักษะการใช้เลขจำนวน (Using number)
 - 1.5 ทักษะการสื่อความหมาย (Communicating)
 - 1.6 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using Space-Time Relationship)
 - 1.7 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
 - 1.8 ทักษะการลงข้อวินิจฉัย (Inferring)
2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills) แบ่งออกเป็น 5 ทักษะ ดังนี้
 - 2.1 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
 - 2.2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
 - 2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Data)
 - 2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)
 - 2.5 ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data)

โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปได้ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถใช้ทักษะได้อย่างคล่องแคล่ว

ถูกต้องและแม่นยำ นำไปสู่การแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างมีระบบในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ จะต้องฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยเพื่อจะได้นำไปใช้เป็นเครื่องมือ ในการแสวงหา ความรู้ในวิชาอื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.3.3 บทบาทของครูในการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทิสนา เขมมณีและคณะ (2548, น.159) ได้เสนอว่า ครูมีบทบาทสำคัญ คือ

1. เป็นผู้กระตุ้น (Catalyst) ให้นักเรียนคิด โดยกำหนดปัญหา แล้วให้ นักเรียน วางแผนหาคำตอบเอง หรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและวางแผนหาคำตอบเอง
2. เป็นผู้ให้การเสริมแรง (Reinforcer) โดยการให้รางวัล กล่าวชม เพื่อให้กำลังใจ เพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง
3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Reedback Actor) โดยการบอกข้อดี ข้อบกพร่องแก่นักเรียน
4. เป็นผู้แนะนำและกำกับ (Guide and Director) เป็นผู้แนะนำเพื่อให้ เกิดความคิด และกำกับควบคุมมิให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง
5. เป็นผู้จัดระเบียบ (Organizer) เป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง อุปกรณ์สื่อการสอนแก่นักเรียน

กล่าวโดยสรุปแล้วครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) เพื่อให้ นักเรียน สามารถค้นหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.4 การวัดและการประเมินผลตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Logan and Logan (1974, อ้างถึงใน เขียวพา เดชะคุปต์, 2542) ได้เสนอการประเมิน พัฒนาการของนักเรียนตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้เครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบมาตรฐานต่าง ๆ
2. แบบทดสอบพัฒนาการทางร่างกาย
3. แบบทดสอบความพร้อมในด้านต่าง ๆ
4. แบบวัดสติปัญญา
5. แบบวัดความคิดเชิงสร้างสรรค์
6. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อจุดประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ
7. การสังเกตจากครู พ่อแม่ ผู้เชี่ยวชาญ ฯลฯ
8. การสัมภาษณ์และการถามคำถามจากบุคคลากรต่าง ๆ ในโรงเรียน ครู พ่อแม่

ผู้เชี่ยวชาญ

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544, น. 166) ได้อธิบายการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 2 รูปแบบ คือ

1. ประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice paper-and-pencil tests)
2. การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance assessment)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น. 15-20) ได้กล่าวว่า การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้โดยการกำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3

พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก เมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1. ทักษะการสังเกต	1.1 บ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง 1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยประมาณ 1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ 1.4 แยกแยะการสังเกตจากการสรุปอ้างอิงได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก เมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ทักษะในการวัด	2.1 เลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือได้ 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ 2.4 วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร ฯลฯ ได้ถูกต้อง
3. ทักษะในการจำแนก	3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ที่ตนเองกำหนดได้ 3.3 บอกเกณฑ์อื่นที่ใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้
4. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง มิติกับมิติ และมิติกับเวลา	4.1 ชี้นำรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุ หรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 4.3 บอกชื่อรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้ 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ ดังนี้ 4.4.1 ระบुरूป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติได้ 4.4.2 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุที่กำเนิดเงาได้ 4.4.3 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นได้ 4.4.4 บอกรูปรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วนได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก เมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. ทักษะในการคำนวณ	<p>4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุได้</p> <p>4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของอีกวัตถุหนึ่ง</p> <p>4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้</p> <p>4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้</p> <p>4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลา</p> <p>5.1 พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกเมื่อเกิดทักษะการนับ คือ นักเรียนสามารถนับจำนวนของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงแทนจำนวนนับได้ และตัดสินใจได้ว่าของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน</p> <p>5.2 พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกเมื่อเกิดทักษะการคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) คือ บอกวิธีการคำนวณ คิดคำนวณได้ถูกต้องและแสดงวิธีคำนวณได้</p> <p>5.3 พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกเมื่อเกิดทักษะการหาค่าเฉลี่ย คือ บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้</p>

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก
	เมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล	6.1 เลือกรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้ เช่น กราฟ แผนภูมิ 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้ 6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย 6.5 บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่กระชับรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
7. ทักษะในการลงความเห็นข้อมูล	7.1 วิเคราะห์ในเชิงสร้างสรรค์เพื่อประเมินค่าอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม
8. ทักษะในการพยากรณ์	8.1 การพยากรณ์ทั่วไป ทำนายผลที่เกิดจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ 8.2 การพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณ ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในและภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	9.1 การหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมได้ 9.2 การสร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้ 9.3 แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก เมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	10.1 กำหนดความหมาย ขอบเขตของคำและตัวแปรต่าง ๆ ในการสังเกตและการวัดได้ 10.2 สามารถแยกคำนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากคำนิยามที่ไม่ใช่คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้ 10.3 สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	11.1 ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมได้ 11.2 แยกได้ว่าสถานการณ์ไหนที่ทำให้ตัวแปร มีค่าคงที่และสถานการณ์ไหนที่ไม่ทำให้ตัวแปร มีค่าคงที่ 11.3 สร้างวิธีการทดสอบ เพื่อหาผลที่เกิดจากตัวแปรอิสระหนึ่ง ม หรือหลายตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง	12.1 ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม และมีการระบุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้ 12.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม 12.3 บันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก เมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของ ข้อมูลที่มีอยู่ได้ 13.2 อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ใน รูปแบบต่าง ๆ ได้ 13.3 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล (2557, น. 358-360) ได้เสนอแนวทางในการประเมิน ดังนี้
แนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลาย ดังนี้

1. การใช้กระบวนการสังเกต (Observation) ถือว่าเป็นวิธีที่ครูใช้ในการประเมิน
พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่แล้วซึ่งวิธีการที่ใช้ในการประเมินทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์โดยการสังเกตนั้น จะเกิดขึ้นในระหว่างที่นักเรียนทำการทดลองหรือทำกิจกรรม
การเรียนรู้โดยมีเครื่องมือที่หลากหลาย และแบ่งออกได้หลายแบบ ได้แก่ การสังเกตอย่างไม่เป็น
ทางการ (Informal observation) การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured observation) และการสังเกต
แบบการเล่าเรื่อง (Narratives)

1.1 การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal observation form) ครูเป็นผู้
สังเกตโดยไม่มีประเด็นชี้เฉพาะในการสังเกต และไม่ได้กำหนดบุคคลในการสังเกตที่ชัดเจน เป็น
การสังเกตโดยภาพรวมเพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน ผลจากการสังเกต อาจได้ข้อมูลอย่าง
คร่าว ๆ ว่านักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไร เช่น ชอบทำงานคนเดียว ชอบที่จะให้มีผู้ชี้แนะแนวทางเป็นต้น

1.2 การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured observation) ครูเป็นผู้สังเกตโดยมี
ประเด็นทักษะที่ต้องการสังเกตที่ชัดเจนและเป็นระบบ มีการกำหนดกลุ่มนักเรียน หรือนักเรียน
ในการสังเกตชัดเจนในกรณีงานกลุ่มหรืองานเดี่ยว และหากนักเรียนมีจำนวนมาก มีการจัดระบบ
การสังเกต จัดเวลาและหัวข้อในการสังเกตที่ชัดเจน มีแบบสังเกต ผลจากการสังเกต ทำให้ได้ข้อมูล
ทักษะที่แสดงออก ความก้าวหน้าของทักษะที่เปลี่ยนแปลงในทางบวกและลบ ของนักเรียนทั้งราย
กลุ่มและรายบุคคล และครูสามารถให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) ไปสู่นักเรียนได้

1.3 การสังเกตแบบการเล่าเรื่อง (Narratives) ใช้สังเกตพฤติกรรมหรือทักษะที่
ค่อนข้างซับซ้อน เช่น การทำงานกลุ่ม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม ซึ่งอาจจะไม่สามารถตอบได้ด้วย
การ checklist เช่น ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปร่วมกันทั้งกลุ่ม การบันทึกการสังเกตจะใช้

การเขียนบรรยายแบบเล่าเรื่องราวดูการทำงานของแต่ละบุคคลในกลุ่ม ซึ่งทำให้ทราบปัญหาของกลุ่มที่ลึกซึ้งจะได้แก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ได้ถูกจุดในบทเรียนต่อไป

2. การใช้คำถาม (Question) สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่นการสัมภาษณ์ (Interview) แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-assessment questionnaire) การทดสอบ (Testing) เป็นต้น

2.1 การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีการประเมินที่ต้องใช้เวลาและส่งผลต่อการจัดการชั้นเรียน แต่ก็ยังเป็นวิธีที่มีคุณค่า โดยเฉพาะสำหรับนักเรียนที่มีลักษณะเฉพาะตัวมีปัญหาในการเรียนรู้ หรือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาอย่างเร่งด่วน ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้คำตอบที่ทำให้ครูสามารถหาแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน และวิธีการนี้ยังทำให้นักเรียนรู้สึกได้ว่าครูให้ความสำคัญและเป็นห่วงและความสนใจ ซึ่งมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและส่งเสริมการเรียนรู้ อีกทั้งยังเหมาะกับนักเรียนที่มีปัญหาการถ่ายทอดข้อความผ่านการเขียนตอบและเหมาะสำหรับการติดตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งวิธีการนี้สามารถจัดเป็นการสัมภาษณ์รายกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ สามารถกระทำได้ทั้งการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview) และ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview)

2.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-Assessment Questionnaire) เป็นอีกเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับนักเรียนในการวิเคราะห์ตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไรและสามารถใช้ได้ในด้านอื่น เช่นความรู้ ผลงานที่ตนเองทำ เจตคติ ฯลฯ เป็นการสะท้อนความคิดของนักเรียนที่มีต่อตนเองให้ครูได้รับรู้ สามารถประเมินตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะเป็นอย่างไรและตนเองยังควรต้องพัฒนาปรับปรุงส่วนไหน อย่างไร ครูสามารถใช้ผลจากการประเมินตนเองของนักเรียนประกอบกับเครื่องมืออื่น ๆ ที่ครูใช้ประเมิน อาจทำเป็นแบบสอบถามในรูปแบบคำถามปลายเปิด (Open-Ended Questions) มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) และอีกหลากหลายรูปแบบการทดสอบ (Testing) ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้จากการใช้แบบทดสอบ การประเมินทักษะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกถึงสิ่งที่ตนเองรู้มากกว่าการจดจำความรู้ ครูสามารถประเมินนักเรียนในขณะที่ลงมือทำกิจกรรม ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบข้อสอบที่เป็นข้อคำถามความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะมีความแตกต่างอยู่ทั้งข้อคำถามและรูปแบบการตอบข้อคำถามสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบหรือปฏิบัติการเท่านั้นแต่สามารถทำได้ในรูปแบบของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice) ได้เช่นกัน แต่ผู้ประเมินต้องมั่นใจว่าเรื่องที่ถามเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบ ไม่ใช่แค่เพื่อวัดความรู้ความจำเท่านั้น

3. การประเมินจากผลงานของนักเรียน (Looking at students' work) สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาได้จากการตอบคำถามในใบงาน (Worksheet) การเขียนอนุทิน (Journal) ผลงาน โครงการงานชิ้นงาน และการสาธิต (Project, product and demonstration) และแฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) เป็นต้นเครื่องมือต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นสิ่งสำคัญที่ครูจะใช้ในการวิเคราะห์ถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนได้ลงลึกในรายบุคคล และมีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งในการจัดการชั้นเรียนแต่ครูต้องมีความทุ่มเทเพราะวิธีการต่าง ๆ เหล่านี้ มักจะใช้เวลาในการตรวจ ประเมิน ให้คะแนน ค่อนข้างมากและหากนักเรียนมีจำนวนมาก จะเป็นการเพิ่มภาระงานของครูยิ่งขึ้นไปอีก

The Exploratorium and Institute for Inquiry (2006, อ้างถึงใน ชนินันท์ พุกฤษ์ประมุล , 2557, น. 258-362) ได้แนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การใช้กระบวนการสังเกต (Observation) ถือว่าเป็นวิธีที่ครูใช้ในการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่แล้ว ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการประเมินทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตนั้น จะเกิดขึ้นในระหว่างที่นักเรียน ทำการทดลองหรือทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีเครื่องมือที่หลากหลาย และแบ่ง ออกได้หลายแบบ ได้แก่ การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Observation) การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured Observation) และการสังเกตแบบการเล่าเรื่อง (Narratives)

1.1 การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Observation Form) ครูเป็นผู้สังเกตโดยไม่ประเด็นชี้เฉพาะ ในการสังเกต และไม่ได้กำหนดบุคคลในการสังเกตที่ชัดเจน เป็นการสังเกตโดย ภาพรวมเพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน ผลจากการสังเกต อาจได้ข้อมูล อย่างคร่าว ๆ ว่านักเรียนมีพฤติกรรม อย่างไร เช่น ชอบทำงานคนเดียว ชอบที่ จะให้มีผู้ชี้แนะแนวทาง เป็นต้น

1.2 การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured Observation) ครูเป็นผู้สังเกตโดยมีประเด็นทักษะที่ ต้องการสังเกตที่ชัดเจนและเป็นระบบ มี การกำหนดกลุ่มนักเรียน หรือนักเรียนในการสังเกตชัดเจนในกรณีงานกลุ่มหรืองาน เดี่ยว และหากนักเรียนมีจำนวนมากมีการจัดระบบการสังเกต จัดเวลาและหัวข้อใน การสังเกตที่ชัดเจน มีแบบสังเกต ผลจากการสังเกต ทำให้ได้ข้อมูลทักษะที่ แสดงออก ความก้าวหน้าของทักษะที่ เปลี่ยนแปลงในทางบวกและลบ ของนักเรียนทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล และครู สามารถให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) ไปสู่นักเรียนได้

1.2.1 การสังเกตแบบการเล่าเรื่อง (Narratives) ใช้สังเกตพฤติกรรมหรือทักษะที่ค่อนข้าง ชับซ้อน เช่น การทำงานกลุ่ม ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่ม ซึ่งอาจจะไม่สามารถตอบได้ด้วยการ checklist เช่น ทักษะการตีความ หมายและลงข้อสรุปร่วมกันทั้งกลุ่ม การบันทึก การสังเกตจะใช้การเขียนบรรยาย แบบเล่าเรื่องราวดูการทำงานของแต่ละ บุคคลในกลุ่ม ซึ่งทำให้ทราบปัญหาของกลุ่ม ที่ลึกซึ้งจะได้แก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ได้ ถูกจุดในบทเรียนต่อไป

2. การใช้คำถาม (Question) สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์ (Interview) แบบสอบถาม เพื่อประเมินตนเอง (Self-assessment questionnaire) การทดสอบ (Testing) เป็นต้น

2.1 การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีการประเมินที่ต้องใช้เวลาและส่งผลต่อการจัดการชั้นเรียน แต่ก็ยังเป็นวิธีที่มีคุณค่า โดยเฉพาะสำหรับนักเรียนที่มีลักษณะ เฉพาะตัว มีปัญหาในการเรียนรู้ หรือมีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนา อย่างเร่งด่วน ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ทำให้ครูสามารถหา แนวทางในการปรับเปลี่ยน พฤติกรรมของนักเรียน และวิธีการนี้ยังทำให้นักเรียนรู้สึกได้ว่า ครูให้ความสำคัญและความสนใจ ซึ่งมีส่วน ช่วยในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและส่งเสริม การเรียนรู้ อีกทั้งยังเหมาะกับนักเรียนที่มี ปัญหาการถ่ายทอดข้อความผ่านการเขียน ตอบและเหมาะสำหรับการติดตาม พฤติกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียน ซึ่งวิธีการนี้ สามารถจัดเป็นการสัมภาษณ์รายกลุ่มหรือ รายบุคคลก็ได้ สามารถกระทำ ได้ทั้งการ สัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) การสัมภาษณ์แบบกึ่ง โครงสร้าง (Semi-Structured Interview) และ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview)

2.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-Assessment Questionnaire) เป็นอีก เครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับ นักเรียนในการวิเคราะห์ตนเองว่ามีทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เป็น อย่างไรและสามารถใช้ได้ในด้านอื่น เช่น ความรู้ ผลงานที่ตนเองทำ เจตคติ ฯลฯ เป็นการสะท้อนความคิดของนักเรียนที่มี ต่อตนเองให้ครูได้รับรู้ สามารถประเมิน ตนเองว่ามีทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะเป็นอย่างไร และตนเองยังควรต้องพัฒนาปรับปรุง ส่วนไหน อย่างไร ครูสามารถใช้ผลจาก การประเมินตนเองของนักเรียนประกอบ กับเครื่องมือ อื่นๆ ที่ครูใช้ประเมินอาจทำเป็นแบบสอบถามในรูปแบบคำถาม ปลายเปิด (Open-Ended Questions) มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และอีกหลากหลายรูปแบบ

2.3 การทดสอบ (Testing) ในการประเมินทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ สามารถประเมินได้จากการใช้แบบทดสอบการประเมินทักษะเปิด โอกาสให้นักเรียนได้แสดงออก ถึงสิ่งที่ตนเองรู้มากกว่าการจดจำความรู้ ครูสามารถประเมินนักเรียนในขณะที่ลงมือ ทำกิจกรรม

ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบข้อสอบที่เป็นข้อคำถามความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะมีความแตกต่างอยู่ทั้งข้อคำถามและรูปแบบการตอบ

สรุปได้ว่า แนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1) การใช้กระบวนการสังเกตซึ่งวิธีการที่ใช้ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตนั้น จะเกิดขึ้นในระหว่างที่นักเรียนทำการทดลองหรือทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีเครื่องมือที่หลากหลาย 2) ประเมินพฤติกรรม การปฏิบัติงานและทักษะการทดลองสามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่นการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ รวมไปถึงการดูแลรักษาอุปกรณ์ 3) การประเมินจากผลงานของนักเรียนพิจารณาได้จาก การตอบคำถามในใบงาน การเขียนอนุทิน ผลงาน โครงงานชิ้นงาน และการสาธิต และแฟ้มสะสมผลงาน เป็นต้น 4) การทดสอบ ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้จากการใช้แบบทดสอบ การประเมินทักษะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกถึงสิ่งที่ตนเองรู้มากกว่าการจดจำความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะมีความแตกต่างอยู่ทั้งข้อคำถามและรูปแบบการตอบในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การทดสอบ (Testing) ในรูปแบบของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choices) และแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.4 บริบทโรงเรียนบรบือวิทยาคาร

โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ตั้งอยู่เลขที่ 59 หมู่ 3 ตำบลหนองสิม อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เปิดสอนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีบุคลากรสายบริหาร 5 คน ได้รับการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม เมื่อวันที่ 26 ถึง 28 เดือนมกราคม พ.ศ.2558 มีการจัดการศึกษา 1 ระดับคือ

2.4.1 ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน: มัธยมศึกษา จำแนกเป็น

มัธยมศึกษา มีบุคลากรครูจำนวน 119 คน นักเรียน จำนวน 2,387 คน
รวมทั้งสถานศึกษา มีบุคลากรครูจำนวน 119 คน นักเรียน จำนวน 2,387 คน

2.4.2 ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน: มัธยมศึกษา

จำนวนนักเรียนแรกเข้า 381 คน จำนวนนักเรียนจบการศึกษา 282 คน

สรุปผลการประเมินคุณภาพภายนอก

โรงเรียนบรบือวิทยาคารมีผลการประเมินคุณภาพภายนอกในภาพรวมการศึกษายกระดับ
พื้นฐาน : มัธยมศึกษา ได้รับการรับรองมาตรฐานการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.4

สรุปผลการประเมินคุณภาพภายนอกจำแนกเป็นรายมาตรฐานตามกฎกระทรวงฯ

ระดับการศึกษายกระดับพื้นฐาน (มัธยมศึกษา)	น้ำหนัก (คะแนน)	คะแนน ที่ได้	ระดับ คุณภาพ
มาตรฐานที่ 1 มาตรฐานที่ว่าด้วยผลการจัดการศึกษา			
กลุ่มตัวบ่งชี้พื้นฐาน			
ตัวบ่งชี้ที่ 1 นักเรียนมีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี	10.00	9.82	ดีมาก
ตัวบ่งชี้ที่ 2 นักเรียนมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์	10.00	9.90	ดีมาก
ตัวบ่งชี้ที่ 3 นักเรียนมีความใฝ่รู้และเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง	10.00	8.97	ดี
ตัวบ่งชี้ที่ 4 นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น	10.00	8.66	ดี
ตัวบ่งชี้ที่ 5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน	20.00	8.14	พอใช้
กลุ่มตัวบ่งชี้เอกลักษณ์			
ตัวบ่งชี้ที่ 9 ผลการพัฒนาให้บรรลุตามปรัชญา ปณิธาน/วิสัยทัศน์ พันธกิจ และวัตถุประสงค์ของการ	5.00	5.00	ดีมาก
ตัวบ่งชี้ที่ 10 ผลการพัฒนาตามจุดเน้นและจุดเด่นที่ส่งผลสะท้อนเป็น เอกลักษณ์ของสถานศึกษา	5.00	5.00	ดีมาก
กลุ่มตัวบ่งชี้มาตรการส่งเสริม			
ตัวบ่งชี้ที่ 11 ผลการดำเนินงาน โครงการพิเศษเพื่อส่งเสริมบทบาท ของสถานศึกษา	5.00	5.00	ดีมาก
มาตรฐานที่ 2 มาตรฐานที่ว่าด้วยการบริหารจัดการศึกษา			
กลุ่มตัวบ่งชี้พื้นฐาน			
ตัวบ่งชี้ที่ 7 ประสิทธิภาพของการบริหารจัดการและการพัฒนา สถานศึกษา	5.00	3.50	ดีมาก
กลุ่มตัวบ่งชี้มาตรการส่งเสริม			

(ต่อ)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (มัธยมศึกษา)	น้ำหนัก (คะแนน)	คะแนน ที่ได้	ระดับ คุณภาพ
ตัวบ่งชี้ที่ 12 ผลการส่งเสริมพัฒนาสถานศึกษาเพื่อยกระดับมาตรฐาน รักษามาตรฐานและพัฒนาสู่ความเป็นเลิศที่สอดคล้องกับแนวทางการ ปฏิรูปการศึกษา มาตรฐานที่ 3 มาตรฐานที่ว่าด้วยการจัดการเรียนการสอนที่เน้น นักเรียนเป็นสำคัญ กลุ่มตัวบ่งชี้พื้นฐาน	5.00	5.00	ดีมาก
ตัวบ่งชี้ที่ 6 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียน เป็นสำคัญ มาตรฐานที่ 4 มาตรฐานที่ว่าด้วยการประกันคุณภาพภายใน กลุ่มตัวบ่งชี้พื้นฐาน	10.00	9.00	ดีมาก
ตัวบ่งชี้ที่ 8 พัฒนาการของการประกันคุณภาพภายใน โดยสถานศึกษา และต้นสังกัด	5.00	4.94	ดีมาก
ผลรวมคะแนนทั้งหมด	100.00	81.93	ดี

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

จารุวรรณ เลียงไพเราะ (2554, น.54) ศึกษาผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนเกษมสิมาวิทยาคาร อำเภอตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 40 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนคะแนนทักษะทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในการทำโครงงานเป็นวิทยาศาสตร์หลังการกิจกรรม (เฉลี่ย 22.68 และ SD 2.57) สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรม (เฉลี่ย 17.40 และ SD 3.68) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

อมรรัตน์ แสงอ่อนพุช (2555, น. 113) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์และโครงสร้างของเซลล์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนบ้านคลองสิบสาม อำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยการสุ่มอย่างง่าย

มา 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 25 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์และ โครงงานสร้างของเซลล์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อมูลทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน E_1/E_2 และ E.I. การทดสอบสมมติฐานใช้ Dependent Sample t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.56/82.40 ซึ่งกำหนดไว้ 80/80 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ใช้รูปแบบการจัดการกิจกรรมแบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการใช้แบบโครงงานเป็นฐาน อย่างชัดเจน

ประกายมาศ บุญสมปอง (2558, น. 2844) ศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่อง ความปลอดภัยในชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ศึกษาความสามารถในการทำโครงงาน เรื่องความปลอดภัยในชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง(Experimental Research) แบบแผนการวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและสอบหลัง (The one group pretest-posttest design) โดย กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านไทรทอง จำนวน 32 คน ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง แบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้ เรื่อง ความปลอดภัยในชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจัดการเรียนรู้แบบ โครงงาน ($\bar{X} = 15.31$, S.D.=1.38) สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ($\bar{X} = 12.03$, S.D.=1.51) อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ความสามารถในการทำโครงงาน เรื่อง ความปลอดภัยในชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวม อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.44$, S.D.=0.04) 3) ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.31$, S.D.=0.11)

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Germann, Aram and Burke (1996, p. 105) ศึกษาพัฒนาทักษะการให้เหตุผล การคิดขั้นสูง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดขึ้นจากนักเรียนที่ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบประเมิน The Alternative Assessment of Science Process Skills (AASPS) ที่ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยมิตซูริ พัฒนา และ The Science Process Skills Inventory (SPSI) ที่ภาควิชาประเมินผลการศึกษามหาวิทยาลัยมิตซูริ พัฒนา SPSI ใช้ในการวิเคราะห์สิ่งที่นักเรียนเขียนในการออกแบบการทดลอง โดยประเมิน 7 รายการ ได้แก่ การกำหนดตัวแปรอิสระ การกำหนดและควบคุมตัวแปรการบันทึกผลที่ได้ของตัวแปรตาม การทดลองหลาย ๆ ครั้ง การควบคุมการทดลอง การกำหนดตัวแปรควบคุม และการทดสอบสมมติฐาน เครื่องมือนี้ใช้ตรวจงานของนักเรียน 364 คน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประเมิน AASPS ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ทักษะกระบวนการที่นักเรียนพัฒนา คือ การตั้งสมมติฐาน และการกำหนดตัวแปร

Bilgin, et al. (2015, p. 130) ศึกษาผลของวิธีการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน (PBL) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีและความสัมพันธ์กับความเชื่อเรื่องการเรียนรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์และการให้ความรู้เกี่ยวกับ PBL กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประกอบด้วย 2 นักศึกษาห้องที่ได้รับการสุ่มเลือกจากกลุ่ม 7 ห้อง หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนแห่งมหาวิทยาลัยแห่งรัฐในประเทศตุรกี กลุ่มที่ได้รับการสุ่มตัวอย่าง (n = 33) ได้รับการสอนตามวิธี PBL กลุ่มควบคุม (n = 33) ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม (TT) การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STTAT) และระดับความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-efficacy belief scale) เป็นมาตรการก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มมีผลการปฏิบัติงานที่ดีกว่าใน Post-SEBS และ Post-STTAT นักเรียนในกลุ่มแสดงความเห็นในเชิงบวก

Richard (2015, p. 142) ศึกษาวิธีการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของโครงการการเรียนรู้โดยใช้ความเข้าใจโดยกรอบการออกแบบในการปรับปรุงการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาวิทยาศาสตร์ 6 สองส่วนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับจากโรงเรียนประถม โดยเลือกสำหรับการศึกษากลุ่ม A (ทองคำ) ได้รับการสอนผ่านเทคนิคการเรียนรู้ด้วยโครงงานและกลุ่ม B (โกเมน) ได้รับการสอนผ่านเทคนิคการสอนแบบดั้งเดิมมากขึ้น การทดสอบก่อนและหลังคือจัดการกับทั้งสองกลุ่มเพื่อดูว่ามีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกันหรือไม่ความสำเร็จ มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนหลังจาก

การแทรกแซง ความแตกต่างทางสถิติได้พิสูจน์แล้วประสิทธิผลของ การจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน เป็นวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้แรงจูงใจและ ทักษะคิดได้รับผลกระทบทางบวก การศึกษาเพิ่มเติมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาอื่น ๆ

Irwanto (2018, p.132) งานวิจัยนี้สำรวจระดับของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างเพื่อความสะดวกถูกใช้ในการเลือก นักศึกษาระดับปริญญาตรี 298 คน มหาวิทยาลัยโยฮาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ของนักเรียนอยู่ในระดับปาน กลางและระดับต่ำตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีช่องว่างที่สำคัญในการแสดงของนักเรียนตามสาขาวิชา เพศและระดับชั้น พบว่าผู้ชายมีความแข็งแกร่งกว่าเพศหญิงในวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังม ีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและมีนัยสำคัญปานกลางระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นพื้นฐานและบูรณาการของนักเรียน นักเรียนที่มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น พื้นฐานสูงมีแนวโน้มที่จะได้รับคะแนน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นพื้นฐานและขั้น บูรณาการสูงขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าก่อนที่จะเริ่มกิจกรรมหลักสูตรห้องปฏิบัติการอาจารย์ต้อง พิจารณาทักษะกระบวนการของนักเรียนเพื่อวางแผนในลักษณะที่พวกเขาสามารถช่วยยกระดับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า การจั ดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพอย่างหนึ่งที่สามารถ นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนศูนย์กลาง ส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 2 การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

1. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญในการประเมินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน ประเมินการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

2.1 รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนื่องเฉลิม กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2.2 ผศ.ดร.ไพศาล วรคำ ศษ.ม. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผล

2.3 คุณครูพัชรินทร์ เทียบพิมพ์ ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนวิทยาศาสตร์

2.4 คุณครูวราภรณ์ จิณบุญ ค.ม. (หลักสูตรและการเรียนการสอน) ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

2.5 คุณครูอารีวรรณ ชัดติยะวงศ์ วท.ม. (เคมีศึกษา) ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

3. เครื่องมือวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อการส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 15 ชั่วโมง

4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

4.1 จุดประสงค์

สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

4.2 วิธีการสร้างเครื่องมือ

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ขอบข่ายเนื้อหา การวัดการประเมินผล และศึกษาโครงงานเป็นฐานเพื่อใช้เป็นรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.2.2 ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนบรบือวิทยาคาร โดยศึกษาโครงสร้างรายวิชา คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้วทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนรู้ เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว22101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 แผน รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง

4.2.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 1 แผนการเรียนรู้ เวลา 15 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.2.3.1 ออกแบบการเขียนแผนกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

4.2.3.2 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน (พิมพ์ันธ์ เคะชะคุปต์และเพชรวิญญู. 2548, น.85-87)

1) กำหนดหัวข้อปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด

- 2) ศึกษาทฤษฎี หลักการ รวมถึงแนวคิดสนับสนุนเรื่องที่สนใจทำ
โครงการวิทยาศาสตร์
- 3) พัฒนาโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือวางแผนปฏิบัติงาน
- 4) ปฏิบัติตามขั้นตอนโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบ
หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่
- 5) เขียนรายงานโครงการ
- 6) เผยแพร่โครงการวิทยาศาสตร์สู่ชุมชนและสาธารณะ

4.2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาให้
คำแนะนำ ความถูกต้องของเนื้อหา และความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวทางการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.2.5 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบมาตรา
ส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 102-103) โดยยึดเกณฑ์การประเมินคำตอบ
ในแบบสอบถาม โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด,
2545, น. 102-103) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการเรียนรู้ ทำการประเมินแต่ละแผนการเรียนรู้โดย
เกณฑ์การประเมินคะแนน ดังนี้

มีค่าประเมินเหมาะสมที่สุด	มีค่าเท่ากับ	5
มีค่าเหมาะสมมาก	มีค่าเท่ากับ	4
มีค่าเหมาะสมปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	3
มีค่าเหมาะสมน้อย	มีค่าเท่ากับ	2
มีค่าเหมาะสมน้อยที่สุด	มีค่าเท่ากับ	1

4.2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ
ทั้ง 5 คน เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ให้พิจารณาปรับปรุงแก้ไข

4.2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 ห้องเรียน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นข้อมูล
พื้นฐานสำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน
เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

5.2 ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน จำนวน 1 แผน รวมเวลา
15 ชั่วโมง

5.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนำเสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา รูปแบบการสอน และความเหมาะสมของภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5.4 ผู้วิจัยส่งเครื่องมือในการวิจัย เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินคุณภาพความเหมาะสมของเครื่องมือ ประเมินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการแปลผลคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งระดับความเหมาะสมต้องได้ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป จึงถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมที่มีต่อแผนการเรียนรู้ใช้เกณฑ์ของเบสท์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 103-106)

เกณฑ์การแปลผล

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00	หมายถึง	เหมาะสมในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50	หมายถึง	เหมาะสมในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50	หมายถึง	เหมาะสมในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50	หมายถึง	เหมาะสมในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50	หมายถึง	เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

7.1 สถิติพื้นฐาน

7.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean : \bar{X}) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 323) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3-1)$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

7.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 325) ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3-2)$$

เมื่อ	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	X_i	แทน	ค่าคะแนนของคนที่ i
	n	แทน	จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 2 การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 42 คน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 26 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สารละลาย ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

3. เครื่องมือวิจัย

3.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ รวม 60 นาที วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ขั้น ตามแนวคิด American Association for The Advancement of Science : AAAS โดยวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการจัดการเรียนการสอน จำนวน 30 ข้อ

3.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานในส่วนของรายงานโครงการ เป็นการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ปรับปรุงจาก เนตรชนก จันทร์สว่าง (2548, น. 87) ที่พัฒนาตามกรอบแนวคิดของ Germann, Aram and Burke (1996, p. 102) ประเมินจากรายงานโครงการ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน 3 ระดับ ให้คะแนนจากรายงานโครงการตามองค์ประกอบย่อย

ในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยประเมินการออกแบบการทดลองไว้ 5 รายการ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง และการตีความหมายและลงข้อสรุป

4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

4.1 วิธีการสร้างเครื่องมือ

4.1.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตามแนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา หรือ American Association for The Advancement of Science : AAAS (1970, pp.247) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ได้ 5 ด้าน ด้านละ 3 ข้อ ได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านที่ 2 ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านที่ 3 ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านที่ 4 ด้านการทดลอง ด้านที่ 5 ด้านการตีความหมายและลงข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ตามขั้นตอน ดังนี้

4.1.1.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ตามแนวคิดของ สมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา หรือ American association for the advancement of science : AAAS (1970, pp. 247)

4.1.1.2 สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการตามแนวคิดของ แนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS) ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก แบ่งเป็น 5 ด้าน จำนวน 50 ข้อ ดังตาราง ที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

ข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจำแนกเป็นรายด้าน

องค์ประกอบ	ประเภท	สร้าง (ข้อ)	เลือกใช้ (ข้อ)
การตั้งสมมติฐาน	ปรนัย	10	6
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	ปรนัย	10	6
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ปรนัย	10	6
การทดลอง	ปรนัย	10	6
การตีความหมายและลงข้อมูล	ปรนัย	10	6
รวม		50	30

4.1.1.3 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและแก้ไขข้อคำถาม และปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4.1.1.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตามข้อ 2 เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา จำนวน และวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่มีค่าโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและแบบทดสอบ (Index of item – Objective Congruence: IOC) โดยให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

ถ้าข้อคำถามวัดได้ตรงจุดประสงค์	ได้ +1 คะแนน
ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์	ได้ 0 คะแนน
ถ้าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงจุดประสงค์	ได้ -1 คะแนน

4.1.1.5 นำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทุกคนมาวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับแบบทดสอบเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยเลือกใช้คำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.6 – 1.00 พบว่า ผ่านเกณฑ์ IOC ทุกข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 (ตารางที่ ก.1)

4.1.1.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4.1.1.7 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นห้องเรียนคู่ขนานคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอหนองสิม จังหวัดมหาสารคาม เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

4.1.1.8 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 30 ข้อ มาตรวจให้คะแนน และนำคะแนนมาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม (Item Discrimination Index: r) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 300-301) โดยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการต้องมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-1.00 จากนั้นคัดเลือกแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.33-0.82 (ตารางที่ ก.3)

4.1.1.9 จากนั้นนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่คัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับตามวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods) โดยใช้สูตร KR-20 (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 288) โดยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการต้องมีค่ามากกว่า 0.80 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์พบว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับยอมรับได้ มีค่าเท่ากับ 0.88 (ตารางที่ ก.4)

4.1.1.10 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยม เขต 26

4.1.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจรายงาน โครงการให้คะแนน การเขียนรายงานของนักเรียน ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือมีขั้นตอน ดังนี้

4.1.2.1 วิเคราะห์ความหมาย และวิธีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จากตำรา เอกสาร และงานวิจัย

4.1.2.2 เลือกรูปแบบวิธีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่เป็นการประเมินตามสภาพจริง ปรับปรุงจาก เนตรชนก จันทร์สว่าง (2548, น. 87) ที่พัฒนาตาม Germann, Aram and Burke (1996, p. 102) แล้วทำเป็นแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ จำนวน 5 ทักษะ ประเมินโดยการตรวจให้คะแนนจากรายงาน โครงการ กำหนดระดับคะแนนแต่ละรายการ 3 คะแนน ตามกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด (ภาคผนวก ข.)

