



การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

The Development of Science Learning Model Based on STEM Education
to Enhance Scientific Literacy and Attitudes towards Science
among Prathomseuksa 6 Students

นารีมะห์ วาโด

Nareemah Wado

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction

Prince of Songkla University

2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

The Development of Science Learning Model Based on STEM Education
to Enhance Scientific Literacy and Attitudes towards Science
among Prathomseuksa 6 Students

นารีมะห์ วาโด

Nareemah Wado

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction

Prince of Songkla University

2566


ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้เขียน นางสาวนาริมาห์ วาโด

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

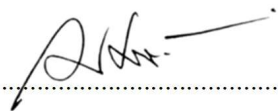


 (ดร.ฮามีดี๊ะ มูสอ)


คณะกรรมการสอบ

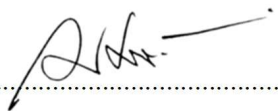

ประธานกรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิงหา ประสิทธิ์พงศ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม




 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ)


กรรมการ
 (ดร.ฮามีดี๊ะ มูสอ)


กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ)

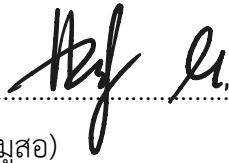

กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มัยดี แวดราม)

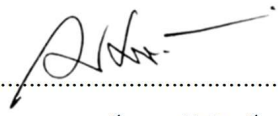

กรรมการ
 (ดร.ธีระยุทธ รัชชะ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
 ส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

.....
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกกิง วงศ์ศิริโชติ)
 รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ดร.ฮามีตะ มุสอ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ.....
(นางสาวนาริมาห์ วาโด)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นางสาวนารีมะห์ วาโด)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้เขียน	นางสาวนาริมาห์ วาโด
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้กำหนดทิศทางการพัฒนาของสังคมและประเทศชาติในปัจจุบัน เพื่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีและสร้างสรรค์นวัตกรรม จำเป็นต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ และ 3) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 13 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) เครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1.1 คู่มือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2.1 แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.2 แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และ 2.3 แบบบันทึกภาคสนาม สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ทดสอบค่าที่ด้วยสถิติ Dependent Samples t-test และวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ คือ 1. หลักการ 2. วัตถุประสงค์ 3. สารการเรียนรู้ 4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) ชั้นระบุปัญหา 2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด 3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ชั้นทดสอบประเมินผล และปรับปรุง 6) ชื่นนำเสนอและสะท้อนผล และ 7) ชั้นตกผลึกแนวคิด 5. สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 6. การวัดและประเมินผล โดยมีผลการประเมินตามมาตรฐาน The Joint Committee on Standards of Educational Evaluation ใน 4 มาตรฐาน พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก 2) ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสรุปผลได้ว่ารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ อีกทั้งผู้เรียนมีการแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่มีการพัฒนาขึ้นและมีการสะท้อนผลที่แสดงให้เห็นถึงความสนใจในวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ กระบวนการเชิงวิศวกรรม

Thesis Title	The Development of Science Learning Model Based on STEM Education to Enhance Scientific Literacy and Attitudes towards Science among Prathomseuksa 6 Students
Author	Miss Nareemah Wado
Major Program	Curriculum and Instruction
Academic Year	2022

ABSTRACT

Science and technology were considered an important tool to determine the aspect of the development of society and the nation nowadays. In order to develop technology and create an innovation, it is necessary to support the scientific literacy of students. The purposes of this research were to 1) develop the science Learning model based on STEM education to enhance scientific literacy and attitudes towards science among Prathomseuksa 6 students, 2) compared scientific learning before and after implementation 3) compared the student's attitudes towards science learning before and after implementation. The samples group consisted of 13 students in the first semester of 2022. The research instruments were the science Learning model based on STEM education manual, lesson plan, the science achievement test, attitudes towards science's assessment, field note. The data were analyzed by using mean of percentage, arithmetic mean, standard deviation, Dependent Sample T-test and content analysis.

The research found that; 1) The science Learning model based on STEM education are consist of 6 elements; 1. principle 2. objective 3. learning content 4. process of learning teaching of 7 steps 1) Identify Problem 2) Search Related Information 3) Design Solution 4) Plan and Solve Problem 5) Test Evaluation and Design Improvement 6) Present and Reflect Feedback and 7) Crystalize Core concept 5. media and visuals 6. measurements and evaluation by following the result of The Joint Committee on Standard of Educational Evaluation of 4 standards had mean score in high level. 2) The science literacy were higher than before experiment at the level of .05 significant. 3) The student's attitudes towards science learning were higher than

before at the level .05 significance. Hence, the students of Prathomsuksa 6 were able to do the activity or complete the task with creativity. Moreover, they had skills in term of scientific literacy and attitudes towards science were obviously higher. In addition, the result of scientific competence of students were improved and had reflected the results that the students were interested toward the activity.

Keywords: Model Based on STEM Education, Scientific Literacy, Attitudes towards Science, Engineering Process

กิตติกรรมประกาศ

ด้วยพระนามของอัลลอฮ์ (ซบ.) ผู้ทรงปราณีและเมตตาเสมอมา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตามความประสงค์ของอัลลอฮ์ (ซบ.) และด้วยความช่วยเหลือของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.ฮามีดี๊ะ มุสอ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ ที่ให้คำปรึกษาที่ดีและคอยแนะนำ เพื่อให้ผู้วิจัยแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์มากที่สุด ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิงหา ประสิทธิ์ พงศ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มัฮดี แวดราแม และดร.ธีระยุทธ รัชชะ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทุกฉบับ เพื่อนำไปใช้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ดูแล อำนวยความสะดวกในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ทำให้บรรลุตามเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสาคุ ที่อนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลในการวิจัย

ขอขอบคุณนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านบางกลาง ที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try-out) และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านสาคุ ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัว พ่อแม่ และพี่สาว ที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญช่วยเหลือและสนับสนุนทุกสิ่งอย่าง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้วิจัยที่ฝ่าฝืนอุปสรรคทุกอย่างและเชื่อมั่นในกำหนดการของอัลลอฮ์ (ซบ.) ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นคุณประโยชน์สำหรับผู้สนใจได้ในอนาคตต่อไป

นารีมะห์ วาโด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(5)
ABSTRACT.....	(7)
กิตติกรรมประกาศ.....	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(12)
รายการภาพประกอบ.....	(13)
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
สมมติฐานในการวิจัย.....	6
ความสำคัญและประโยชน์ของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	9
กรอบแนวคิดในการวิจัย	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
1.ปรัชญา ทฤษฎีและจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามแนวคิดสะเต็มศึกษา .	16
1.1 ปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม (Progressivism)	16
1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism)	21
2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	24
3. การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	32
4. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	46
5. ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	54
6. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	71