4.1.2.3 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่ปรับปรุง นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ และทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะตามอาจารย์ที่ปรึกษา

4.1.2.4 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตามข้อ 2 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของรายการประเมิน และเกณฑ์การให้คะแนน ภาษาที่ใช้โดยพิจารณาดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างรายการประเมินและเกณฑ์การให้คะแนน ที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้

ให้ +1 คือ แบบวัดมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

ให้ 0 คือ ไม่แน่ใจว่าแบบวัดมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

ให้ -1 คือ แบบวัดไม่มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ โดยเลือกค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.6 – 1.00 พบว่า ผ่านเกณฑ์ IOC ทุกข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 (ตารางที่ ก.4)

4.1.2.5 นำเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ไปทดลองตรวจให้คะแนนรายงาน โครงการของนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try out)

จำนวน 5 การทดลอง โดยใช้ผู้ประเมิน จำนวน 3 คน ตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์ แล้วมาคำนวณหา ดัชนีความพ้องกันของผู้ประเมิน (Rater Agreement Index: RAI) กรณีหนึ่งพฤติกรรมหนึ่งตัวอย่าง หลายผู้ประเมิน (Burry-Stock, Judith A. and other, 1966 , p. 251-261) ทั้งนี้ แบบประเมินทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการต้องมีค่า RAI เข้าใกล้ 1 พบว่าเกณฑ์การประเมินทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน (RAI) เท่ากับ 0.83 (ภาคผนวก ค)

4.1.2.6 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการไป ใช้กับกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยม เขต 26

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 เรื่อง สารละลาย โรงเรียนบรบือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 42 คน โดยใช้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนในการเก็บ รวบรวมข้อมูลดังนี้

5.1 ชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนและวิธีปฏิบัติให้กับนักเรียน และดำเนินการจัดการเรียนรู้ จากแผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดการเรียนรู้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้เวลาสอน จำนวน 15 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้

5.2 ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังจากทำกิจกรรมการ จัดการเรียนรู้โดยจัดการเรียนรู้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน ในแต่ละชั้น เพื่อใช้บันทึกข้อมูลขณะ ปฏิบัติกิจกรรมและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะตามสภาพจริงที่เกิดขึ้น

5.3 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมเสร็จสิ้นครบทั้งแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ประเมินผลการ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สารละลาย ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างเครื่อง จิน ไปสอบกับกลุ่มเป้าหมาย

5.4 ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากรายงานโครงงาน วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สารละลาย กับนักเรียน เพื่อประเมินทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

6.1 วิเคราะห์ผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยพิจารณาคำตอบของนักเรียน ตามแนวคิดของ American association for the advancement of science : AAAS 5 ด้าน โดยใช้สถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

6.2 วิเคราะห์แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากรายงานโครงการ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน 3 ระดับปรับปรุงจาก เนตรชนก จันทร์สว่าง (2548, น. 87) ที่พัฒนาตามกรอบแนวคิดของ Germann, Aram and Burke (1996, p. 102) ตามสาระการเรียนรู้ โดยใช้สถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 สถิติพื้นฐาน

7.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณโดยใช้สูตรหาค่าเฉลี่ย (ไพศาล วรคำ, 2561, น.323) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3-3)$$

เมื่อ \bar{X} แทน เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มเป้าหมาย

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มเป้าหมาย

7.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น.325) ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3-4)$$

เมื่อ S แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

7.1.3 การหาร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรรคำ 2561, น. 321)

$$P = \frac{f}{N} 100 \quad (3-5)$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

7.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

7.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการและแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยใช้สูตร
(ไพศาล วรรคำ, 2561, น. 268)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-6)$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

R แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความ สอดคล้องในข้อนั้น

7.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) แบบอิงกลุ่มของแบบวัดทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ (Item Discrimination Index : r) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 (ไพศาล
วรรคำ, 2561, น. 300-301) ดังนี้

$$r = \frac{f_H}{n_H} - \frac{f_L}{n_L} = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \quad (3-7)$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

f_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

f_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

n_H, n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

n แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด ($n = n_H + n_L$)

7.2.4 ความเชื่อมั่น (Reliability) แบบอิงกลุ่มของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods : KR-20) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 288) ดังนี้

$$KR-20 = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right] \quad (3-8)$$

เมื่อ KR-20 แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i
 q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i หรือ เท่ากับ $1 - p_i$
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

7.2.5 ค่าดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยใช้วิธี Judith A. Burry-stock และคณะ (Burry-Stick, et al. 1996) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 294)

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^k |R_{1k} - R_{2k}|}{K(I-1)} \quad (3-9)$$

เมื่อ RAI แทน เป็นดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน
 R_{1k} แทน เป็นคะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1 ในพฤติกรรมที่ k ($k=1,2, 3, \dots, K$)
 R_{2k} แทน เป็นคะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2 ในพฤติกรรมที่ K
 I แทน เป็นจำนวนคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้ (Scoring rubrics)
 K แทน เป็นจำนวนพฤติกรรมบ่งชี้ทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย ตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอข้อมูลผลการวิจัย
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอข้อมูลผลการวิจัย
3. ผลการวิจัย

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอข้อมูลผลการวิจัย

ในการนำเสนอข้อมูลเพื่อให้เข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล ดังนี้

N แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ระยะที่ 2 การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.3 ผลการวิจัย

ระยะที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 แผน รวม 15 ชั่วโมง

ผู้วิจัยทำการดำเนินการแผนการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด ขั้นที่ 2 ศึกษาทฤษฎี หลักการสนับสนุนเรื่องที่น่าสนใจทำโครงการวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 3 ขั้นพัฒนาโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือแผนปฏิบัติงาน ขั้นที่ 4 ขั้นปฏิบัติตามโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ขั้นที่ 5 ขั้นเขียนรายงานโครงการ ขั้นที่ 6 ขั้นเผยแพร่โครงการวิทยาศาสตร์สู่ชุมชน โดยมีรายละเอียดกิจกรรมดังตารางที่ 4.1



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1

วิเคราะห์แนวการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเรื่อง สารละลาย

กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน	ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง	สื่อที่ใช้	หมายเหตุ
ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาที่ สนใจศึกษาให้ชัด	1	1	- ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สารละลาย - ใบงานที่ 1 เรื่อง สารละลาย - สื่อ Power Point	
	2	2	- กิจกรรมที่ 1.1 กำหนดหัวข้อปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด - กิจกรรมที่ 1.2 คำถามผู้โครงงานวิทยาศาสตร์ - กิจกรรมที่ 1.3 การตั้งสมมติฐาน	
ขั้นที่ 2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ สนับสนุนเรื่อง ที่สนใจทำโครงงาน วิทยาศาสตร์	3	1	- ใบกิจกรรม	
	4	1	- กิจกรรมที่ 2.1 สารละลาย - สื่อ Power Point - ใบความรู้ที่ 2 องค์ประกอบของสารละลาย	

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงการเป็นฐาน	ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง	สื่อที่ใช้	หมายเหตุ
	5	1	- กิจกรรมที่ 2.3 ผลของชนิดตัวทำละลายต่อการละลายได้ของสาร - ใบความรู้ที่ 4 ผลของชนิดตัวทำละลายต่อการละลายได้ของสาร	
	6	1	- ใบงานที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลาย - สื่อ Microsoft Office Power Point	
ขั้นที่ 3 พัฒนาโครงการทำ โครงการวิทยาศาสตร์ หรือแผนปฏิบัติงาน	7	2	- กิจกรรมที่ 3 พัฒนาโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือวางแผน ปฏิบัติงาน	
ขั้นที่ 4 ปฏิบัติตาม โครงการทำโครงการ วิทยาศาสตร์จนได้ข้อ ค้นพบหรือ สิ่งประดิษฐ์ใหม่	8	3	- กิจกรรมที่ 4 ปฏิบัติการขั้นตอนโครงการ	

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงการเป็นฐาน	ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง	สื่อที่ใช้	หมายเหตุ
ขั้นที่ 5 เขียนรายงาน โครงการ	9	1	- กิจกรรมที่ 5 เขียนรายงานโครงการ - ใบความรู้ที่ 5 การเขียนบทคัดย่อ - ใบความรู้ที่ 6 การอ้างอิงและบรรณานุกรม	
ขั้นที่ 6 เผยแพร่โครงการ วิทยาศาสตร์สู่ชุมชน	10	2	- ใบความรู้ที่ 7 เผยแพร่โครงการวิทยาศาสตร์สู่ชุมชนและสาธารณะ	
รวม		15		

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ รายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขึ้นกำหนดหัวข้อปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด ผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใช้สื่อ Power Point โดยให้นักเรียนสังเกตยาแก้ไอแบบน้ำเชื่อม น้ำหวาน น้ำยาบ้วนปาก เพื่อให้ได้แนวคิดยาแก้ไอแบบน้ำเชื่อม น้ำหวาน น้ำยาบ้วนปาก เป็นสารผสมที่ประกอบด้วยสารหลายชนิดผสมกันเป็นเนื้อเดียว จัดเป็นสารละลาย การนำสารละลายไปใช้ประโยชน์ ต้องคำนึงถึงชนิดของสารที่นำมาผสมกัน และความเข้มข้นของสารละลาย ผู้วิจัยแจ้งนักเรียนว่าหัวข้อที่จะเรียนคือ เรื่อง สารละลาย ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 8-9 คน โดยแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์และตัวอย่างโครงงาน ประเภททดลอง เพื่อให้เห็นถึงประโยชน์ของสารละลายในชีวิตประจำวัน จากนั้นทำกิจกรรมที่ 1.2 คำถามคู่โครงงานวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนปัญหาหรือสิ่งที่นักเรียนสนใจเกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องสารละลายมาใช้ประโยชน์โดยเขียนลงในกระดาษ Post it ที่แจกให้ นำมาติดใส่กระดาษ A4 แล้วนำมาอภิปรายในกลุ่ม แต่ละกลุ่มรวบรวมคำถามของทุกคน แล้วคัดเลือก 1 คำถามที่สามารถหาคำตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งควรเป็นคำถามที่ยังไม่รู้คำตอบมาก่อน (คำถามวิจัย) สามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้ แล้วอภิปรายร่วมกันเพื่อกำหนดหัวข้อเรื่อง ทุกกลุ่มนำเสนอ คำถามวิจัย และหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ พร้อมให้เหตุผล พบว่าหัวข้อที่นักเรียนเลือกมาทำโครงงาน ได้แก่ การทำน้ำยาล้างจานผสมมะละกอ การทำน้ำยาล้างจานจากมะนาว การทำสบู่มะขาม เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 ขึ้นศึกษาทฤษฎี หลักการ รวมถึงแนวคิดสนับสนุนเรื่องที่สนใจทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยให้ข้อมูลนักเรียน เกี่ยวกับ สารละลาย องค์ประกอบของสารละลาย การคำนวณหาความเข้มข้นร้อยละของสารละลาย จากเอกสารประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยแจกให้ รวมถึงสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 3 ขึ้นวางแผนและพัฒนา ผู้วิจัยทบทวนถึงสถานการณ์ จากชั่วโมงที่ 1 แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการดำเนินงานในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากใบความรู้ หนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 1 รวมถึงสืบค้นข้อมูลต่างๆ และระดมความคิดเห็นร่วมกันในการออกแบบการทำโครงงาน ให้นักเรียนระดมความคิด แสดงความคิดเห็นถึงความรู้ที่จะใช้ในออกแบบการทดลอง เพื่อหาข้อสรุปในการออกแบบการทดลองความความต้องการ นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบการทดลองที่สามารถทำได้และเขียนบันทึกลงในโครงร่างโครงงาน ถ้าหากมีการแก้ไขให้แก้ไขให้แล้วเสร็จก่อนขั้นที่ 4 และนัดหมายให้แต่ละกลุ่มนำวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีมาทดลองในครั้งต่อไป ได้แก่ ถังพลาสติกขนาด 5 ลิตร N70 (หัวชมพู) F24 เกลือ

สะอาด ผงฟอง กรดมะนาว หัวน้ำหอม น้ำสะอาด ไม้ พาย กลีเซอริน น้ำสะอาด น้ำหอม มะขามเปียก น้ำผึ้ง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 ในขั้นตอนการปฏิบัติโครงการเกี่ยวกับเรื่อง สารละลาย โดยใช้เวลาทั้งหมด 3 ชั่วโมง ผู้วิจัยให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่รับผิดชอบให้สมาชิกทุกคนในกลุ่ม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามขั้นตอนการทำโครงการที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ สังเกตและบันทึกผลการทดลองระหว่างทำการทดลอง ครูสังเกตการทดลองของนักเรียน ให้คำแนะนำ และคำปรึกษาแก่นักเรียน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการเขียนรายงานโครงการ ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานโครงการเกี่ยวกับหัวข้อที่สนใจ โดยการเขียนรายงานโครงการ และรายงานหน้าชั้น โดยการเขียนรายงานโครงการประกอบด้วยที่มาและความสำคัญ จุดมุ่งหมายของการศึกษา สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี วิธีการทดลอง ภาพการทดลอง ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และเอกสารอ้างอิง

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นเผยแพร่โครงการ ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดทำเอกสารสำหรับนำเสนอใส่ฟิวเจอร์บอร์ด แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการดำเนินงาน เพื่อสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้จากผลการดำเนินงานของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันอภิปราย วิเคราะห์ถึงสาระความรู้ เรื่อง สารละลาย นักเรียนช่วยกันเพิ่มเติมในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยมีครูช่วยแนะนำตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่สังเคราะห์ขึ้น

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านประเมินคุณภาพ คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 เป็นไปตามตัวชี้วัด	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 มีความเป็นไปได้	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุไว้ชัดเจน	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.80	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4.00	5.00	4.00	5.00	4.67	4.73	0.48	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ								
2.1 กระชับ	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.40	0.55	มาก
2.3 มีความหมายชัดเจน เข้าใจง่ายกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2)	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2	4.00	4.67	4.53	4.60	4.13	4.67	0.48	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เรียนรายคนที่ 1	ผู้เรียนรายคนที่ 2	ผู้เรียนรายคนที่ 3	ผู้เรียนรายคนที่ 4	ผู้เรียนรายคนที่ 5	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ความยากง่ายเหมาะสม	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3	4.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.73	0.48	มากที่สุด
4. เนื้อหา								
4.1 เนื้อหา และภาษา มีความถูกต้อง	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 เนื้อหามีความน่าเชื่อถือ	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 เป็นไปตามตัวชี้วัด	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	0.45	มากที่สุด
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.40	5.00	5.00	4.50	4.50	4.34	0.52	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสมตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.40	0.55	มาก
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.60	0.55	มากที่สุด
5.4 เร้าความสนใจ ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.60	0.55	มากที่สุด
5.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.60	0.55	มากที่สุด
5.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	4.00	4.17	5.00	4.83	4.67	4.53	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้								
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรม	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.60	0.55	มากที่สุด
6.3 ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 6	4.00	4.67	5.00	5.00	4.34	4.60	0.51	มาก
7. การวัดและประเมินผล								
7.1 วัดได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	0.45	มากที่สุด
7.2 ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.60	0.55	มากที่สุด
7.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.40	0.55	มาก
7.4 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.60	0.51	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 7	4.40	4.50	5.00	5.00	4.500	4.53	0.52	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทั้งหมด						4.63	0.51	มากที่สุด

จากตารางสรุปว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ทั้งหมด 1 แผน มีค่าเฉลี่ยรายด้านระหว่าง 4.34-4.80 (S.D. = 0.45-0.55) หมายความว่า แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก-มากที่สุด โดยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (4.73) และด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (4.34)

ระยะที่ 2 การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

1. ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

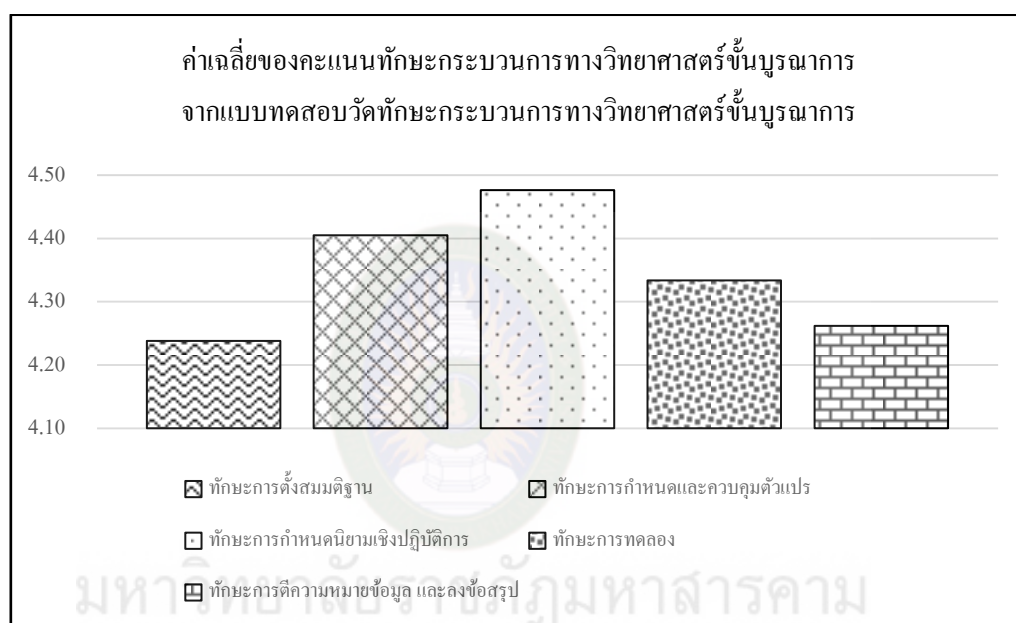
เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบตามที่กำหนดรวม 1 แผน นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จำนวน 30 ข้อ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังเรียน จำแนกเป็นรายด้านตามแนวคิดของ AAAS ปรากฏตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

ร้อยละ คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ (%)
1. การตั้งสมมติฐาน	6	4.24	0.82	70.60
2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	6	4.48	0.94	74.60
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	6	4.44	0.59	73.40
4. การทดลอง	6	4.33	1.03	72.20
5. การแปลความหมายข้อมูลและ การลงข้อสรุป	6	4.26	1.21	71.00
รวม	30	21.71	-	-
ร้อยละ		72.38		

จากตารางที่ 4.3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.38 โดยหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 74.60 และด้านการตั้งสมมติฐานมีคะแนนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 70.60 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานหลังเรียน แสดงได้ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

จากภาพ 4.1 แสดงผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน จำแนกเป็นรายด้าน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลองด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานมีคะแนนหลังเรียนมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทุกด้าน โดย กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีคะแนนมากที่สุด และด้านการตั้งสมมติฐานมีคะแนนต่ำที่สุด

2. ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

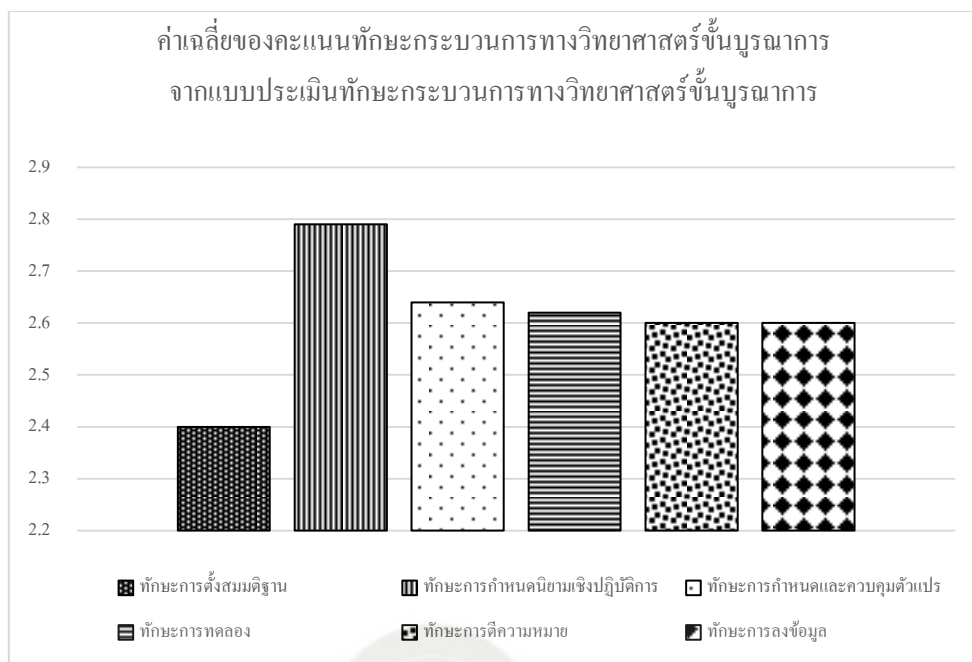
เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบตามที่กำหนดรวม 1 แผน นักเรียนทำรูปเล่มรายงานโครงงานแล้วประเมินให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของแต่ละกลุ่มจากรายงานโครงงาน ได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

ร้อยละ คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	คะแนนเต็ม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 5	\bar{X}	S.D	ร้อยละ (%)
1. การตั้งสมมติฐาน	3	2	3	2	2	3	2.40	0.50	80.16
2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	3	3	3	3	2	2.79	0.42	92.86
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	3	3	2	3	3	2	2.64	0.48	88.10
4. การทดลอง	3	2	3	2	3	3	2.62	0.49	87.30
5.1 การแปลความหมายข้อมูล	3	3	3	3	2	3	2.60	0.50	86.51
5.2 การลงข้อสรุป	3	3	3	3	2	3	2.60	0.50	86.51
รวม	18	16	15	16	15	16	15.64	-	-
ร้อยละ									86.90

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเฉลี่ย หลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 86.90 โดยหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 92.86 และด้านการตั้งสมมติฐาน มีคะแนนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.16 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ประเมินโดยตรวจจากรายงานโครงงาน แสดงได้ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จากแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

จากภาพที่ 4.2 แสดงผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จำแนก เป็นรายด้าน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลองด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อมูล จากแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในส่วนของรายงาน โครงงาน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติมากที่สุด และด้านการตั้งสมมติฐานมีคะแนนต่ำที่สุด

ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการซึ่งจากทั้งสองเครื่องมือ คือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ รวม 60 นาที และแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการจากรายงานโครงงาน โดยใช้เกณฑ์การประเมิน 3 ระดับ กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 42 คน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเฉลี่ย เกินกว่าร้อยละ 70 โดยหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมากที่สุด และด้านการตั้งสมมติฐาน มีคะแนนต่ำที่สุด ซึ่งคะแนนที่ได้จากทั้งสองเครื่องมือมีความสอดคล้องกัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบโครงงาน เป็นฐาน และศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบ โครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนด ปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด ขั้นที่ 2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ สนับสนุนเรื่องที่สนใจทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 3 ขั้นพัฒนาโครงงานการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือ สิ่งประดิษฐ์ ขั้นที่ 4 ขั้นปฏิบัติตามโครงงานทำโครงงานวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ขั้นที่ 5 ขั้นเขียนรายงานโครงงาน ขั้นที่ 6 ขั้นเผยแพร่โครงงานวิทยาศาสตร์สู่ ชุมชน ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยและผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ผลการศึกษา เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน เรื่องสารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 แผน รวมเวลา 15 ชั่วโมง พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก-มากที่สุด ($\bar{X} = 4.34 - 4.80, S.D. = 0.45-0.55$)

5.1.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ประเมินโดยใช้แบบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 72.38 โดยหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย

ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 74.60 และด้านการตั้งสมมติฐาน มีคะแนนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 70.60

5.1.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ประเมินโดยตรวจรายงานโครงการ พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 86.90 โดยด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 92.86 และด้านการตั้งสมมติฐาน มีคะแนนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.16

โดยผู้วิจัยพบว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากทั้งสองเครื่องมือโดยจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจากการประเมินโดยตรวจรายงานโครงการมีความสอดคล้องกัน นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเฉลี่ย เกินกว่าร้อยละ 70 โดยหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมากที่สุด และด้านการตั้งสมมติฐาน มีคะแนนต่ำที่สุด

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิจัยครั้งนี้ใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 6 ขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยอธิบายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทั้ง 5 ด้าน และขั้นตอนการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยเน้นย้ำวิธีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่จะต้องใช้ในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นให้นักเรียนทราบก่อนดำเนินการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนในการทำโครงงานได้ นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมและหาคำตอบของสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเรียนเกิด การเรียนรู้และความสนใจปฏิบัติกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน ๆ ในห้อง นักเรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ในขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด โดยครูจะกระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะทำโครงงาน โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนสัมผัสกับปัญหาเพื่อที่นักเรียนจะได้มองเห็นปัญหา ขั้นที่ 2 ขึ้นศึกษาทฤษฎี หลักการ สนับสนุนเรื่องที่น่าสนใจทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่ครูให้คำปรึกษาแก่นักเรียน ชี้แนะแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะแผนงานในการทำโครงงานทั้งหมดของนักเรียน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครูและนักเรียน ขั้นที่ 3 ขึ้นพัฒนาโครงการทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือแผนปฏิบัติงาน ครูให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

ในการวางแผนในการทำโครงการ เช่น ให้ความคิดเห็นในเรื่องความเป็นไปได้ของโครงการ ได้ฝึกการวางแผนในการทำงานร่วมกันของนักเรียน ชั้นที่ 4 ขึ้นปฏิบัติตามโครงการทำโครงการ วิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ครูอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้นักเรียน ติดตามการทำงาน of นักเรียน ช่วยแก้ปัญหาเมื่อจำเป็น รวมไปถึงการให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ แปลผลวิเคราะห์ผลของการทดลอง ชั้นที่ 5 ขึ้นเขียนรายงานทางโครงการ ครูคอยแนะนำ ให้ข้อคิดเห็น รวมถึงการเขียนรายงานโครงการของนักเรียน และชั้นที่ 6 ขึ้นเผยแพร่โครงการ ครูจัดกิจกรรม เพื่อให้โอกาสนักเรียนได้แสดงผลงาน โดยการนำเสนอหน้าชั้นเรียน รวมทั้งประเมินผลการทำโครงการของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนได้ปฏิบัติจริง คิดเองทำเองทุกขั้นตอนอย่างเป็นระบบ นักเรียนรู้จักการแสวงหาข้อมูล มีการสร้างองค์ความรู้และสรุปผลได้ด้วยตัวเอง มีการพัฒนาทักษะกระบวนการในการทำงาน ทักษะการใช้เครื่องมือ ฝึกการทำงานร่วมกันผู้อื่น สามารถพัฒนา ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของตนเอง เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหา ในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับที่ มารีเยห์ มะเซ็ง (2556, น. 130) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยที่นักเรียนได้ทำโครงการผ่านประสบการณ์ทดลองด้วยตัวนักเรียนเอง โดยนักเรียนได้เลือกศึกษาสิ่งที่ตนสนใจและเป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียน ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน นักเรียนได้พบปัญหา ร่วมกันวางแผนเพื่อหาวิธีหาคำตอบ นักเรียนรู้จักใช้วิธีการสืบค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ทักษะขั้นพื้นฐานจนถึงทักษะขั้นสูงและยังทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์หลายประการ เช่น การให้ความร่วมมือ มีความกล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความเห็นของผู้อื่น ได้แลกเปลี่ยนความรู้ มีความกระตือรือร้นในการเรียนและมีความสนุกสนานในการเรียน เมื่อพิจารณาถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS) 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป จะเห็นได้ว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษาแล้ว นักเรียนต้องกำหนดสมมติฐาน กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมที่จะใช้ในการทดลอง จากนั้นนักเรียนจะใช้ทักษะด้านการทดลองในการวางแผน ออกแบบการทดลอง เลือกใช้เครื่องมือการทดลอง และดำเนินการทดลอง เพื่อให้มาซึ่งข้อมูล

ที่ต้องการศึกษาและใช้ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปในการอภิปรายและสรุปผลข้อมูลที่ได้จากศึกษา โดยมีการอ้างอิงจากหลักฐานที่เชื่อถือได้ ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจึงมีความสำคัญในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบของการวิจัยและพัฒนา โดยผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 แผน รวมเวลา 15 ชั่วโมง พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก-มากที่สุด ($\bar{X} = 4.34 - 4.80$, S.D. = 0.45-0.55) เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ออกแบบกิจกรรมโครงงานสอดคล้องกับพิมพ์ดีด เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548, น. 85-87) ที่กล่าวว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มี 6 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด ขั้นที่ 2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ สนับสนุนเรื่องที่สนใจทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 3 ขั้นพัฒนาโครงงานการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ ขั้นที่ 4 ขั้นปฏิบัติตามโครงงานทำโครงงานวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ขั้นที่ 5 ขั้นเขียนรายงานโครงงาน ขั้นที่ 6 ขึ้นเผยแพร่โครงงานวิทยาศาสตร์สู่ชุมชน โดยผลการวิจัยที่ได้นี้สอดคล้องกับการวิจัยของอมรรัตน์ แสนอ่อนพุทธ (2555, น. 113-114) ได้จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.56/82.40 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ 80/80 และมีดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน มีค่าเท่ากับ 0.76 สอดคล้องกับวารภรณ์ ตระกูลสถิตย์ (2551, น. 2) ที่กล่าวว่า นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการกระทำกิจกรรมโครงงานร่วมกับเพื่อน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ของโครงงาน ทำให้สมาชิกต้องมีการช่วยเหลือกัน ในการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ผลตามต้องการฝึกการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม เน้นกระบวนการคิดตัดสินใจ วางแผนการทำงาน ด้วยวิธีการปฏิบัติจริง แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ประสิทธิภาพเท่ากับ 83.12/ 82.48 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน

5.2.2 การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ไปพร้อมกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานนั้นส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม การกำหนด

ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมก่อนที่จะทำการทดลอง อีกทั้งนักเรียนได้ลงมือทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย จำนวน 1 แผนการเรียนรู้ จากการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ นักเรียนมีพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการร้อยละ 72.38 ซึ่งเมื่อพิจารณารายด้าน โดยหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 74.60 และด้านการตั้งสมมติฐานมีคะแนนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 70.60 และจากการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการตรวจรายงาน โครงงานพบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการร้อยละ 86.90 ซึ่งเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 92.86 และด้านการตั้งสมมติฐาน มีคะแนนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.16

ผลการวิจัยที่พบว่า ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เป็นทักษะที่นักเรียนมีคะแนนสูงที่สุด อาจเนื่องจากทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นทักษะที่ต้องกำหนดความหมายและขอบเขต หรือให้คำจำกัดความของคำต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันถึงสิ่งที่ทำการทดลอง เป็นทักษะที่นักเรียนมีความเข้าใจในการสื่อถึงความหมายของสิ่งที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้อย่างถูกต้อง และเป็นทักษะที่นักเรียนได้สังเกตจากการทดลองจริง มองเห็นได้ด้วยประสาทสัมผัส และเกิดกระบวนการเรียนรู้ หลังจากทีนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้นกว่าเดิม ในขณะที่นักเรียนมีทักษะด้านการตั้งสมมติฐานต่ำที่สุด อาจเนื่องมาจากปัญหาที่ผู้วิจัยพบคือ นักเรียนบางคนไม่สามารถหาคำตอบที่คิดล่วงหน้าที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้ เป็นเพราะทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นทักษะแรกที่มีการสอนทำให้นักเรียนยังปรับตัวไม่ได้ นักเรียนยังไม่มี ความเข้าใจในการตั้งสมมติฐาน และรูปแบบการสอน ครูจึงมีการหาตัวอย่างการทดลอง และตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนฝึกฝนการตั้งสมมติฐาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานนั้น ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมครูได้กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ นำไปสู่การกำหนดตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของการตั้งหัวข้อโครงงาน ทำให้นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่กระบวนการหาคำตอบที่เป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน โดยนักเรียนได้ใช้ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่นักเรียนสนใจในการโครงงาน อีกทั้งระหว่างการทำปฏิบัติการมีการวางแผนทำให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ทักษะ

การตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการดำเนินการทดลองนักเรียนได้ฝึกทักษะการทดลอง สังเกตผลจากการทดลอง และนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้น มาจัดกระทำข้อมูลใหม่ ด้วยวิธีการต่าง ๆ นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ให้คนอื่นเข้าใจ เช่น ตาราง กราฟ เป็นต้น โดยใช้ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูลและใช้ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และลงข้อสรุปในการอธิบายข้อมูลที่ได้จากการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยการนำความหมายข้อมูลที่นักเรียนได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในของเขตของการทดลอง ซึ่งผลการวิจัยที่ได้นี้สอดคล้องกับที่ วีระ รุดโธ (2555, น. 98) กล่าวว่า การที่นักเรียนได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นภูมิปัญญาท้องถิ่น ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ฝึกปฏิบัติการทดลอง เรียนรู้จากสถานการณ์จริง จากกิจกรรมทั้ง 5 กิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ นูร์ ไอณี ดือรา มะ (2559, น.78) ที่พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้นกว่าเดิม ได้ฝึกทักษะการทดลอง สังเกตผลจากการทดลองและนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาจัดกระทำข้อมูลใหม่ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ลุฎฟี ดอเลาะ (2560, น. 92-93) ที่พบว่า ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการมีคะแนนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติและค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่นักเรียนตั้งคำถามขึ้นมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยการตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การอภิปรายและสรุปผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานในชั้นที่ 2 ศึกษาทฤษฎีหลักการ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องได้รับเนื้อหาสาระของเนื้อหาให้ครบถ้วน ครูอาจเพิ่มเนื้อหาเข้าไปมากกว่าในหลักสูตร