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	83
ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	83
ตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา	94
บทที่ 4 ผลการวิจัย	110
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	135
สรุปผลการวิจัย	135
การอภิปรายผลการวิจัย	136
ข้อเสนอแนะ	144
บรรณานุกรม.....	145
ภาคผนวก	163
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	155
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย	159
ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย.....	214
ภาคผนวก ง ภาพแสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	232
ประวัติผู้เขียน.....	236

รายการตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	27
ตารางที่ 2 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา...	37
ตารางที่ 3 บทบาทครูและผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	40
ตารางที่ 4 การสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	49
ตารางที่ 5 กรอบสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์.....	61
ตารางที่ 6 ลักษณะสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....	64
ตารางที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	66
ตารางที่ 8 ลักษณะเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	75
ตารางที่ 9 รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	89
ตารางที่ 10 รายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565.....	100
ตารางที่ 11 วิธีการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	106
ตารางที่ 12 คุณภาพของรูปแบบด้านความเป็นไปได้.....	113
ตารางที่ 13 คุณภาพของรูปแบบด้านความเป็นประโยชน์.....	115
ตารางที่ 14 คุณภาพของรูปแบบด้านความเหมาะสม.....	116
ตารางที่ 15 คุณภาพของรูปแบบด้านความถูกต้องครอบคลุม.....	117
ตารางที่ 16 คุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 4 มาตรฐาน.....	118
ตารางที่ 17 เหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	118
ตารางที่ 18 เปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	126
ตารางที่ 19 เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	126
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	129
ตารางที่ 21 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน.....	131

รายการภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	13
ภาพประกอบที่ 2 กรอบโครงสร้างการประเมินผลความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	60
ภาพประกอบที่ 3 แบบจำลองทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน.....	73
ภาพประกอบที่ 4 สรุปรอบแนวคิดของงานวิจัยบทที่ 2.....	82
ภาพประกอบที่ 5 กรอบดำเนินการวิจัย	104
ภาพประกอบที่ 6 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 3 ในแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรม.....	121
ภาพประกอบที่ 7 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 4 ในแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรม.....	122
ภาพประกอบที่ 8 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 4 ในแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรม.....	123
ภาพประกอบที่ 9 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 4 ในแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรม.....	123
ภาพประกอบที่ 10 เปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	125
ภาพประกอบที่ 11 การอธิบายของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ในกิจกรรมที่ 1	127
ภาพประกอบที่ 12 การอธิบายของนักเรียนกลุ่มที่ 3 ในกิจกรรมที่ 1	128
ภาพประกอบที่ 13 คำตอบของนักเรียนเลขที่ 11 ในแบบประเมินเจตคติก่อนเรียน.....	132
ภาพประกอบที่ 14 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	133
ภาพประกอบที่ 15 คำตอบของนักเรียนเลขที่ 3 ในแบบประเมินเจตคติก่อนเรียน.....	133
ภาพประกอบที่ 16 คำตอบของนักเรียนเลขที่ 2 ในแบบประเมินเจตคติหลังเรียน	133
ภาพประกอบที่ 17 แบบบันทึกภาคสนามที่บันทึกโดยผู้วิจัย.....	134
ภาพประกอบที่ 18 แบบบันทึกภาคสนามที่บันทึกโดยผู้วิจัย.....	134

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและรอบด้าน ไม่ว่าจะเป็นทางด้านสังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจที่ได้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างโดยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการพัฒนาประเทศมากยิ่งขึ้น การพัฒนาเทคโนโลยีและการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนนั้นล้วนมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะเห็นว่าผลผลิตต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิต เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาให้เกิดความเข้าใจและเห็นความสำคัญของชีวิต รวมทั้งความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เป็นพื้นฐานสำคัญของความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ สังคมและประเทศชาติ โดยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถือว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้กำหนดทิศทางการพัฒนาของสังคมในปัจจุบัน ดังนั้นสหประชาชาติจึงได้มีการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals หรือ SDGs) เพื่อต้องการพัฒนาโลกในอนาคตให้เกิดขึ้นภายในปี ค.ศ. 2030 ซึ่งเป้าหมายที่ 9 คือ ต้องการส่งเสริมอุตสาหกรรม นวัตกรรมและโครงสร้างพื้นฐานที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญเกี่ยวกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม โดยส่งเสริมให้มีการลงทุนในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรม (สยาม อรุณศรีมรกต และยงยุทธ วัชรกุล, 2559) การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมดังกล่าวจึงก่อให้เกิดการแข่งขันทางการพัฒนานวัตกรรมมากยิ่งขึ้น ดังเช่น Elon Reeve Musk นักธุรกิจและนักลงทุนชาวอเมริกัน ที่มีความพยายามในการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ให้กับโลก เช่น การสร้างแผงโซลาร์เซลล์สำหรับใช้ในบ้านเพื่อลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล หรือในปี พ.ศ. 2561 ที่มีการนำเทคโนโลยีจาก Space X มาสร้างแคปซูลยางเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านช่องแคบต่าง ๆ ในถ้ำและใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยเหลือชาวไทยที่ติดอยู่ในถ้ำหลวง 13 ชีวิตเป็นต้น (เนชั่นแนล จีโอกราฟิก, 2561: ออนไลน์)

ประเทศไทยถือว่าเป็นประเทศหนึ่งที่มีความสำคัญกับวิทยาศาสตร์ในการนำมาใช้เพื่อพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าและเข้าสู่ประเทศที่มีความ “มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” จึงได้มีการกำหนดนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่เน้นการยกระดับคุณภาพชีวิตของคนไทยทุกกลุ่มให้ดีขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้ในกระบวนการทำงานและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยจนมีความสามารถในการแข่งขันในทุก ๆ ด้าน ทั้งทางด้านเกษตร อุตสาหกรรม การบริการและการท่องเที่ยว รวมทั้งการสร้างคนไทย 4.0 ด้วยการพัฒนาประชาชนคนไทยให้เข้ากับเทคโนโลยี (สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม, 2560) จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นวิชาหนึ่งที่

มีจุดเน้นให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพและเป็นไปตามธรรมชาติ จนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลายให้เกิดความรู้ในลักษณะการบูรณาการแบบองค์รวม มีความสามารถในการคิดและการจัดการที่นำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาและยกระดับคุณภาพชีวิต เห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และมีความรับผิดชอบต่อสังคม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2555) โดยเฉพาะในสังคมปัจจุบัน ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่จำเป็นไม่ใช่เฉพาะแค่ผู้ทำงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่จำเป็นกับทุกคนและทุกวัย เพื่อใช้ในการตัดสินใจอย่างฉลาดและรอบคอบซึ่งเกี่ยวข้องกับหลายประเด็นปัญหาที่มีการถกเถียงกันในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นประเด็นปัญหาส่วนตัว เช่น การรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ ประเด็นปัญหาในชุมชน เช่น การกำจัดขยะ ไปจนถึงประเด็นระดับโลกที่เป็นทั้งเรื่องใกล้ตัวและไกลตัว (สสวท., 2564)

เป้าหมายสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) การที่ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในแนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการมีจิตวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวันและสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจได้ (สสวท., 2546) มีความพยายามในการทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รวมถึงสิ่งต่าง ๆ รอบตัว รวมทั้งสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการคิดต่าง ๆ มาเชื่อมโยงกับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้อย่างรอบคอบและไตร่ตรอง เพื่อที่จะสามารถตอบคำถามและลงข้อสรุปข้อมูลโดยอาศัยหลักฐาน มีการแสดงออกให้เห็นถึงคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ (สสวท., 2560) โดยความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้นได้รับอิทธิพลจากองค์ระหว่างประเทศและผู้นำของโลก เช่น UNESCO, ICASE, SEAMEO-RECSAM และ PISA ในปี พ.ศ. 2543 ที่เน้นการทดสอบในลักษณะของการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจ เทคโนโลยี ค่านิยมและวัฒนธรรม รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของประชาชนทั้งด้านความรู้พื้นฐานและทักษะทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2564) และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งของการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลให้การประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนพัฒนาขึ้นหรือลดลงนั้นคือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเจตคติต่อวิทยาศาสตร์คือ ความรู้สึกของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้หรือจากการได้รับประสบการณ์และจะมี การตอบสนองไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เช่นการสนับสนุนหรือการต่อต้าน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ดังนั้นในการจัดการศึกษาต้องคำนึงถึงความต้องการและความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ มีการจัดสิ่งแวดล้อมหรือจัดประสบการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจและสนุกสนานเพื่อที่จะสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้เกิดขึ้นได้อย่างเต็มความสามารถ ทำให้มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้เกิดขึ้นโดยใช้วิธีการต่าง ๆ อย่างหลากหลาย

อีกทั้งรัฐบาลไทยได้เห็นถึงความสำคัญและตระหนักในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับสังคมและสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน โดยพลเอก ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรีได้แถลงนโยบายของรัฐบาลต่อสภานิติบัญญัติแห่งชาติ เมื่อวันที่ 12 กันยายน พ.ศ.2557 มีใจความส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการพัฒนากำลังคนของประเทศ ซึ่งได้กล่าวถึงการปฏิรูปทางการศึกษาและการเรียนรู้ เพื่อสร้างคุณภาพทางการศึกษาของคนไทยให้สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ สามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพและดำรงชีวิตได้โดยมีความสามารถในการเรียนรู้และทักษะที่เหมาะสม อีกทั้งมีการพัฒนากำลังคนให้เป็นที่ต้องการเหมาะสมกับพื้นที่และสังคมปัจจุบัน ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้และหลักสูตรควรปรับปรุงให้เชื่อมโยงกับภูมิสังคมโดยบูรณาการความรู้และคุณธรรมเข้าด้วยกัน การพัฒนาและส่งเสริมประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนาผ่านการเร่งเสริมสร้างสังคมนวัตกรรม โดยส่งเสริมระบบการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้กับการทำงาน (สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี, 2557) ซึ่งแนวนโยบายของการจัดการเรียนรู้ของรัฐบาลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการบูรณาการการศึกษาที่เรียกว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สสวท., 2557; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2562) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของความรู้ในแต่ละศาสตร์และเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งและเชี่ยวชาญเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยอาศัยเครื่องมือและวิธีการทางเทคโนโลยีเข้ามาช่วยสนับสนุนเพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผ่านการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ถือว่าเป็นกิจกรรมที่ฝึกให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาแก้ไขปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kusumastuti et al. (2019) ที่ทำการศึกษาค้นคว้าของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาต่อความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษา โดยผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาให้สูงขึ้นได้ และนอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ ทักษะชีวิต พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนสำหรับการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถต่อยอดไปถึงการออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ในอนาคตได้ (สสวท., 2557; ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558; พันธดนย์ อุดมสันติ, 2560) อีกทั้งยังส่งเสริมทักษะการสื่อสาร การเป็นผู้นำ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเข้าใจสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยการนำความรู้และทักษะต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อพัฒนาตนเองและพัฒนาประเทศให้มีความมั่นคงและสามารถนำความรู้ไป

ประกอบอาชีพในอนาคตได้ (Bybee, 2013) มีจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนรู้เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ มีการสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ ซึ่งจะสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในโครงการประเมินผลผู้เรียนนานาชาติ (PISA) อีกด้วย (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558)

การจัดการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของไทยในปัจจุบันนั้น เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการเรียนรู้ในเนื้อหามากกว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเรียนในลักษณะดังกล่าวทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนต่ำและเกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับประเด็นวิจัยที่ สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์ (สถาบันการวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI), 2560: ออนไลน์) ได้กล่าวว่า เด็กไทยอ่อนวิชาวิทยาศาสตร์ จากคะแนนเฉลี่ยการทดสอบต่าง ๆ เช่น โครงการประเมินผลการเรียนร่วมกับนานาชาติ Programmed for international Student Assessment หรือ PISA ซึ่งเป็นการประเมินที่ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ที่ประเมินผู้เรียนอายุ 15 ปี ซึ่งเป็นวัยที่สำเร็จการศึกษาภาคบังคับอย่างต่อเนื่องทุก ๆ 3 ปี โดยในปี 2018 พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอยู่ที่ 426 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD (สสวท., 2562) อีกทั้งยังสอดคล้องกับ สังวร ังคระโทก และอนุสรณ์ เกิดศรี (2561) ที่ทำการสร้างข้อสอบเพื่อประเมินและวินิจฉัยความบกพร่องความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยโมเดล G-DINA ผลการวินิจฉัยพบว่า นักเรียนมีทักษะความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ กล่าวคือ นักเรียนประมาณร้อยละ 78 ที่มีความบกพร่องด้านความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ คือ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งข้อมูลและผลการทดสอบข้างต้นแสดงถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในปัจจุบันที่ยังไม่สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต้องมีหลักการสำคัญที่ต้องคำนึงถึงและเป็นเป้าหมายในการพัฒนา คือ ปรัชญาการศึกษาพิพัฒนาการนิยม (Progressivism) เป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำหรือ “Learning by Doing” ที่เสนอโดย John Dewey (ทีศนา แคมมณี, 2559) เป็นปรัชญาการศึกษาที่เน้นกระบวนการเพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ เรียนรู้จากการคิด การลงมือทำเพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะ กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามปรัชญาพิพัฒนาการนิยม คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ถือหลักว่า ผู้เรียนควรมีบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด การเรียนควรเป็นเรื่องของการกระทำ (Doing) มากกว่าความรู้ (Knowing) ผู้เรียนจะต้องกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากกว่าคอยแต่รับความรู้จากครูผู้สอน ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่เป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้รู้จักที่จะแก้ปัญหาของตนเองและของสังคม ผู้เรียน