5.3.1.2 ครูกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ช่วยกันวางแผน วิเคราะห์และตั้งประเด็นปัญหา และคิดค้นหาคำตอบโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชั้นบูรณาการ ให้นักเรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

5.3.1.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการควรใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบประเมินจากผลงาน เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อความเหมาะสมและความแม่นยำในการประเมินทักษะนั้น ๆ

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบโครงการเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความรู้ ความชำนาญ ทักษะที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้กับการเรียนได้อย่างเต็มที่ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ตัดสินใจด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการคิดกิจกรรม โดยให้ผู้สร้างความรู้แทนที่จะเป็นผู้รับความรู้ฝ่ายเดียว ดังนั้นจึงควรนำการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบโครงการเป็นฐานไปส่งเสริมทักษะอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ไขปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

5.3.2.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการอย่างต่อเนื่อง และนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของครูให้ดียิ่งขึ้น



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- จารุวรรณ เสียงไพเราะ. (2554). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ธรรมชาติ โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ชนินันท์ พุกฤษ์ประมวล (2557, เมษายน-พฤษภาคม). การประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์. *SUTHIPARITHAT*. 86(28),358-362.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2554). *การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง*. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2555). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- ณัฐยานันต์ เกตุศรีศักดิ์. (2559). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเสริมศึกษา*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล. (2555). *สอนให้คิดด้วยจิตวิทยาศาสตร์*. นนทบุรี: นีลพอยท์.
- คุณธิ โยเหลา. (2557). *การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากการทำโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย*. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธ์.
- ดวงพร อิ่มแสงจันทร์. (2554). *การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและความสามารถในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- ทิสนา แคมมณีและคณะ. (2548). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบหลากหลาย*. กรุงเทพฯ: บริษัท อัลฟ่า มิเลเนียม จำกัด.
- ทิสนา แคมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง. (2553). *โครงการวิทยาศาสตร์สำหรับครูและนักเรียน*. กรุงเทพฯ: สมาร์ตเลิร์นนิ่ง.
- นัยนา ฉางวางปราง. (2545). *ผลของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นุรีไอนี คือรามะ. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เนตรชนก จันทร์สว่าง (2548). *การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยการสอดแทรกภูมิปัญญาท้องถิ่น*. (กศ.ด.วิทยาศาสตรศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2550). *แนวทางการพัฒนาการสอนกระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: เดือนตุลา.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). *ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: เอส.พรีนติ้งไทย แฟคตอรี.
- ปวัลย์รัตน์ สุวรรณโคตร. (2559). *การใช้วิธีการสอนแบบใช้โครงการเป็นฐาน (PBL) ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ประกายมาศ บุญสมปอง. (2558). *การศึกษากระบวนการเรียนรู้แบบโครงการเรื่องความปลอดภัยชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วารสารวิชาการ *Veridian E-Journal Silpakorn University*. 8(2), 2844-2456.
- ประเวศ วะสี. (2530). *การศึกษาของชาติกับภูมิปัญญาท้องถิ่น เอกสารสัมมนาทางวิชาการ เรื่องภูมิปัญญาชาวบ้านกับการดำเนินงานด้านวัฒนธรรมและการพัฒนาชนบท*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ.

- ประสาท เนิ่งเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ ฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิทยา การะเจดีย์. (2545). *เอกสารประกอบการสอนวิชา ศีศึกษา 363 ประสบการณ์วิชาชีพครู 3*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรรณวิไล ชมชิต. (2548). *พฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- พรรณวิไล ชมชิต. (2557). *พฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- พลศักดิ์ แสงพนมสร. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 9(1). 401.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข .(2557). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์, เพยาว์ ยินดีสุข และราเชน มีศรี. (2553). *การสอนคิดด้วยโครงการ: การเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ เพยาว์ ยินดีสุข และราเชน มีศรี. (2556). *การสอนคิดด้วยโครงการการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ทักษะในศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- พุทธพร ไสว. (2559). การเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน. *วารสารการจัดการเรียนรู้ พ.ศ. 2559*. 9(1), 33-50.
- ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2548). “สัมมนาหลักสูตรและการสอน” ใน เอกสารประกอบการสอนวิชา 506713 วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไพศาล วรคำ. (2561). *การวิจัยทางการศึกษา (Educational Research)*. กอปลินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- ภาณุวัฒน์ พันชนกกุล (2561). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- มารีเยห์ มะเซ็ง. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เยาวพา เฉชะคุปต์. (2542). การจัดการศึกษาสำหรับเด็กปฐมวัย. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2552). การสอนแบบ โครงงานและการสอนแบบวิจัยเป็นฐาน: งานที่ครูประถมทำได้. กรุงเทพฯ: สาสะแอนด์ซันพรีนติ้ง
- ลฎุพี ดอกเถาะ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร). มหาลัยสงขลานครินทร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพฯ: สถาบัน พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์นธ์ เฉชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของรูด้วยกิจกรรมทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- วารกรณ์ ตรีกุลศุภยดี. (2551). แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงาน. กรุงเทพฯ: เอ็มไอทีพรีนติ้ง.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2554). นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการ สอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วีระ รุดโธ. (2555). การพัฒนาแบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นภูมิปัญญาท้องถิ่นของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรศึกษา). มหาวิทยาลัย ราชภัฏมหาสารคาม.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคม แห่งศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ; สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. ก้าวทัน โลก วิทยาศาสตร์. 8(2), 28-38.
- สมหวัง อินทร์ไชย. (2545). ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบ โครงงาน. (การค้นคว้า แบบอิสระ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับขนาด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2541). *การปฏิรูปการเรียนรู้ตามแนวคิด 5 ทฤษฎี*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสแควร์.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2559). *แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning: PjBL)*. นครปฐม: ทวีกิจพรีนติ้ง .
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2554). *รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม (พ.ศ.2554-2558)*. ม.ป.พ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน*. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมวัตกรรมการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษา.
- สุคนธ์ สิ้นพานนท์และจินตนา วีระเกียรติสุนทร. (2556). *การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่สู่ประชาคมอาเซียน*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรีนติ้ง.
- อมรรรัตน์ แสนอ่อนพุทท. (2555). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์และ โครงสร้างของเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- อัญชลี ทองอม. (2561). การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเพื่อพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*. 8(3), 185-199.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ: โอเชียนสโตร์.
- American Association for the Advancement of Science. (1989). *American Association for the Advancement of Science Project 2061: Science for All Americans*. Washington, DC: AAAS.
- Barron, B., & Darling-Hammond, L. (2007). Teaching for meaningful learning: A review of research on inquiry-based and cooperative learning. Edutopia.org. Retrieved May 4, 2010 from <http://www.edutopia.org/pdfs/edutopia-teaching-for-meaningful-learning.pdf>
- Burry – Stock et al. (1996). Rater Agreement Indexes for Performance Assessment. *Education and Psychological measurement*. 2 (56); pp 251-261.
- Germann, Aram and Burke. (1996). “Identifying patterns and relationships among the responses of seventh- grade students to the science process skill of designing experiments,” *J. of Research in Science Teaching*. 33(1) January; pp 79-99.

- Grant, M. M., & Hill, J.R. (2006). Weighing the rewards with the risks? Implementing student-centered pedagogy within high-stakes testing. In R. Lambert & C. McCarthy (Eds.) *Understanding teacher stress in the age of accountability* (pp. 19–42). Greenwich, CT: Information Age.
- Grant, M. M. (2011). Learning, beliefs, and products: Students' perspectives with project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 5(2), 37–69. <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1254>
- Ibrahim Bilgin et al. (2015). The Effects of Project Based Learning on Undergraduate Students' Achievement and Self Efficacy Beliefs Towards Science Teaching. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 11(3), 469-477.
- Irwanto (2018) Undergraduate students' science process skills in terms of some variables: A perspective from Indonesia. *Journal of Baltic science education*. 5(17), 752-764
- Richard Dean B. Rubrica (2018). An Action Research On Project-Based Learning And Understanding By Design And Thier Effects On The Science Achievement And Attitude Of Science Student. n.p.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่างแผน)

แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ประเภททดลอง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รหัสวิชา ว 22101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สารละลาย

เวลา 15 ชั่วโมง

โรงเรียนบรบือวิทยาคาร สอนโดย นางสาวปริญดา สีถาล้า ครูที่เลี้ยง นางสุจิตรา บุญประสงค์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/..... สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ..... เวลา.....น.

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.2/4 ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบาย ผลของชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลายอุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร รวมทั้งอธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสารโดยใช้สารสนเทศ

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.2/5 ระบุปริมาณตัวละลายในสารละลายในหน่วย ความเข้มข้นเป็นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวลและมวลต่อปริมาตร

ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.2/6 ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารไปใช้โดยยกตัวอย่างการใช้สารละลายในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย

2. สารสำคัญ

สารละลายเป็นสารผสมประเภทสารเนื้อเดียวประกอบด้วยอนุภาคที่มีขนาดน้อยกว่า 10^{-7} cm องค์ประกอบที่มีปริมาณมากที่สุดเป็นตัวทำละลายและองค์ประกอบอื่นๆ เป็นตัวละลาย สถานะของสารละลายขึ้นอยู่กับสถานะของตัวทำละลาย ซึ่งมีทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของสารละลายได้ (K)
2. อธิบายความหมายและปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสารได้ (K)
3. ระบุปริมาณตัวละลายในสารละลายในหน่วย ความเข้มข้นเป็นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวลและมวลต่อปริมาตร ได้ (K)
4. อธิบายถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (K)
5. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง (P)
6. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสารละลายมาใช้ในชีวิตประจำวันโดยทำเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ได้ (P)
7. มีความใฝ่เรียนรู้ ความมุ่งมั่นในการทำงาน และการมีส่วนร่วมในห้องเรียน (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ความรู้ (K)

4.1.1 สารละลาย

4.1.2 สภาพละลายได้ของสาร

4.1.3 ความเข้มข้นของสารละลาย

4.2 ทักษะ/กระบวนการ (P)

4.2.1 ทักษะการสังเกต

4.2.2 ทักษะการสืบค้นข้อมูล

4.2.3 ทักษะการทดลอง

4.2.4 ทักษะการวัด

4.2.5 ทักษะการคำนวณ

4.2.6 ทักษะการจำแนกประเภท

4.2.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

4.2.8 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4.2.9 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

4.2.10 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

4.3.1 มีความใฝ่เรียนรู้

4.3.2 ความมุ่งมั่นในการทำงาน

4.3.3 การมีส่วนร่วมในห้องเรียน

5. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ “โครงการเป็นฐาน (Project-based Learning) ประเภททดลอง”

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดหัวข้อปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด

ครั้งที่ 1 (1 ชั่วโมง)



1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง สารละลาย โดยใช้สื่อ Power Point โดยให้นักเรียนสังเกตยาแก้ไอแบบน้ำเชื่อม น้ำหวาน น้ำยาบ้วนปาก หรือสังเกตจากภาพในหนังสือ หน้า 48 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- นักเรียนเคยรับประทานยาแก้ไอแบบน้ำเชื่อมหรือไม่ ยาแก้ไอมีลักษณะอย่างไร (นักเรียนตอบได้โดยอิสระ เช่น ยาแก้ไอแบบน้ำเชื่อม เป็นของเหลวสีแดงเข้ม รสหวาน)
- การทำน้ำหวานจำนวนมากจากน้ำหวานเข้มข้น มีวิธีการอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง เช่น เติมน้ำลงในน้ำหวานเข้มข้น)
- ทำอย่างไรจึงจะทำน้ำหวานที่มีรสหวานและความเข้มข้นเท่ากันทุกครั้ง (นักเรียนตอบความเข้าใจของตนเอง เช่น ใช้น้ำหวานเข้มข้นและน้ำปริมาณเท่าเดิมทุกครั้งเพื่อให้ได้น้ำหวานที่มีความเข้มข้นของสีและรสหวานเท่าเดิม)

2. เชื่อมโยงเข้าสู่การเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 โดยใช้คำถามว่า

- สารต่าง ๆ ที่ยกตัวอย่าง ทั้งยาแก้ไอแบบ น้ำเชื่อม น้ำหวาน น้ำยาบ้วนปาก มีลักษณะ เป็นเนื้อเดียว ไส ไม่มีตะกอน สารดังกล่าว เป็นสารประเภทใด และการใช้ประโยชน์ ต้อง

คำนึงถึงอะไรบ้าง (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ เช่น สารดังกล่าวเป็นสารละลาย การใช้ประโยชน์ ต้องคำนึงถึงข้อแนะนำการใช้ ปริมาณสารที่แนะนำให้ใช้)

3. นักเรียนอ่านเนื้อหาจากหนังสือเรียน หน้า 53 และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดว่ายวแก๊วไอแบบน้ำเชื่อม น้ำหวาน น้ำยาบ้วนปาก เป็นสารผสมที่ประกอบด้วยสารหลายชนิดผสมกันเป็นเนื้อเดียว จัดเป็นสารละลาย การนำสารละลายไปใช้ประโยชน์ ต้องคำนึงถึงชนิดของสารที่นำมาผสมกัน และความเข้มข้นของสารละลาย

4. ครูแจ้งนักเรียนว่าหัวข้อที่เราจะเรียนคือ เรื่อง สารละลาย ครูแจกใบความรู้ที่ 1 สารละลาย หมายถึง สารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยธาตุ หรือสารประกอบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปรวมตัวกัน โดยธาตุหรือสารประกอบชนิดหนึ่งเป็นตัวทำละลาย ส่วนอีกชนิดหนึ่งหรือมากกว่าเป็นตัวทำละลาย ซึ่งมีเกณฑ์พิจารณาตัวทำละลายและตัวละลาย **สภาพละลายได้ของสาร (solubility)** หมายถึง ความสามารถในการละลายได้ของตัวละลายในตัวทำละลาย จนเป็นสารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิหนึ่งๆ การละลายของตัวทำละลายขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ **ความเข้มข้นของสารละลาย** เป็นค่าที่แสดงปริมาณของตัวละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลาย หรือในสารละลาย

5. ครูให้ตัวอย่างข้อมูลเกี่ยวกับการนำสารละลายไปใช้ประโยชน์

5.1 ด้านการเกษตร

5.1.1 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จะผสมสารอาหารที่พืชต้องการอยู่ในรูปของสารละลาย

5.1.2 การนำสารเคมีกำจัดศัตรูพืชไปใช้ต้องนำมาเจือจางด้วยน้ำซึ่งเป็นตัวทำละลายให้มีความเข้มข้นตามต้องการก่อนนำไปฉีดพ่น

5.2 ด้านอุตสาหกรรม

5.2.1 ใช้แอลกอฮอล์และทินเนอร์เป็นตัวทำละลายในการผลิตสี หมึก สี ย้อม และสีน้ำมัน

5.3 ด้านอาหาร

5.3.1 การปรุงอาหาร

5.3.2 การทำเครื่องดื่ม

5.4 ด้านการแพทย์

5.4.1 ยาที่มีรสขมไม่ชวนรับประทาน จึงต้องเติมน้ำตาลหรือน้ำเชื่อมเพิ่มลงไปเพื่อปรับรสชาติให้น่ารับประทานขึ้น

5.4.2 การให้เกลือแร่หรือธาตุแคลเซียมแก่คนไข้ต้องทำให้เป็นสารละลาย

5.4.3 การผลิตยาเพื่อรักษาคอนไค์ต้องทำให้อยู่ในรูปของสารละลาย

5.5 ด้านการดำรงชีวิต

5.5.1 การล้างจาน การชำระร่างกาย การซักเสื้อผ้า การทำความสะอาดเครื่องอุปโภคบริโภค

5.5.2 การลบรอยเปื้อนเปราะของสีน้ำมันที่เสื้อผ้าหรือพู่กัน ต้องใช้น้ำมันสนล้างออกแต่จะใช้น้ำไม่ได้เนื่องจากสีน้ำมันไม่ละลายในน้ำแต่ละลายในน้ำมันสน

6. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ กลุ่มละ 7 คน คัดความสามารถและเพศ ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ 1 เรื่องสารละลาย

ครั้งที่ 2 (2 ชั่วโมง)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมที่ 1.1 กำหนดข้อข้อปัญหาที่สนใจให้ซักครูยกตัวอย่างสถานการณ์และตัวอย่างโครงการ ประเภททดลอง เพื่อให้เห็นถึงประโยชน์ของสารละลายในชีวิตประจำวัน ดังนี้

1.1 โครงการ “เปรียบเทียบระหว่างน้ำมะขามกับน้ำส้มสายชูในการทำความสะอาด กระชก” ศึกษาเปรียบเทียบการทำความสะอาดกระชกระหว่างสารผสมน้ำมะขามและสารผสมน้ำส้มสายชู โดยนำน้ำส้มสายชู 200 มิลลิลิตร ผสมสบู่ 4 ช้อนชา ผสม ผงฟู 2 ช้อนชา ใส่ในโหล ทิ้งไว้ 1 วัน ส่วนน้ำมะขาม 200 มิลลิลิตร ผสมน้ำตาลทราย 50 กรัม น้ำสะอาด 50 มิลลิลิตร ผสมลงในหม้อต้ม ทิ้งไว้ 3 นาที แล้ว เทใส่โหล ตั้งไว้ ประมาณ 1 วัน นำสารผสมทั้ง 2 ชนิดมาทำความสะอาดกระชก พบว่า สารผสมน้ำส้มสายชูสามารถช่วยขจัดคราบบนกระชกได้ดีกว่าสารผสมน้ำมะขาม”

1.2 โครงการ “ภายในชุมชนต่างๆมีการใช้น้ำยาล้างจานที่แตกต่างกันไปมากมายทั้งขนาด ยี่ห้อ และประสิทธิภาพในการทำความสะอาด ซึ่งคณะผู้จัดทำได้พบว่าน้ำยาทำความสะอาดภาชนะนั้นมีราคาสูง จึงได้คิดค้นหาความรู้จากแหล่งต่างๆ ว่าการผลิตน้ำยาล้างจานนั้นจะต้องทำอย่างไร คณะผู้จัดทำจึงได้ร่วมกันพิจารณาว่าควรจะทำอย่างไรที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างจาน คณะผู้จัดทำจึงได้พิจารณากันว่าควรที่จะนำผลของมะละกอมาทา เพราะเป็นผลไม้ที่หาง่าย ไม่แพง และผลใหญ่ เหมาะที่นำมาทำน้ำยาล้างจาน โดยเมื่อนำน้ำยาล้างจานจากมะละกอมาทดลองการใช้ สามารถใช้งานในการล้างภาชนะได้เทียบเท่ากับน้ำยาล้างจานตามท้องตลาด ราคาไม่แพง สามารถทำเองได้ เมื่อสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจระดับดี”

1.3 โครงการงาน “เจลล้างมือหรือสารที่ใช้ล้างมือ hand sanitizer คือสิ่งที่ใช้ทำความสะอาดมือ และเป็นเครื่องเสริมหรือทางเลือกอีกช่องทางหนึ่งที่เราจะไม่ต้องใช้น้ำและสบู่เหมือนกับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยอาจอยู่ในรูปของเจลหรือโฟมหรือจะเป็นของเหลวชนิดอื่นๆ เจลล้างมือในปัจจุบันมีการนำเอาสารเคมีมาใช้เป็นส่วนผสมเป็นจำนวนมากทำให้เราได้รับสารเคมีที่เข้าไปในร่างกาย ถ้าสารเคมีตกค้างแล้วไปสะสมในร่างกายของเราเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตได้ เจลจากवानหางจระเข้ นั้นสามารถทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น รักษาแผลสมานแผลช่วยในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียได้ โดยที่เราใช้สารเคมีในปริมาณที่น้อยกว่าเจลล้างมือที่วางขายที่อยู่ในท้องตลาดและเจลล้างมือที่ได้ก็สามารถที่จะล้างมือให้สะอาดโดยที่จะไม่ต้องใช้น้ำและสบู่ซึ่งใช้ได้ดีเหมือนกับเจลล้างมือที่ขายในท้องตลาดไม่แพ้กันเลยทีเดียว”

1.4 โครงการงาน "เพื่อศึกษาสถานการณ์ของสารพิษตกค้างในผักสดและผลไม้สดนำเข้าจากต่างประเทศ ในช่วงระยะเวลาระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ.2551-2555 จึงทำการทดลองศึกษาการเจริญเติบโตที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโปนิคส์ โดยนำผักกาดผักสลัดมาปลูกเริ่ม ด้วย เพาะเมล็ดในฟองน้ำแล้วแช่น้ำไว้ 1 สัปดาห์ แล้วจึงนำมาใส่ขวดที่ตัดเตรียมไว้มีธาตุอาหาร A และ B แล้วสังเกตบันทึกผล จากผลที่สังเกตได้ พบว่าผักที่ปลูกโดยไฮโดรโปนิคส์มีการเจริญเติบโต จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าผักที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโปนิคส์มีการเจริญเติบโตที่ดีเทียบเท่ากับการปลูกในดินเพาะปลูกโดยวิธีไฮโดรโปนิคส์ได้รับสารอาหาร A, B เป็นธาตุอาหารในการเจริญเติบโตและคนที่มีความจำเป็นที่จำกัดสามารถปลูกวิธีนี้ได้เพราะวิธีนี้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการปลูกในดินที่ใช้สารเคมี”

2. จากการอภิปรายข้างต้น ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคัดเลือกปัญหาหรือข้อสงสัยจากทุกคน
3. ครูชี้แจงวิธีทำกิจกรรมที่ 1.2 คำถามสู่โครงการวิทยาศาสตร์
4. แต่ละกลุ่มรวบรวมคำถามของทุกคน แล้วคัดเลือก 1 คำถาม ที่สามารถหาคำตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ และควรเป็นคำถามที่ยังไม่รู้คำตอบมาก่อน (คำถามวิจัย) สามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้ แล้วอภิปรายร่วมกันเพื่อกำหนดหัวข้อเรื่อง
5. ทุกกลุ่มนำเสนอ คำถามวิจัยและหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ พร้อมให้เหตุผล
6. นำคำถามวิจัยและชื่อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมที่ 1.1 มากำหนดคำสำคัญเพื่อฝึกสืบค้นข้อมูล โดยครูอาจยกตัวอย่างกรณีศึกษาหรือตัวอย่างโครงการเพื่อช่วยฝึกการ

สืบค้น เช่น โครงการเรื่องการเพิ่มผลผลิตของมะนาวในฤดูแล้ง โดยใช้ น้ำหมักชีวภาพ (อาจเรื่องอื่น ได้ตามความเหมาะสม) แล้วให้แต่ละกลุ่มระดมความคิด

7. ให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมที่ 1.3 การตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ รวมถึงแนวคิดสนับสนุนเรื่องที่สนใจทำโครงการวิทยาศาสตร์ (4 ชั่วโมง)

ครั้งที่ 3 สารละลาย ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

1. ครูตั้งคำถามเพื่อเร้าความสนใจกับนักเรียนว่า สารละลายน้ำเชื่อมประกอบด้วยอะไรบ้าง แต่ละชนิดทำหน้าที่อะไร จากนั้นนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 2.1 สารละลาย มีการใช้สื่อ Power Point
2. ให้แต่ละกลุ่มศึกษาถึงความหมายของสารละลาย ส่วนประกอบของสารละลาย ความหมาย ของ ตัวละลาย และตัวทำละลาย ครูแจกใบความรู้ที่ 2 องค์ประกอบของสารละลาย
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดของแต่ละกลุ่มว่ามีแนวคิดอย่างไร
4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม

ครั้งที่ 4 ผลของอุณหภูมิต่อการละลายได้ของสาร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

1. ครูทบทวนความรู้ ร่วมกันทำกิจกรรมที่ 2.2 จากนั้นครูนำเข้าสู่บทเรียน เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย โดยครูอธิบายว่า สารแต่ละชนิดละลายในตัวทำละลายชนิดต่างๆ ได้ต่างกัน ความสามารถในการละลายของตัวทำละลายในตัวทำละลายจนเป็นสารละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิหนึ่งๆ เรียกว่า สภาพละลายได้ของสาร
2. ครูแจกใบความรู้ที่ 3 ผลของอุณหภูมิต่อการละลายได้ของสาร ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองเกี่ยวกับผลของอุณหภูมิต่อสภาพละลายได้ของสาร ทำการทดลองดังนี้
 - 2.1 ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์
 - 2.2 ชั่งน้ำตาลทราย ครั้งละ 1 กรัม ใสลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่นอยู่ คนน้ำตาล (ทรายจนละลายหมด แล้วชั่งน้ำตาลทราย ครั้งละ 1 กรัม ใสลงไปละลาย เพิ่ม จดบันทึกปริมาณน้ำตาลทรายที่ใส่เข้าไปจนไม่สามารถละลายน้ำตาลทรายในน้ำกลั่นเพิ่มได้อีก
 - 2.3 ทำการทดลองข้อ 1. และ 2. ซ้ำ โดยนำบีกเกอร์ 1 ใบ มาละลายน้ำตาลทรายในน้ำ ที่ให้ความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ และบีกเกอร์อีก 1 ใบ มาละลายน้ำตาลทรายในน้ำ ที่ให้ความเย็นจากน้ำแข็ง

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง จากภารกิจกรรม พบว่า อุณหภูมิมีผลต่อสภาพละลายได้ของสาร ซึ่งเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ตัวละลายจะละลายในตัวทำละลายได้มากขึ้น แต่เมื่ออุณหภูมิลดลง ตัวละลายจะละลายในตัวทำละลายได้ลดลง

ครั้งที่ 5 ผลของชนิดตัวทำละลายต่อการละลายได้ของสาร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

1. ครูแจกใบความรู้ที่ 4 ผลของชนิดตัวทำละลายต่อการละลายได้ของสาร และให้ทำกิจกรรมที่ 2.3 และให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันทำการทดลอง

1.1 ใส่ขมิ้นหั่นลงในหลอดทดลอง 2 ขวด ขวดละประมาณ 30 กรัม

- ขวดที่ 1 ให้เติมเอทานอล 25 cm³ ขวดที่ 2 เติมน้ำลงไป 25 cm³

เช่นกัน

2. หลังจากนั้นปิดจุกขวดให้สนิท แล้วเขย่าเป็นเวลา 5 นาที

3. รินสารที่สกัดได้ในแต่ละขวดใส่ในหลอดทดลอง สังเกตความแตกต่างของสารทั้งสองแล้วบันทึกผลการทดลองลงในตาราง

4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลอง สรุปและอภิปรายผลการทดลอง ดังนี้

- สามารถสกัดสารที่มีสีหรือสารที่มีกลิ่นจากขมิ้น ได้ด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ
- ปริมาณสารที่สกัดได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของพืชที่ใช้และปริมาณของตัวทำละลาย
- ถ้าใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน จะสกัดสารได้ต่างกัน
- ตัวทำละลายต่างชนิดกัน ใช้สกัดสารได้ต่างกัน คือ น้ำสามารถสกัดสีจากขมิ้นได้ดีกว่าเอทานอล

• ถ้าผสมน้ำและเอทานอลเข้าด้วยกัน สารที่สกัดได้ จะมีทั้งสีและกลิ่นรวมอยู่ด้วยกัน

• การหั่นขมิ้นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ทำให้สกัดสารได้ดี ได้สารสีเหลือง หรือกลิ่นหอมออกมาขึ้น

• สารที่สกัดได้จากขมิ้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ทำเครื่องสำอาง ผสม

ในอาหาร เช่น ข้าวหมกไก่ ไก่ย่าง ปลาทอดขมิ้น แกงเหลือง เป็นต้น ส่วนกลิ่นอาจนำไปผสมในน้ำมันหอมระเหยสมุนไพร

ครั้งที่ 6 ความเข้มข้นของสารละลาย ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

1. ครูตั้งคำถามเพื่อเร้าความสนใจกับนักเรียนว่าโดยให้นักเรียนดูภาพนำเรื่อง อ่านเนื้อหา นำเรื่องที่ เกี่ยวกับปริมาณกรดไฮโดรคลอริกในน้ำยาล้าง ห้องน้ำ และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถาม เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า น้ำยาล้างห้องน้ำที่มี ปริมาณกรดมากกว่าจะกำจัดคราบสกปรกได้ ดีกว่า ดังนั้น จึงต้องรู้จักความเข้มข้นของ สารละลายและเลือกใช้ให้เหมาะสมจากนั้นนำเข้าสู่ใบงานที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลาย

2. ให้แต่ละกลุ่มศึกษาถึงความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดของแต่ละกลุ่มว่ามีแนวคิดอย่างไร
4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมเสร็จ

ขั้นที่ 3 พัฒนาโครงการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์หรือวางแผนปฏิบัติงาน

ครั้งที่ 7 (2 ชั่วโมง)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 3 พัฒนาโครงการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์หรือวางแผนปฏิบัติงาน

2. ครูทบทวนถึงสถานการณ์ จากชั่วโมงที่ 1
3. ครูให้นักเรียนระดมความคิด แสดงความคิดเห็นถึงความรู้ออกแบบการทดลอง เพื่อหาข้อสรุปในการออกแบบการทดลองความความต้องการ
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบการทดลองที่สามารถทำได้และเขียนบันทึกลงในโครงร่างโครงการ ถ้าหากมีการแก้ไขให้แก้ไขให้แล้วเสร็จก่อนขั้นที่ 4 และนัดหมายให้แต่ละกลุ่มนำวัสดุดิบ สารเคมีมาทดลองในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 4 ปฏิบัติตามขั้นตอนโครงการงานทำโครงการงานวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือ

ถึงประดิษฐ์ใหม่

ครั้งที่ 8 (3 ชั่วโมง)

1. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 4 ปฏิบัติตามขั้นตอนโครงการงานทำโครงการงานวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือถึงประดิษฐ์ใหม่ นักเรียนเตรียมสารตามที่กำหนดแล้วทำการทดลอง
2. บันทึกผลและสรุปผลการทดลอง

ขั้นที่ 5 เขียนรายงานโครงการ (2 ชั่วโมง)

ครั้งที่ 9 (1 ชั่วโมง)

1. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 5 เขียนรายงานโครงการ จากการร่วมมือการทำงานกลุ่มของนักเรียน วิเคราะห์ตรงประเด็นชัดเจนและมีความ น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลแล้วเรียบเรียงเขียนเป็นรูปเล่ม รายงานโครงการ ตามรูปแบบที่ครู กำหนดให้ ครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา ดังนี้

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้จัดทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
4. บทคัดย่อ
5. ที่มาและความสำคัญ
6. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
7. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า
8. ตัวแปรที่ต้องการศึกษา
9. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี
10. วิธีการทดลอง
11. ภาพการทดลอง ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง
12. เอกสารอ้างอิง

2. แจกใบความรู้ที่ 5 การเขียนบทคัดย่อ และใบความรู้ที่ 6 การอ้างอิงและบรรณานุกรม แล้วให้นักเรียนเขียนบทคัดย่อของกลุ่มตัวเอง และ การอ้างอิงบรรณานุกรม ในใบที่แนบ มาให้

ขั้นที่ 6 เผยแพร่โครงการวิทยาศาสตร์สู่ชุมชนและสาธารณะ

ครั้งที่ 10 (2 ชั่วโมง)

1. ครูแจกใบความรู้ที่ 7 เผยแพร่โครงการวิทยาศาสตร์สู่ชุมชนและสาธารณะ
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำโครงการของแต่ละกลุ่ม โดยให้เพื่อนกลุ่มอื่นซักถามเพื่ออภิปรายและแลกเปลี่ยน เรียนรู้ร่วมกัน เป็นแนวคิดที่นำมาใช้ในชีวิตจริง โดยนำเสนอหน้าชั้นเรียน

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1
- ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สารละลาย
- ใบความรู้ที่ 2 องค์ประกอบของสารละลาย
- ใบความรู้ที่ 3 ผลของอุณหภูมิต่อการละลายได้ของสาร
- ใบความรู้ที่ 4 ผลของชนิดตัวทำละลายต่อการละลายได้ของสาร
- ใบความรู้ที่ 5 การเขียนบทคัดย่อ
- ใบความรู้ที่ 6 การอ้างอิงและบรรณานุกรม
- ใบความรู้ที่ 7 เผยแพร่โครงการวิทยาศาสตร์สู่ชุมชนและสาธารณะ
- ใบงานที่ 1 เรื่อง สารละลาย
- ใบงานที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลาย
- สื่อ PowerPoint เรื่อง สารละลาย

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
พุทธิพิสัย			
1. อธิบายความหมายของสารละลายได้ (K) 2. อธิบายความหมายและปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสารได้ (K) 3. ระบุปริมาณตัวละลายในสารละลายในหน่วย ความเข้มข้น เป็นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวลและมวลต่อปริมาตร ได้ (K)	การตรวจให้คะแนน	ใบงาน เรื่อง สารละลาย ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
พุทธิพิสัย			
4. อธิบายถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (K)			
ทักษะพิสัย			
1. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง (P) 2. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสารละลายมาใช้ในชีวิตประจำวัน โดยทำเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ได้ (P)	สังเกตจากการทำกิจกรรม	- แบบประเมินการเขียนรายงานโครงการ - แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้ หรือระดับ 2 ขึ้นไป
จิตพิสัย			
3. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้ ความมุ่งมั่นในการทำงาน และการมีส่วนร่วมในห้องเรียน (A)	- การบันทึกแบบประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- แบบประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้ หรือระดับ 2 ขึ้นไป

ใบงานที่ 1

เรื่อง สารละลาย

ชี้แจง จากการศึกษาเรื่อง สารละลาย ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่าง ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

กลุ่มที่

- สมาชิกภายในกลุ่ม
- 1.....
 - 2.....
 - 3.....
 - 4.....
 - 5.....
 - 6.....
 - 7.....

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

- 1) สารละลาย หมายถึง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

.....

- 2) สภาพละลายได้ของสารคือ

.....

.....