ต้องได้รับการเรียนรู้ในทุกด้าน ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญาควบคู่กันไป ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักตนเองและสังคม อีกทั้งสิ่งที่เรียนรู้ต้องเป็นเรื่องที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันและเกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมของผู้เรียน(ไพฑูรย์ สีนลารัตน์, 2555; พูนสุข อุดม, 2556) เพื่อผู้เรียนจะได้มีทักษะในการปรับตัวให้เข้ากับสังคมในปัจจุบันและสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้อย่างมีความสุข

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาครั้งนี้ได้ยึดทฤษฎี การเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ที่พัฒนาโดย Seymour Papert ที่กล่าวว่า ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นรูปธรรมและสามารถจับต้องได้ (Papert, 1993) ซึ่งทฤษฎีนี้มีเอกลักษณ์ในการให้ผู้เรียนได้สร้างสาระการเรียนรู้และผลงานต่าง ๆ ด้วยตนเองโดยการใช้สื่อ เทคโนโลยี วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมประกอบในการเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับการฝึกคิด ฝึกแก้ปัญหา และฝึกความอดทน หลักการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructionism คือ การให้ผู้เรียนลงมือสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ เพื่อได้องค์ความรู้จากการคิด และลงมือทำ ผู้เรียนได้ใช้การคิดด้านต่าง ๆ สร้างสรรค์และแก้ปัญหาในการลงมือทำ ผู้เรียนจะได้ความรู้ที่คงทน และลุ่มลึกกว่าการเรียนแบบท่องจำหรือรับความรู้อย่างเดียว ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาและต่อยอดได้ในอนาคต ถือเป็นกระบวนการซึมซับประสบการณ์ความรู้ใหม่ และปรับให้เข้ากับประสบการณ์ความรู้เดิมและเกิดความสมดุล หรือเรียกว่า Powerful learning คือ การเรียนรู้มีการซึมซับและปรับแต่งตลอดเวลา (วศินีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559)

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โดยยึดหลักปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม (Progressivism) และทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ในการพัฒนารูปแบบเพื่อเป็นแนวทางการเรียนรู้ของผู้เรียนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติจริงตามปัญหาที่พบหรือความสนใจของผู้เรียน โดยกิจกรรมมีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา วางแผนและออกแบบเพื่อค้นหาคำตอบหรือวิธีการหรือแนวทางของปัญหาด้วยกระบวนการเชิงวิศวกรรม โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และทักษะต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาที่พบเจอในชีวิตจริง

คำถามวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นอย่างไร
2. ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สมมติฐานในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานในการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
2. ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการโดยการประยุกต์ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในการวิจัย ดังนี้

1. ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เนื้อหาตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยที่มีการบูรณาการผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกำหนดหัวข้อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

- 1.1 กิจกรรมน้ำสะอาดด้วยมือเรา
- 1.2 กิจกรรมมหัศจรรย์เก้าอี้รักโลก
- 1.3 กิจกรรมอาหารจอมพลัง
- 1.4 กิจกรรมแพนน้อยส่องไสว

2. ด้านกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านสาคร อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 13 คน

3. ด้านตัวแปรที่ศึกษา

- 3.1 ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 3.2.1 ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 - 3.2.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4. ด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน รวมทั้งหมด 24 คาบเรียน

ความสำคัญและประโยชน์ของการวิจัย

ประโยชน์เชิงวิชาการ

1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพ

2. ได้รูปแบบการจัดการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับผู้เรียนและชุมชนที่มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ มีทักษะที่จำเป็นและสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

ประโยชน์เชิงปฏิบัติการ

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สามารถส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สูงขึ้น

2. เป็นแนวทางสำหรับสถานศึกษาในการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาให้มีความสอดคล้องและตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีการเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาวิชากับชีวิตจริง

3. เป็นแนวทางสำหรับครูในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยยึดเนื้อหารายวิชาที่สอดคล้องกับผู้เรียน รวมทั้งเป็นแนวทางการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ของรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสถานศึกษาที่สอดคล้องกับบริบทและสังคมของโรงเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง แบบแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติตามปัญหาที่พบในการใช้ชีวิต โดยกิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และใช้กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งมีองค์ประกอบของรูปแบบทั้งหมด 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) สารการเรียนรู้ 4) กระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5) สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 6) การวัดและประเมินผล เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งกิจกรรมมีการสังเคราะห์ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ยึดหลักปรัชญาการศึกษาพิพัฒนาการนิยม (Progressivism) และทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify Problem) หมายถึง การที่ผู้เรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนนำมาเสนอที่สอดคล้องกับแนวคิดหรือประเด็นต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Science : S) และให้ผู้เรียนร่วมดำเนินการหาแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างตรงประเด็นภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ โดยปัญหาที่ทำการศึกษาเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการใช้ชีวิตประจำวันหรือปัญหาที่พบเห็นในชุมชนของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด (Search Related Information) หมายถึง การที่ผู้เรียนร่วมดำเนินการศึกษาค้นคว้า จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต สอบถาม ผู้รู้ หรือการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) อื่น ๆ เพื่อค้นหาข้อมูลหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ได้อย่างอิสระ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และลงข้อสรุป เพื่อเป็นการทำความเข้าใจถึงแก่นแท้ ของปัญหาดังกล่าวและสามารถเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Design Solution) หมายถึง การที่ผู้เรียนเลือก วิธีการหรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา จากนั้นดำเนินการร่างแบบอย่างละเอียดเพื่อใช้เป็นแบบ แผนในการสร้างชิ้นงานโดยอาศัยกระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และใช้ทักษะ ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในการกำหนดสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อนำไปสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อ แก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and Solve Problem) หมายถึง การ ที่ผู้เรียนร่วมกันกำหนดหรือวางลำดับขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์ ชิ้นงานตามวิธีการหรือแบบแผนที่ได้เลือกไว้ จากนั้นลงมือดำเนินการสร้างแบบจำลองตามแผนที่ได้ กำหนดไว้ โดยมีครูผู้สอนที่คอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือ รวมทั้งการจัดหา อุปกรณ์เพื่อให้ผู้เรียนนำมาใช้ในการสร้างชิ้นงานที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหที่เกิดขึ้นได้จริง

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง (Test Evaluation and Design Improvement) หมายถึง การที่ผู้เรียนนำชิ้นงานที่ได้พัฒนาขึ้นมาวัดประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ และมีการประเมินผลประสิทธิภาพของการทำงานตามสภาพจริงที่ได้ดำเนินการ ประเมินโดยผู้เรียน เอง โดยมีเพื่อนและครูผู้สอนร่วมกันชี้แนะและเสนอแนวทางการพัฒนาให้ดีขึ้น

ขั้นที่ 6 นำเสนอและสะท้อนผล (Present and Reflect Feedback) หมายถึง การที่ ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจนสำเร็จ รวมถึงมีการนำเสนอเกี่ยวกับกระบวนการ ในการแก้ปัญหาที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการคิด เพื่อให้ครูผู้สอน เพื่อนๆ และผู้อื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้อง หรือสนใจได้รับรู้และเข้าใจ มีการนำเสนอเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้จากการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยมีการสะท้อนผล (Feedback) เป็นการให้ข้อมูลป้อนกลับจากครูผู้สอน เพื่อนๆ และผู้ที่ร่วมรับฟัง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรับรู้ถึงผลงานหรือกระบวนการต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการว่ามีความถูกต้อง เหมาะสมหรือไม่ เพื่อที่สามารถนำไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมครั้งต่อไป

ขั้นที่ 7 ตกผลึกแนวคิด (Crystalize Core Concept) หมายถึง การที่ผู้เรียนทำการสรุป ความรู้ที่ได้รับจากกระบวนการต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนของการทำกิจกรรม โดยมีการทบทวนสิ่งที่ได้ เรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงกับแนวคิดหรือความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม และมีการ ร่วมกันสรุปความรู้ในลักษณะของแผนผังความคิด (Mind Mapping) ให้เป็นระบบระเบียบ เพื่อให้ ผู้เรียนสามารถเข้าใจและจดจำสิ่งที่เรียนได้ง่ายและมีความคงทนในการจดจำมากยิ่งขึ้น

ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความรู้ ความเข้าใจในแนวคิด หลักการ พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและสามารถถ่ายทอดสู่ผู้อื่น รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ อภิปราย และให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ โดยใช้แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยครอบคลุม 3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง คือ บริบท ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

1. บริบท คือ สถานการณ์ในชีวิตของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใน 3 ระดับ ดังนี้

1.1 ระดับส่วนตัว คือ สถานการณ์หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นกับตัวเอง ครอบครัวและเพื่อน ๆ

1.2 ระดับชาติหรือระดับชุมชน คือ สถานการณ์หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นในชุมชนหรือสังคมหนึ่ง ๆ

1.3 ระดับโลก คือ สถานการณ์หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นและมีความเกี่ยวข้องกับทั่วโลก

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การเข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวคิดและทฤษฎีสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครอบคลุม 3 ด้านคือ

2.1 ความรู้ด้านเนื้อหา คือ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงของโลกธรรมชาติหรือสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี แนวคิด หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความรู้ด้านกระบวนการ คือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะหรือกระบวนการในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวการปฏิบัติและแนวคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ คือ ความรู้เกี่ยวกับบทบาทและลักษณะของการสร้างความรู้และการระบุลักษณะทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะที่ใช้ในการตัดสินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของความรู้ที่ผู้อื่นสร้างขึ้น

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่สะท้อนออกมา ประกอบด้วย 3 ประการ ดังนี้

3.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีสืบเสาะหาความรู้และสามารถทำการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต พร้อมให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล อีกทั้งยังสามารถระบุ ใช้และสร้างแบบจำลองและนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย สามารถเสนอสมมติฐานตีความปรากฏการณ์และคาดเดาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างสมเหตุสมผล

3.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สามารถระบุปัญหา

และแยกแยะประเด็นปัญหาหรือตั้งข้อคำถามที่สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถนำเสนอและประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามได้อย่าง เป็นวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถบรรยายและประเมินความน่าเชื่อถือหรือความเป็นกลางเกี่ยวกับ วิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันข้อมูลและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ ตีความและแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับจากคำ กล่าวอ้างหรือข้อโต้แย้งต่าง ๆ ในหลากหลายรูปแบบและการลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่าง เหมาะสมภายใต้หลักฐานและประจักษ์พยาน และสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ตและวารสาร เป็นต้น

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนต่อวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นความพอใจ ความศรัทธาและซาบซึ้ง การเห็นคุณค่าและประโยชน์ มีการตระหนักในคุณและโทษของวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจากแบบ ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทางการประเมินของ Likert ที่ประกอบไปด้วยข้อคำถามเชิงบวก (Positive Attitude) และเชิงลบ (Negative Attitude) ซึ่งหากเป็นเจตคติเชิง บวก ผู้เรียนจะแสดงถึงความตั้งใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ มีการใช้วิธีทาง วิทยาศาสตร์ในการคิดและการปฏิบัติ และหากมีเจตคติเชิงลบผู้เรียนจะแสดงถึงความไม่พึงพอใจ ไม่ สนใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์และจะพยายามออกถอยจากการเรียนและกิจกรรมต่าง ๆ ทาง วิทยาศาสตร์ โดยการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

1. ความสนใจในวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็นทาง วิทยาศาสตร์และเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ รวมทั้งแสดงถึงความตั้งใจในการแสวงหาความรู้ และทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

2. ให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การ แสดงออกถึงการยึดมั่นในหลักฐานเพื่อใช้ในการอธิบายเรื่องต่าง ๆ และใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ใน สถานการณ์ที่เหมาะสมและให้ความสำคัญกับการวิพากษ์วิจารณ์เพื่อสร้างแนวคิดต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ

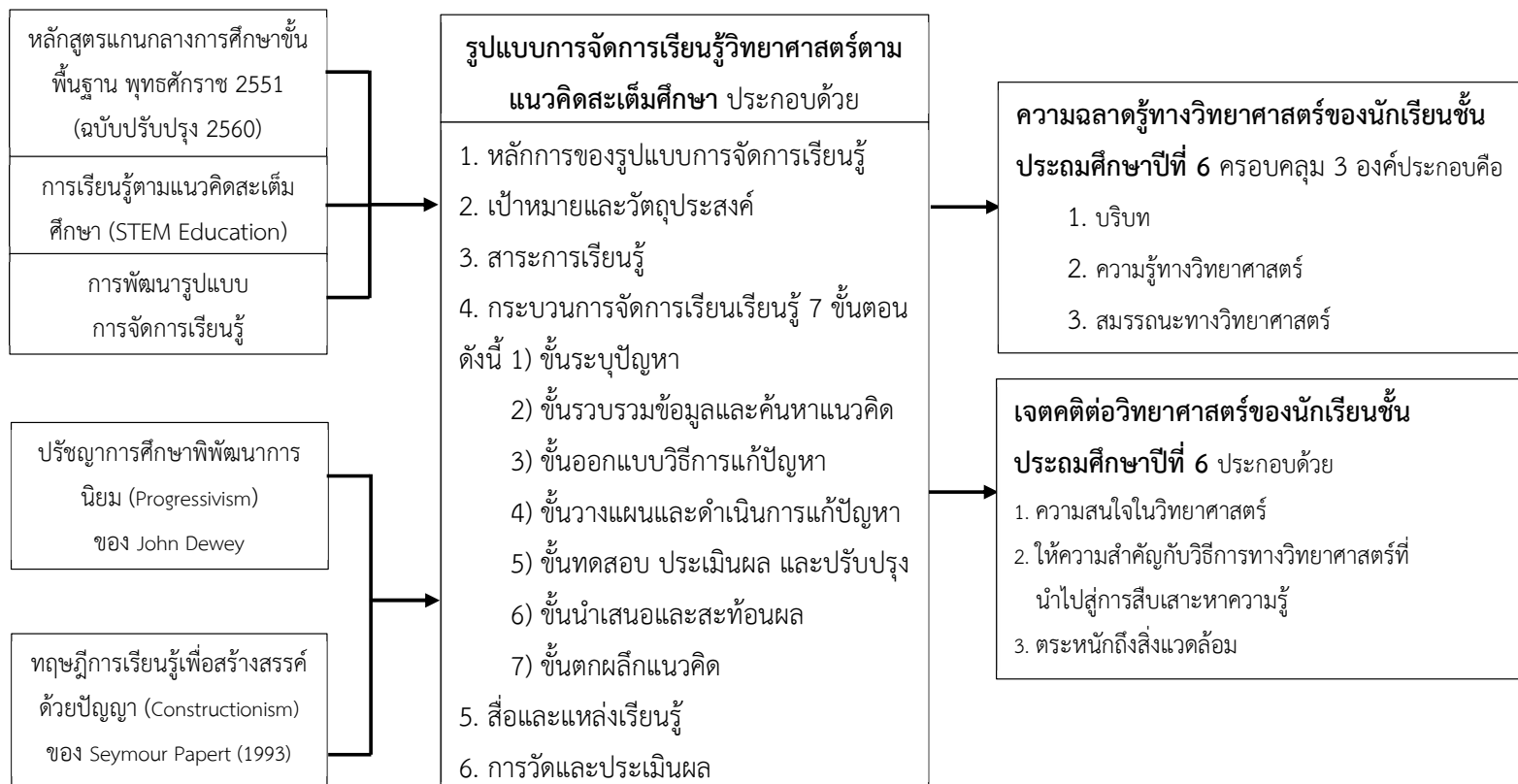
3. ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม หมายถึง การแสดงออกถึงความห่วงใยและการส่งเสริมพฤติกรรม เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน รวมทั้งตระหนักในการกระทำที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเชิงวิศวกรรม หมายถึง กระบวนการหรือแนวทางที่ผู้เรียนใช้ในการแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างเป็นขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นและทำการศึกษา ข้อมูลเพื่อเลือกแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม มีการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย มีการทดสอบชิ้นงานให้มีคุณภาพและมีการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้สามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

การพัฒนาแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



ภาพประกอบที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

1. **ปรัชญา ทฤษฎีและจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา**
 - 1.1 ปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม (Progressivism)
 - 1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism)
2. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)**
 - 2.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 2.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. **การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา**
 - 3.1. ความหมายของการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 3.2. หลักการสำคัญหรือจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 3.3. ขั้นตอนของการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 3.4. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 3.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
4. **การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้**
 - 4.1. ความหมายของรูปแบบการเรียนรู้
 - 4.2. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 4.3. ประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 4.4. การประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
5. **ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy)**
 - 5.1 ความหมายของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2 ความสำคัญของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 5.3 แนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 5.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 5.5 แนวทางการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.6 รูปแบบการวัดและประเมินผลความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

6. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

6.1. ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

6.2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

6.3. ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

6.4. แนวทางการพัฒนาเจตคติ

6.5. การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

6.6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1. ปรัชญา ทฤษฎีและจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.1 ปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม (Progressivism)

1.1.1 แนวคิดของปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม

ปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม (Progressivism) คือ ปรัชญาที่ได้รับการพัฒนามาจาก ปรัชญาปรัชญา “Pragmatism” หรือปรัชญา “ปฏิบัตินิยม” (พูนสุข อุดม, 2556; อีริคส์ค็อกซ์ อูโปไมยอธิชัย, 2557; ทิศนา ขัมมณี, 2559) ซึ่งเป็นปรัชญาการศึกษาหนึ่งที่ได้รับแนวคิดมาจาก Charles. S. Pierce และได้รับการเผยแพร่จนเป็นที่รู้จักมากขึ้น โดย William James ที่เห็นว่าการศึกษาคือเป็นส่วนสำคัญที่จะปฏิรูปสังคม โดยจะต้องจัดให้เชื่อมโยงกับชีวิตของผู้เรียน และปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยมได้รับความนิยมสูงสุดเมื่อ John Dewey ได้นำแนวคิดนี้มาใช้ในทางการศึกษาและกระบวนการทางกฎหมาย โดย John Dewey กล่าวไว้ในปี ค.ศ. 1916 ว่า “Education is not Preparation for life; education is life itself หมายถึงการศึกษาคือชีวิต ไม่ใช่การเตรียมตัวเพื่อชีวิต” (อีริคส์ค็อกซ์ อูโปไมยอธิชัย, 2557; ทิศนา ขัมมณี, 2559) John Dewey มีการเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำ “Learning by doing” อีกทั้งยังได้ทดลองให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริงในบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้รับอิสระในการริเริ่มความคิดสร้างสรรค์และลงมือปฏิบัติตามสิ่งที่คิด ดังนั้นหลักสูตรการศึกษาตามปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยมจึงเน้นการปลูกฝังและฝึกฝน อบรมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ และเรียนรู้จากการคิด การลงมือทำและการแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ทิศนา ขัมมณี, 2559)

ปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยมกำเนิดขึ้นส่วนหนึ่งเพื่อต่อต้านแนวคิดและวิธีการศึกษาเดิมที่เน้นแต่เนื้อหา สอนแต่ท่องจำ ตัดขาดโรงเรียนจากสังคม ไม่คำนึงถึงความสนใจของผู้เรียน และพัฒนาแต่เพียงสติปัญญาเท่านั้น อีกส่วนหนึ่งเพราะความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีใหม่ ความนิยมในประชาธิปไตย และพัฒนาการใหม่ ๆ ทางจิตวิทยาการเรียนรู้ คำว่า “พัฒนา” หรือ Progressive หมายถึง ก้าวหน้า เปลี่ยนแปลง ดังนั้นสาระสำคัญของความเป็นจริงและการแสวงหาความรู้จะไม่หยุดนิ่งอยู่กับที่ แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้จากประสบการณ์ของตนเองผู้อื่น ประสบการณ์ที่ได้รับจะก่อให้เกิดความรู้ และเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดความรู้อย่างต่อเนื่อง ปรัชญานี้จึงเน้นกระบวนการ โดยเฉพาะกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แนวทางของการจัดการเรียนรู้จึงต้องพยายามปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาให้มีความสอดคล้องกับกาลเวลาและภาวะแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ การจัดการเรียนรู้จะไม่สอนให้ผู้เรียนยึดมั่นในความจริงและความรู้เดิม ๆ หรือสิ่งที่กำหนดไว้ตายตัว แต่จะต้องหาแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อนำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ (พูนสุข อุดม, 2556)

ปรัชญานี้อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ปรัชญาประสบการณ์นิยม (Experimentalism) ซึ่งมีแนวคิดหลักคือ การศึกษาต้องพัฒนาเด็กทุกด้าน ไม่เฉพาะสติปัญญาเท่านั้น โดยมีความสัมพันธ์กับ

สังคมมากขึ้น กระบวนการจัดการเรียนรู้จึงมีความสำคัญพอ ๆ กับสาระการเรียนรู้หรือเนื้อหา เรื่องราวในปัจจุบันมีความสำคัญกว่าเรื่องราวในอดีตหรืออนาคต โรงเรียนมีความสัมพันธ์กับสังคมมากขึ้น เด็กจะต้องปรับตัวได้ดีและพร้อมที่จะอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข (ไพฑูริย์ สีนลารัตน์, 2555; พูนสุข อุดม, 2556)

จากการศึกษาแนวคิดของปรัชญาพัฒนาการนิยมของนักการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม เป็นปรัชญาที่กำเนิดขึ้นเพื่อต้องการพัฒนาเด็กในทุก ๆ ด้าน และเชื่อว่า สาระสำคัญหรือความรู้ต่าง ๆ ของความเป็นจริงที่เกิดขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา และสิ่งแวดล้อม โดยไม่ใช่สิ่งที่หยุดนิ่งอยู่กับที่ ดังนั้นแนวทางการจัดการเรียนรู้จึงเน้นกระบวนการ เพื่อเป็นการฝึกฝนให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ เรียนรู้จากการคิด การลงมือทำและการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนก่อให้เกิดความรู้และได้ทักษะกระบวนการอย่างต่อเนื่อง การศึกษาจึงต้องได้รับการพัฒนาอย่างสม่ำเสมอเพื่อเป็นแนวทางในการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ และสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก และยังเน้นในเรื่องของประชาธิปไตย จริยธรรม ศาสนา และศิลปะอีกด้วย อีกทั้งโรงเรียนได้มีการสร้างความสัมพันธ์กับสังคมมากขึ้น ส่งผลให้เด็กได้รับการปรับตัวและพร้อมที่จะอยู่หรือรับมือกับสังคมที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีความสุข

1.1.2 หลักการของปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม

ปรัชญาพัฒนาการนิยมหรือปรัชญาปฏิบัตินิยมให้ความสำคัญหรือเน้นในเรื่องของ “การปฏิบัติ” หรือ “การลงมือกระทำ” ความหมายของปรัชญานี้คือ “การนำความคิดไปสู่การกระทำ” นักปรัชญา กลุ่มนี้เห็นว่า การคิดเพียงอย่างเดียวไม่นั้นไม่เพียงพอต่อการใช้ชีวิตในปัจจุบันและอนาคต การดำรงชีวิตที่ดีจะต้องดำเนินการอยู่บนพื้นฐานของการคิดที่ดีและการกระทำที่เหมาะสม (ทิตานา แชมมณี, 2559) การจัดการเรียนรู้ของปรัชญานี้มองว่าผู้เรียนต้องได้รับการศึกษาในทุก ๆ ด้าน ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญาควบคู่กันไป ความถนัดหรือความสามารถพิเศษของผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มากที่สุด สิ่งที่เรียนรู้ควรเป็นประโยชน์ สัมพันธ์ และสอดคล้องกับชีวิตประจำวันรวมทั้ง สังคมหรือสภาพแวดล้อมของผู้เรียน การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักตนเองและสังคมหรือสภาพแวดล้อม มีความสำคัญ เพื่อผู้เรียนจะได้ปรับตัวให้เข้ากับสังคมได้อย่างมีความสุข (ไพฑูริย์ สีนลารัตน์, 2555; พูนสุข อุดม, 2556)

ปรัชญาพัฒนาการนิยม เป็นปรัชญาการศึกษาที่เน้นใช้การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาตัวผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ ตระหนักและเห็นความสำคัญในตนเอง (Self-realization) ในการที่ผู้เรียนจะมีการพัฒนาไปได้นั้น จำเป็นต้องรู้ว่าผู้เรียนจะพัฒนาไปสู่จุดใด กล่าวคือ ผู้เรียนควรมีส่วนร่วมในการจัดทิศทางการพัฒนาตนเองด้วย โดยไม่ปล่อยให้ทำหน้าที่ของผู้สอนเพียงอย่างเดียว ลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดวิธีการในการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการ

เรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และมีหลักการในการพัฒนาคือการเปลี่ยนแปลง ดังนั้น การเรียนรู้ของผู้เรียนไม่จำกัดอยู่แต่ในโรงเรียนเท่านั้น แต่ควรได้รับการเรียนรู้และพัฒนาอย่างต่อเนื่องไปตลอดชีวิตของผู้เรียน ทำให้เกิดความเชื่อว่า การศึกษาคือชีวิต (Education is Life) (พูนสุข อุดม, 2556)

แนวคิดของนักการศึกษาข้างต้นได้สรุปหลักการสำคัญของปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม ดังนี้

- 1) การเรียนรู้คือชีวิต ไม่ใช่การเตรียมตัวเพื่อชีวิต
- 2) การเรียนรู้ต้องสัมพันธ์โดยตรงกับความสนใจของเด็ก
- 3) โรงเรียนจะต้องส่งเสริมให้มีการร่วมมือมากกว่าการแข่งขัน
- 4) โรงเรียนจะต้องเป็นห้องปฏิบัติการที่เรียนรู้ชีวิตจริง และจะต้องเป็นต้นแบบของ

ประชาธิปไตย

- 5) การเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหา
- 6) บทบาทของครูต้องไม่ใช่ผู้นำตลอดไป แต่ต้องเป็นผู้ให้คำแนะนำ
- 7) ประชาธิปไตยเท่านั้นที่จะส่งเสริมให้เด็กมีพัฒนาการทั้งในด้านความคิดและ

บุคลิกภาพที่ดีในสังคมที่พัฒนา

จากการศึกษาหลักการของปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม สามารถสรุปได้ว่า หลักการของปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม คือ การนำความคิดไปสู่การลงมือปฏิบัติ ดังนั้นหลักการสำคัญของปรัชญานี้คือ การเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำหรือลงมือปฏิบัติ ในสิ่งที่สัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตประจำวันและสังคมของผู้เรียน เพื่อเป็นการพัฒนาผู้เรียนในทุกด้าน ทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา พร้อมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจและความถนัดของตัวเอง ซึ่งผู้เรียนต้องมีความเข้าใจและความตระหนักในตนเอง

1.1.3 องค์ประกอบของปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม

1.1.1.1 หลักสูตรหรือเนื้อหา

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2555) และพูนสุข อุดม (2556) ได้กล่าวเกี่ยวกับหลักสูตรของปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม คือปรัชญาที่เน้นสภาพปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้จึงต้องส่งเสริมความสนใจของแต่ละบุคคล ประสบการณ์และความสนใจของผู้เรียนก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามประสบการณ์ที่ได้รับใหม่และวิเคราะห์แล้ว ซึ่งควรเป็นประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับสังคมของผู้เรียน หลักสูตรในแนวคิดนี้จึงมักจะเรียกกันว่าเป็น Children-centered Curriculum หรือ Activity-centered Curriculum เนื้อหาเป็นส่วนประกอบของหลักสูตรที่ทำให้เด็กเข้าใจตัวเอง สังคม และประเมินประสบการณ์ของตัวเองให้ดีขึ้น เนื้อหาที่ได้รับความสนใจเป็นพิเศษคือ สังคมศึกษา วิชาทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ก็ถือว่าสำคัญในแง่ของวิธีการ คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์

(Scientific Method) ไม่ใช่ตัวเนื้อหา หลักสูตรในแนวปรัชญาที่จึงเน้นที่ประสบการณ์ของผู้เรียนเป็นหลัก ตัวอย่างของหลักสูตรที่ได้รับอิทธิพลจากปรัชญาที่ คือ หลักสูตรกิจกรรมหรือประสบการณ์ (Experience or Activity Curriculum)

จากการศึกษาในด้านหลักสูตรหรือเนื้อหาปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม พบว่าหลักสูตรหรือเนื้อหาจะเป็นความรู้ที่สัมพันธ์กับสังคมของผู้เรียนโดยตรง เป็นความรู้จากความสนใจของผู้เรียน ซึ่งความรู้ที่นี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามประสบการณ์ที่ได้รับ ปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยมเป็นปรัชญาที่ไม่เน้นเนื้อหา แต่เน้นในเรื่องทักษะและวิธีการในด้านสังคมศึกษา ภาษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

1.1.1.2 ผู้สอน

ไพฑูรย์ สีนลาร์ตัน (2555) และพูนสุข อุดม (2556) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของผู้สอนในปรัชญาพัฒนาการนิยมคือ ทำหน้าที่ในการเตรียมการจัดการเรียนรู้ การแนะนำแนวทางหาความรู้ และการให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนเป็นหลักสำคัญ ผู้สอนอาจจะเป็นผู้รู้ แต่ไม่ควรไปกำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติตามเพียงอย่างเดียว แต่ควรเป็นผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เกิดความเข้าใจ และเห็นจริงด้วยตัวเอง บทบาทที่สำคัญของผู้สอนคือจะต้องเป็นผู้กระตุ้น สนับสนุน และออกห่างจากผู้เรียนในระยะแรก ผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจด้วยตนเอง ได้ศึกษาเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองก่อน โดยผู้สอนจะคอยเป็นแรงหนุนคือคอยให้คำปรึกษา ให้กำลังใจผู้เรียน เมื่อผู้เรียนทำเองได้แล้ว ผู้สอนจึงควรจะไปปลุกตัวออกห่างจากผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือทำเอง เรียนรู้เอง ลักษณะของผู้สอนตามปรัชญาพัฒนาการนิยมจะต้องมีบุคลิกที่ดี เห็นอกเห็นใจและเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคล รู้จักคิดแปลงหรือปรับปรุงสภาพห้องเรียนให้เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียนและกิจกรรมในห้องเรียน ผู้สอนจะต้องเป็นผู้วางแผน ประสานงานให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและร่วมมือกันทำงาน อย่างไรก็ตามผู้สอนก็ยังคงมีความรับผิดชอบอยู่และจะต้องดูแลความเรียบร้อย

ครูผู้สอนตามปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม จะไม่เป็นผู้กำหนดหรือก่อกำหนดการเรียนของผู้เรียน แต่จะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ในการเตรียม การแนะนำ และการให้คำปรึกษาเป็นหลัก และคอยกระตุ้นให้เด็กเกิดความสนใจด้วยตัวเอง โดยครูจะต้องมีลักษณะของการเห็นอกเห็นใจ และเข้าใจความแตกต่างของผู้เรียน

1.1.1.3 ผู้เรียน

ไพฑูรย์ สีนลาร์ตัน (2555) และพูนสุข อุดม (2556) ได้