- 3) ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อสภาพการละลาย

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 1.1 กำหนดหัวข้อปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด

จุดประสงค์

เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมในขั้นที่ 1 แล้วนักเรียนสามารถนำสถานการณ์ที่ได้จากศึกษาไปตั้งหัวข้อเรื่องโครงการและตั้งปัญหาได้



คำชี้แจง

ให้นักเรียนศึกษาอย่างโครงการที่จะนำไปสู่หัวข้อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ แล้วนำไปตั้งปัญหาและสมมติฐานในขั้นที่ 2 ต่อไป



โครงการ “เปรียบเทียบระหว่างน้ำมะขามกับน้ำส้มสายชูในการทำความสะอาดกระจก” ศึกษาเปรียบเทียบการทำความสะอาดกระจกระหว่างสารผสมน้ำมะขามและสารผสมน้ำส้มสายชู โดยนำน้ำส้มสายชู 200 มิลลิลิตร ผสมสบู่ 4 ช้อนชา ผสม ผงฟู 2 ช้อนชา ใส่ในโหล ทิ้งไว้ 1 วัน ส่วนน้ำมะขาม 200 มิลลิลิตร ผสมน้ำตาลทราย 50 กรัม น้ำสะอาด 50 มิลลิลิตร ผสมลงในหม้อต้ม ทิ้งไว้ 3 นาที แล้ว เทใส่โหล ตั้งไว้ ประมาณ 1 วัน นำสารผสมทั้ง 2 ชนิดมาทำความสะอาดกระจก พบว่า สารผสมน้ำส้มสายชูสามารถช่วยขจัดคราบบนกระจกได้ดีกว่าสารผสมน้ำมะขาม”

ที่มา : ภาณุมาศ นาชัยคำและคณะ (2556). เปรียบเทียบระหว่างน้ำมะขามกับน้ำส้มสายชูในการ

ปัญหา คือ

B

โครงการ “ภายในชุมชนต่างๆมีการใช้น้ำยาล้างจานที่แตกต่างกันไปมากมายทั้งขนาด ยี่ห้อ และประสิทธิภาพในการทำมาสะอาด ซึ่งคณะผู้จัดทำได้พบว่าน้ำยาทำความสะอาด ภาชนะนั้นมีราคาสูง จึงได้คิดค้นหาความรู้จากแหล่งต่างๆ ว่าการผลิตน้ำยาล้างจานนั้น จะต้องทำอย่างไร คณะผู้จัดทำจึงได้ร่วมกันพิจารณาว่าควรจะทำผลไม้ที่จะนำมาทำเป็น ผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างจาน คณะผู้จัดทำจึงได้พิจารณากันว่าควรที่จะนำผลของมะละกามาทำ เพราะเป็นผลไม้ที่หาง่าย ไม่แพง และผลใหญ่ เหมาะที่จะนำมาทำน้ำยาล้างจาน โดยเมื่อนำ น้ำยาล้างจานจากมะละกามาทดลองการใช้ สามารถใช้งานในการล้างภาชนะได้เทียบเท่ากับน้ำยาล้างจานตามท้องตลาด ราคาไม่แพง สามารถทำเองได้ เมื่อสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจระดับดี”

ที่มา : ปาลิตา นาชัยคำและคณะ (2558). น้ำยาล้างจานจากมะละกอและมะกรูด. โครงการงานวิทยาศาสตร์ โรงเรียนโพธาวัฒนาเสนี.

ปัญหา คือ

C

โครงการ “เจลล้างมือหรือสารที่ใช้ล้างมือ *hand sanitizer* คือสิ่งที่ใช้ทำความสะอาดมือ และเป็นเครื่องเสริมหรือทางเลือกอีกช่องทางหนึ่งที่เราจะไม่จำเป็นต้องใช้น้ำและสบู่เหมือนกับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยอาจอยู่ในรูปของเจลหรือโฟมหรือจะเป็นของเหลวชนิดอื่นๆ เจลล้างมือในปัจจุบันมีการนำเอาสารเคมีมาใช้เป็นส่วนผสมเป็นจำนวนมากทำให้เราได้รับสารเคมีที่เข้าไปในร่างกาย ถ้าสารเคมีตกค้างแล้วไปสะสมในร่างกายของเราเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตได้เจลจากว่านหางจระเข้นั้นสามารถทำให้ผิวชุ่มชื้น รักษาแผลสมานแผลช่วยในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียได้ โดยที่เราจะใช้สารเคมีในปริมาณที่น้อยกว่าเจลล้างมือที่วางขายที่อยู่ในท้องตลาดและเจลล้างมือที่ได้ก็สามารถที่จะล้างมือให้สะอาด โดยที่จะไม่ต้องใช้น้ำและสบู่ซึ่งใช้ได้ดีเหมือนกับเจลล้างมือที่ขายในท้องตลาดไม่แพ้กันเลยทีเดียว”

ที่มา : ทักษิณ คะสาราชและคณะ (2557). เจลล้างมือจากว่านหางจระเข้. โครงการงานวิทยาศาสตร์

ปัญหา คือ

กิจกรรมที่ 1.2 คำถามสู่โครงการวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์

เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.2 แล้วนักเรียนสามารถนำกำหนดประเด็นปัญหาพร้อมระบุเหตุผลได้

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนปัญหาหรือสิ่งที่นักเรียนสนใจเกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องสารละลายมาใช้ประโยชน์โดยเขียนลงในกระดาษ Post it ที่แจกให้ นำมาติดใส่กระดาษ A4 แล้วนำมาอภิปรายในกลุ่ม (15 นาที)



- สมาชิกในกลุ่มเลือกปัญหา หรือสิ่งที่นักเรียนสนใจจากข้อ 1. มา 1 เรื่อง

กิจกรรมที่ 1.3 การตั้งสมมติฐาน

จุดประสงค์

เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.3 แล้วนักเรียนสามารถให้คำอธิบาย ซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าได้

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่สนใจที่สุดมาเพียง 1 ปัญหา

สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดล่วงหน้าเป็นข้อความที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น(ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม ในการเขียนสมมติฐานอาจใช้คำว่า

“ถ้า.....ดังนั้น.....”

จากโครงการ A ในกิจกรรมที่

1.1.....

สมมติฐาน คือ.....

จากโครงการ B ในกิจกรรมที่

1.1.....

สมมติฐาน คือ.....

จากโครงการ C ในกิจกรรมที่

1.1.....

สมมติฐาน คือ.....

ปัญหาที่นักเรียนสนใจที่สุด คือ

.....

.....

.....

จากปัญหาที่นักเรียนเลือกไว้ ให้ลองนำมาเขียนสมมติฐานดู

สมมติฐานของนักเรียน คือ

.....

.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิจกรรมที่ 2.2 การศึกษาทฤษฎีและหลักการ
เรื่อง ผลของอุณหภูมิต่อสภาพละลายได้ของสาร

การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม

- ✓ **ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ** หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุของปัญหาหรือสิ่งที่เราต้องการศึกษา
- ✓ **ตัวแปรตาม** หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนไปด้วย
- ✓ **ตัวแปรควบคุม** หมายถึง สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิฉะนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

จุดประสงค์

เพื่อทดสอบผลการละลายของสารที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ปัญหา :

สมมติฐาน :

ตัวแปร :

วัสดุอุปกรณ์

- | | |
|---|------------------|
| 1. ปีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 3 ใบ | 4. กระบอกตวง |
| 2. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม | 5. แท่งแก้วคนสาร |
| 3. สารเคมีต่าง ๆ ได้แก่ น้ำกลั่น เอทิลแอลกอฮอล์ เกลือ | 6. น้ำแข็ง |

น้ำตาลทราย และคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต

วิธีการทดลอง :

1. ใส่น้ำกลั่น ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์
2. ชั่งน้ำตาลทราย ครึ่งละ 1 กรัม ใสลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่นอยู่ คนน้ำตาลทรายจนละลายหมด แล้วชั่งน้ำตาลทราย ครึ่งละ 1 กรัม ใสลงไปละลาย เพิ่ม จดบันทึกปริมาณน้ำตาลทรายที่ใส่เข้าไปจนไม่สามารถละลายน้ำตาลทรายในน้ำกลั่นเพิ่มได้อีก
3. ทำการทดลองข้อ 1. และ 2. ซ้ำ โดยนำบีกเกอร์ 1 ใบ มาละลายน้ำตาลทรายในน้ำที่ให้ความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ และบีกเกอร์อีก 1 ใบ มาละลายน้ำตาลทรายในน้ำที่ให้ความเย็นจากน้ำแข็ง

บันทึกผลกิจกรรม

	น้ำที่อุณหภูมิห้อง	น้ำที่อุณหภูมิสูง	น้ำที่อุณหภูมิต่ำ

หมายเหตุ : ที่อุณหภูมิสูงขึ้น น้ำตาลทรายละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น แต่ที่อุณหภูมิลดลง น้ำตาลทรายละลายน้ำได้น้อยลง

การตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป เป็นความสามารถในการแปลความหมาย หรือ การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลจำเป็นอาจต้องใช้ทักษะด้านอื่นๆ ช่วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุปเป็นการบอกความสัมพันธ์

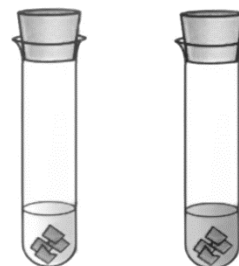
**กิจกรรมที่ 2.3 การศึกษาทฤษฎีและหลักการ
เรื่อง ผลของชนิดตัวทำละลายต่อสภาพละลายได้ของสาร**

จุดประสงค์

- 1.อธิบายความแตกต่างของผลของตัวทำละลายที่ต่างชนิดกันได้

วัสดุอุปกรณ์

1. ขมิ้น
2. ไบมีด
3. หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด
4. จุกยาง
5. น้ำกลั่น
6. เอทานอล



วิธีทำ

1. หั่นขมิ้นให้มีขนาดใกล้เคียงกันแล้วใส่ลงในหลอดทดลอง 2 หลอด หลอดละประมาณ 2 ช้อนชา
- ขวดที่ 1 ให้เติมเอทานอล 25 cm³ ขวดที่ 2 เติมน้ำลงไป 25 cm³
2. หลังจากนั้นปิดด้วยกระดากอลูมิเนียมฟรอยด์ แล้วเขย่าเป็นเวลา 5 นาที
3. ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที สังเกตและบันทึกผล

สมมติฐาน การทดลองนี้ คือ

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

➤ ตัวละลายชนิดเดียวกันละลายในตัวละลายแต่ละชนิดได้เหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

.....

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	สี	กลิ่น
1. ไขมัน + น้ำ		
2. ไขมัน + เอทานอล		

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3

พัฒนาโครงการทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือวางแผนปฏิบัติงาน



ปัญหา

สมมติฐาน

คำชี้แจง

จากสมมติฐานที่นักเรียนกำหนดขึ้น ให้นักเรียนระบุ
ตัวแปร วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น คือ

ตัวแปรตาม คือ

ตัวแปรควบคุม คือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือ
ปฏิบัติจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลองและรูปแบบการบันทึกผลการ
ทดลอง โดยครอบคลุมกับสมมติฐาน

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขต หรือให้
คำจำกัดความของคำต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันถึงสิ่งที่ทำการ
ทดลอง ซึ่งสามารถทำแบบทดสอบได้

จุดประสงค์ กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่กำหนดไว้ได้ถูกต้อง

คำสั่ง ให้ นักศึกษาระบุว่า นิยามใดเหมาะสมที่จะเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ โปรดระลึกว่า นิยามเชิงปฏิบัติการจะต้องระบุอย่างชัดเจนถึงสิ่งที่จะทำและสิ่งที่สังเกตได้

1. ความสด:

- ก. คุณภาพดี หรือใช้ได้ดีเพราะได้มาใหม่หรือผลิตขึ้นใหม่ ๆ
- ข. ไม่สดชื่น, โรยลง, เฉลลง.

2. การเจริญเติบโตของพืช:

- ก. เมื่อชั่งน้ำหนักเพิ่มขึ้น แสดงว่าเจริญเติบโตดี จำนวนใบเพิ่มขึ้น ความสูงเพิ่มขึ้น
- ข. ใบพืชร่วง มีใบซีดขาว ใบและลำต้นแห้งเหี่ยว

จากปัญหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองโดยเขียนรายละเอียดตาม
แบบฟอร์มที่กำหนดยกเว้นบทคัดย่อในรูปแบบใดๆ ต่อไปนี้

- ✓ ตาราง
- ✓ แผนภูมิ
- ✓ แผนภาพ
- ✓ กราฟ
- ✓ เขียนบรรยายและอื่นๆ





ชื่อโครงการ

.....

.....

ชื่อผู้ทำโครงการ

1

2

3

4

5

6

7

8

9

ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

.....



ที่มาและความสำคัญของโครงการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

.....

.....

.....

.....



สมมติฐานของการศึกษากันคว้า

.....

.....

.....

.....

ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

1. ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ

.....

2. ตัวแปรตาม

.....

3. ตัวแปรควบคุม

.....



วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



วิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 4
ปฏิบัติตามขั้นตอนโครงการทำโครงการ
วิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่

จุดประสงค์

เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่ 4 แล้วนักเรียนสามารถนำ
 ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้ บันทึกผลการทดลองและ

จากการทดลอง ให้นักเรียนเขียนบันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองอย่างละเอียด
 และเข้าใจง่าย

ตัวอย่างผลการทดลอง การแยกสารโดยการระเหยแห้ง



บันทึกผลการทดลอง

สารละลายที่สังเกต	ลักษณะทางกายภาพของสาร	
	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
น้ำเกลือ		
น้ำส้มสายชู		



ให้แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามแผน พร้อมทั้งบันทึกภาพแต่ละขั้นตอน

ภาพการทดลอง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ผลการทดลอง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



สรุปผลการทดลอง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิจกรรมที่ 5

เขียนรายงานโครงการ

จุดประสงค์

เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมในขั้นที่แล้ว นักเรียนสามารถเขียนรายงานโครงการได้

ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้ฝึกเขียนรายงานโครงการ ซึ่งจะ
เป็นวิธีสื่อความหมายที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง เพื่อให้คน
อื่นๆ ได้เข้าใจถึงแนวความคิด วิธีการดำเนินการศึกษา
ค้นคว้าข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะ
ต่างๆ เกี่ยวกับโครงการของนักเรียน

การเขียนรายงานควรจะใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน
สั้นๆ ตรงไปตรงมาและครอบคลุมหัวข้อที่กำหนดไว้ใน
การเขียนรายงาน



เอกสาร/แหล่งอ้างอิง

.....

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวาปีปทุม จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

รายการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

4.51 - 5.00	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมมาก
2.51 - 3.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

(ตัวอย่าง)

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้**(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

ชื่อเครื่องมือ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็น
ฐาน โครงงานประเภททดลอง เรื่อง สารละลาย

ผู้วิจัย : นางสาวปริญดา สีถาล้า โทรศัพท์ 065-5905452

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก : อาจารย์ ดร.ธนวัชร สมตัว

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

วัตถุประสงค์ :

เพื่อพัฒนาวิธีการเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

นิยาม :

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยจะมีครูคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ที่เกิดจากตัวผู้เรียนเอง และนำไปสู่การลงมือปฏิบัติงานจริง โดยเลือกใช้โครงงานประเภทการทดลอง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดหัวข้อปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันตั้งปัญหาหรือหัวข้อที่จะศึกษาเพื่อทำโครงงาน

ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาทฤษฎี หลักการ รวมถึงแนวคิดสนับสนุนเรื่องที่สนใจทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้สอนให้ข้อมูลเกี่ยวกับสารละลาย สภาพการละลายได้ของสาร และความเข้มข้นของสารละลาย เพื่อนำไปใช้ในการทำโครงงาน

ขั้นที่ 3 ขั้นพัฒนาโครงการทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือวางแผนปฏิบัติงาน ผู้เรียนวางแผนในการทำโครงงานเป็นลำดับขั้นตอน ผู้สอนช่วยให้คำแนะนำในการดำเนินงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นปฏิบัติตามขั้นตอนโครงงานทำโครงงานวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผนด้วยการทำการทดลอง

ขั้นที่ 5 ขั้นเขียนรายงานโครงงาน ผู้เรียนเขียนผลของการศึกษาค้นคว้าจากเรื่องที่ได้ศึกษา

ขั้นที่ 6 ขั้นเผยแพร่โครงงานวิทยาศาสตร์สู่ชุมชนและสาธารณะ ผู้เรียนดำเนินงานจนได้คำตอบตามวัตถุประสงค์แล้วเผยแพร่ผลการศึกษาให้กับผู้สอน เพื่อน และผู้เกี่ยวข้อง

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร จำนวน 1 แผนการเรียนรู้ ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

รายการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

4.51 - 5.00	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมมาก
2.51 - 3.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง สารละลาย

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 เป็นไปตามตัวชี้วัด					
1.2 มีความเป็นไปได้อ					
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุไว้ชัดเจน					
2. สาระสำคัญ					
2.1 กระชับ					
2.2 เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร					
2.3 มีความหมายชัดเจน เข้าใจง่ายกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2)					
3. สาระการเรียนรู้					
3.1 ความยากง่ายเหมาะสม					
3.2 เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร					
3.3 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน					
4. เนื้อหา					
4.1 เนื้อหา และภาษา มีความถูกต้อง					
4.2 เนื้อหา มีความน่าเชื่อถือ					
4.3 เป็นไปตามตัวชี้วัด					
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน					
5. กิจกรรมการเรียนรู้					
5.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสมตามขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)					
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2					
5.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้น บูรณาการและการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
5.4 ได้รับความสนใจ ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้					
5.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม					
5.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม					
6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้					
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
6.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรม					
6.3 ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน					
7. การวัดและประเมินผล					
7.1 วัดได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้					
7.2 ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม					
7.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย					
7.4 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้					

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

(ตัวอย่าง)

**แบบประเมินคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝน กระบวนการแสวงหาความรู้หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง มาใช้ในการแก้ไขปัญหา มีการลงมือปฏิบัติจนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่ว ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปได้ นำไปสู่การแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างมีระบบในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่จะต้องฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยเพื่อจะได้นำไปใช้เป็นเครื่องมือ ในการแสวงหาความรู้ในวิชาอื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันประเมินโดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่อง สารละลาย เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ รวม 60 นาทีประกอบด้วยทักษะชั้นบูรณาการ ดังนี้

ทักษะที่ 1 การตั้งสมมติฐาน

ทักษะที่ 2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะที่ 3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะที่ 4 การทดลอง

ทักษะที่ 5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปการตีความหมายข้อมูลคือการแปล

ความหมาย

คำชี้แจง

แบบประเมินครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับองค์ประกอบในแต่ละด้านรายด้านของทักษะวิทยาศาสตร์ ครอบคลุม 5 ด้าน ได้แก่ 1. การตั้งสมมติฐาน 2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร 4. การทดลอง 5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ในแต่ละข้อในครั้งนี้อย่างถี่ถ้วนแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ข้อละ 1 ระดับ และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะในหัวข้อที่ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

รายการประเมินที่มีความสอดคล้อง ให้ +1 คะแนน

รายการประเมินที่มีความไม่แน่ใจ ให้ 0 คะแนน

รายการประเมินที่ไม่สอดคล้อง ให้ -1 คะแนน

ข้อความ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	พิจารณา			
	+1	0	-1	
(ด้านการตั้งสมมติฐานข้อ1-10)				
<p>1. ข้อใดเป็นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นจากการทดลองเลี้ยงไก่ด้วยข้าวเปลือกเปล่าๆ กับการเลี้ยงไก่ด้วยรำผสมปลาป่น</p> <p>ก. ไก่ที่กินข้าวเปลือกเปล่าๆ จะเป็นโรคขาดสารอาหาร</p> <p>ข. ไก่ที่กินรำผสมข้าวป่นจะสร้างภูมิคุ้มกันโรคได้ดีกว่าไก่ที่กินข้าวเปลือก</p> <p>ค. ไก่ที่กินรำผสมปลาป่นจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าไก่ที่กินข้าวเปลือกเปล่าๆ</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p>				
(ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ข้อ 11-20)				
<p>11. การให้ความหมายของคำว่า “รอบเอว” ในข้อใดชัดเจนที่สุด</p> <p>ก. ระยะทางที่วัดรอบลำตัว</p> <p>ข. ส่วนที่เล็กที่สุดของร่างกายที่อยู่ระหว่างหน้าอกกับสะโพก</p> <p>ค. ความกว้างของลำตัวในช่วงหน้าท้อง</p> <p>ง. ส่วนของร่างกายที่อยู่ต่อกันระหว่างท้องน้อย</p>				

ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	พิจารณา			
	+1	0	-1	
(ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ข้อ 21-30)				
<p>21. เจ้าของโรงงานรถยนต์ต้องการที่จะประดิษฐ์รถยนต์ให้มีราคาถูกลง เขาจึงศึกษาตัวแปรซึ่งอาจจะมีผลต่อระยะทางที่รถวิ่งได้ต่อปริมาณของน้ำมัน 1 ลิตร ตัวแปรใดมีผลต่อระยะทางที่รถยนต์วิ่งได้ต่อปริมาณน้ำมัน 1 ลิตร</p> <p>ก. น้ำหนักของรถ สีของรถ ชนิดของน้ำมัน</p> <p>ข. ขนาดของเครื่องยนต์ น้ำหนักของรถ ชนิดของน้ำมัน</p> <p>ค. สีของรถ ขนาดของเครื่องยนต์ น้ำหนักของรถ</p> <p>ง. ชนิดของน้ำมัน สีของรถ ขนาดของเครื่องยนต์</p>				
(ด้านการทดลอง ข้อ 31-40)				
<p>31. ข้อใดเป็นสิ่งที่จะต้องทำการบันทึกในการทดลองเพื่อหาคำตอบที่ว่า “ขนาดของภาชนะมีผลกระทบต่ออัตราการคายความร้อนหรือไม่”</p> <p>ก. ชนิดของภาชนะกับช่วงเวลาที่คายความร้อน</p> <p>ข. ขนาดภาชนะกับการคายความร้อน</p> <p>ค. ขนาด, ชนิดของภาชนะกับเวลาที่คายความร้อน</p> <p>ง. ปริมาณความร้อน, ขนาดของภาชนะกับเวลาที่คายความร้อน</p>				

ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	พิจารณา			
	+1	0	-1	
(ด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปการตีความหมายข้อมูลคือการแปลความหมาย ข้อ 41 -50)				
<p>40. ถ้าต้องการศึกษาว่า “พืชเจริญเติบโตได้ดีในดินต่างชนิดกันหรือไม่” ควรออกแบบการทดลองอย่างไร</p> <p>ก. ปลูกพืช 2 ชนิดในดินชนิดเดียวกัน</p> <p>ข. ปลูกพืชชนิดเดียวกันในดินต่างชนิดกัน</p> <p>ค. ปลูกพืชชนิดเดียวกันในดินผสมเหมือนกัน</p> <p>ง. ปลูกพืชชนิดเดียวกันในดินชนิดเดียวกันแต่ใส่ปุ๋ยต่างกัน</p>				<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

ข้อเสนอแนะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

(ตัวอย่าง)
แบบประเมินคุณภาพความเที่ยงตรง (IOC)
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

ชื่อเครื่องมือ : แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ผู้วิจัย : ปริญดา สีถาล้า โทรศัพท์ 065-59054529

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก: ดร.ธนวัชร สมด้ว

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

นิยาม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปได้ นำไปสู่การแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างมีระบบในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่จะต้องฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยเพื่อจะได้นำไปใช้เป็นเครื่องมือ ในการแสวงหาความรู้ในวิชาอื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันประเมินโดยใช้ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่อง สารละลาย อยู่ในกรอบแนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS) ในการตรวจรายงานโครงงาน ทักษะชั้นบูรณาการ ดังนี้

ทักษะที่ 1 การตั้งสมมติฐาน

ทักษะที่ 2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะที่ 3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะที่ 4 การทดลอง

ทักษะที่ 5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปการตีความหมายข้อมูลคือการแปล

ความหมาย

(ตัวอย่าง)

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

คำชี้แจง ขอให้ผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านโดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่อง
ความคิดเห็นพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

ให้ +1 คือ แบบประเมินมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

ให้ 0 คือ ไม่แน่ใจว่าแบบประเมินมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

ให้ -1 คือ แบบประเมินไม่มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

วิธีการประเมินให้คะแนน โดยการตรวจจากรายงาน โครงงาน

ที่	รายการประเมิน	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1	ทักษะการตั้งสมมติฐาน การคาดคะเนผลการทดลองหรือการสำรวจ				
2	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร การระบุ ตัวแปรต้นและตัวแปรตาม (ผลที่จะเกิดขึ้น) และการควบคุมตัวแปร				
3	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่าง ที่ต้อง ทดลอง				
4	ทักษะการทดลอง การออกแบบการทดลอง การทดลองตามแผนการ ทดลอง และผลที่ได้				

ที่	รายการประเมิน	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
5	ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป 5.1 การใช้ข้อมูลจากการทดลอง การบรรยาย ลักษณะ และสมบัติของข้อมูล 5.2 การใช้ข้อมูลจากการทดลองอธิบายหรือสรุป ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด				

เกณฑ์การให้คะแนน

ปรับปรุงจาก เนตรชนก จันทร์สว่าง (2548). ที่พัฒนาตาม Germann, Aram and Burke. (1996).

ที่	รายการประเมิน	คะแนน		
		3	2	1
1	ทักษะการตั้งสมมติฐาน การคาดคะเนผลการทดลองหรือการสำรวจ	รายงานแสดงสมมติฐานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามทุกตัวแปร เขียนได้ถูกต้องตามเรื่องที่ทดลอง	รายงานแสดงสมมติฐานที่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามหนึ่งตัวแปร ได้ถูกต้องบางส่วนกับเรื่องที่ทดลอง	รายงานแสดงสมมติฐานที่ไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ กับตัวแปรตาม
2	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร การระบุ ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม (ผลที่จะเกิดขึ้น) และ	รายงานระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม	รายงานระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปร	รายงานระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปร

ที่	รายการประเมิน	คะแนน		
		3	2	1
	การควบคุมตัวแปร	ได้ครบ และถูกต้องตามเรื่องที่ทดลอง	ควบคุม ได้อย่างน้อยสองตัวแปร และถูกต้อง ตามเรื่องที่ทดลอง	ควบคุม ได้อย่างเพียงหนึ่งตัวแปร ที่ถูกต้อง ตามเรื่อง ที่ทดลอง
3	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่าง ที่ต้องทดลอง	การกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่ง ที่ต้องทดลองได้ครอบคลุม โดยสอดคล้องกับสิ่งที่	การกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่ง ที่ต้องทดลองได้บางส่วน โดยสอดคล้องกับสิ่งที่	การกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่ง ที่ต้องทดลองได้น้อย หรือ ไม่สอดคล้อง
		สังเกตและวัดได้ตามเรื่องที่ทดลอง	สังเกตและวัดได้ตามเรื่องที่ทดลอง	กับสิ่งที่สังเกตและวัดได้
4	ทักษะการทดลอง การออกแบบการทดลอง การทดลองตามแผนการทดลอง เพื่อให้ได้ผลการทดลอง	ออกแบบการทดลองเป็นขั้นตอนตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ น่าเชื่อถือ	ออกแบบการทดลองเป็นบางขั้นตอน ไม่ลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ น่าเชื่อถือ	ออกแบบการทดลองเป็นบางขั้นตอน ไม่ลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ น่าเชื่อถือ
5	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 5.1 การใช้ข้อมูลจากการทดลอง การบรรยาย ลักษณะและสมบัติของข้อมูล	รายงานแสดงให้เห็นว่ามีการใช้ทุกข้อมูลในการนำไปบรรยาย	รายงานแสดงให้เห็นว่ามีการใช้บางข้อมูลในการนำไปบรรยาย	รายงานแสดงให้เห็นว่าไม่มีการใช้ข้อมูลในการนำไปบรรยาย

ที่	รายการประเมิน	คะแนน		
		3	2	1
	5.2 การใช้ข้อมูลจากการทดลองอธิบายหรือสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด	รายงานแสดงให้เห็นว่ามีการใช้ข้อมูลทั้งหมดจากการสังเกต มาสรุปผลการทดลอง แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ได้ถูกต้องทั้งหมด	รายงานแสดงให้เห็นว่ามีการใช้ข้อมูลบางส่วนจากการสังเกต มาสรุปผลการทดลองแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ได้ถูกต้องบางส่วน	รายงานแสดงให้เห็นว่าไม่มีการใช้ข้อมูลจากการสังเกต มาสรุปผลการทดลองแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
6	-1	1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
12	1	-1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
15	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
16	1	-1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
17	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
18	1	-1	1	0	1	3	0.06	สอดคล้อง
19	1	-1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
20	1	-1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
21	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
22	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
23	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
31	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
32	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
33	1	-1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
34	1	-1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
35	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
37	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
38	1	-1	1	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
39	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
40	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
41	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
42	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
43	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
44	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
45	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
46	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
47	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
48	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
49	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
50	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.20-1.00 จากการคัดเลือกแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้งหมด 60 ข้อ ให้เหลือเพียง 30 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.2

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
5	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 จากการคัดเลือกแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การทั้งหมด 5 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.3

ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.25	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
5	0.01	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
6	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.04	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
8	0.21	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
9	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.71	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.75	ใช้ได้	ใช้ได้
15	-0.12	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
16	0.72	ใช้ได้	ใช้ได้
17	-0.01	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
18	-0.17	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
19	-0.11	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
20	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
22	-0.11	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
23	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
25	-0.11	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
26	0.82	ใช้ได้	ใช้ได้
27	-0.11	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
28	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
30	-0.04	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
31	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
32	-0.03	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
33	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.28	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
36	-0.11	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
37	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
40	-0.08	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
41	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
42	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
43	0.10	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
44	0.23	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
45	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
46	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
47	-0.19	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
48	-0.36	ทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
49	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
50	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้

จากการหาค่าอำนาจจำแนก พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง -0.3660 -0.8295 ในการคัดเลือกแบบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้งหมด 50 ข้อ ให้เหลือเพียง 30 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.4

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 50 ข้อ

ข้อ	p_i	q_i	$p_i q_i$
1	0.79	0.21	0.17
2	0.79	0.21	0.17
3	0.39	0.61	0.24
4	0.76	0.24	0.18
5	0.71	0.29	0.21
6	0.76	0.24	0.18
7	0.11	0.89	0.09
8	0.39	0.61	0.24
9	0.58	0.42	0.24
10	0.55	0.45	0.25
11	0.45	0.55	0.25
12	0.61	0.39	0.24
13	0.61	0.39	0.24
14	0.53	0.47	0.25
15	0.08	0.92	0.07
16	0.53	0.47	0.25
17	0.63	0.37	0.23
18	0.97	0.03	0.03
19	0.97	0.03	0.03
20	0.71	0.29	0.21
21	0.37	0.63	0.23
22	0.97	0.03	0.03
23	0.29	0.71	0.21
24	0.66	0.34	0.23

(ต่อ)

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

ข้อ	p_i	q_i	$p_i q_i$
25	0.97	0.03	0.03
26	0.50	0.50	0.25
27	0.97	0.03	0.03
28	0.53	0.47	0.25
29	0.68	0.32	0.22
30	0.68	0.32	0.22
31	0.61	0.39	0.24
32	0.74	0.26	0.19
33	0.66	0.34	0.23
34	0.55	0.45	0.25
35	0.45	0.55	0.25
36	0.97	0.03	0.03
37	0.24	0.76	0.18
38	0.58	0.42	0.24
39	0.42	0.58	0.24
40	0.87	0.13	0.11
41	0.63	0.37	0.23
42	0.32	0.68	0.22
43	0.61	0.39	0.24
44	0.71	0.29	0.21
45	0.45	0.55	0.25
46	0.32	0.68	0.22
47	0.16	0.84	0.13
48	0.21	0.79	0.17

(ต่อ)

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

ข้อ	p_i	q_i	$p_i q_i$
49	0.47	0.53	0.25
50	0.68	0.32	0.22

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods : KR-20)

$$KR-20 = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ KR-20 แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 p_i แทน สัดส่วนจำนวนคนตอบแต่ละข้อถูก
 q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i หรือ เท่ากับ $1 - p_i$
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} KR-20 &= \left[\frac{50}{50-1} \right] \left[1 - \frac{9.50}{76.08} \right] \\ &= [1.02] [1-0.13] \\ &= [1.02] [0.87] \\ &= 0.88 \end{aligned}$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เท่ากับ 0.88

ค่าดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธี

Judith A. Burry-stock และคณะ (Burry-Stick and Others. 1996)

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^k |R_{1k} - R_{2k}|}{K(I-1)}$$

เมื่อ	RAI	แทน	เป็นดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน
	R_{1k}	แทน	เป็นคะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1 ในพฤติกรรมที่ k ($k=1,2,3,\dots,K$)
	R_{2k}	แทน	เป็นคะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2 ในพฤติกรรมที่ K
	I	แทน	เป็นจำนวนคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้ (Scoring rubrics)
	K	แทน	เป็นจำนวนพฤติกรรมบ่งชี้ทั้งหมด

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} RAI &= 1 - \frac{\sum_{k=1}^k |R_{1k} - R_{2k}|}{K(I-1)} \\ &= 1 - \frac{3}{6(4-1)} \\ &= 1 - \frac{3}{18} \\ &= 0.83 \end{aligned}$$

สรุป ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินจึงมีค่า เท่ากับ 0.83 ซึ่งแสดงว่าแบบประเมินฉบับนี้มีคุณภาพใช้ได้



ภาคผนวก ง

คะแนนทดสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.1

คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ
โครงการเป็นฐาน

คนที่	คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
1	21
2	21
3	19
4	18
5	20
6	18
7	20
8	20
9	19
10	18
11	19
12	20
13	19
14	21
15	19
16	22
17	20
18	20
19	18
20	22
21	20
22	19
23	24

(ต่อ)

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
24	19
25	19
26	25
27	22
28	21
29	21
30	21
31	24
32	20
33	18
34	20
35	21
36	21
37	21
38	18
39	22
40	18
41	22
42	18
ค่าเฉลี่ย	21.02
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.72
ร้อยละ	67.48



ภาคผนวก จ

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญภายนอก)



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว.๕๘๑๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๑๔ สิงหาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม

ด้วย นางสาวปริญดา สีถาล้า รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๗ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา การศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภัทรชัย จันทร์ชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖



(ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญภายใน)

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานคณบดี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ ศศ ๖.๐๓๒๗/๒๕๖๒

วันที่ ๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ

ด้วย นางสาวปริญดา สีลาหัตถ์ รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๗ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น ปุณณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(นางสาวปิ่นญาพัฒน์ ชื่นทอง)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพการศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี คณะครุศาสตร์



(ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญภายนอก)

ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว.๕๓๔๔

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒ สิงหาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางพัชรินทร์ เทียบพิมพ์

ด้วย นางสาวปริญดา สีถาล้า รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๗ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา การศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖



(ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญนอก)

ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว.๕๑๐๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

๕๕๐๐๐

๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางวราภรณ์ จิณาบุญ

ด้วย นางสาวปริญดา สีถาล้า รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๗ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตาม วัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทร์หอม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖



(ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญภายนอก)

ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว.๕๑๐๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

๔๕๐๐๐

๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางอารีวรรณ ชัตติยะวงศ์

ด้วย นางสาวปริญดา สีถาล้ำ รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๗ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตาม วัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทร์ชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ปริญญาคา สীগาหล้า, ธนวัชร สมตัว และ เนตรชนก จันทรสว่าง (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ประจำปี พ.ศ. 2563 เพื่อเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในโอกาสสมหามงคลพระราชพิธีบรมราชาภิเษกและฉลองครบรอบ 36 ปี มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล (น.1262-1273). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นางสาวปริญดา สีถาส้า
วัน เดือน ปี เกิด 2 มกราคม 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 288 หมู่ 7 ตำบลคอนหัน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
รหัสไปรษณีย์ 40260

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2558 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2563 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY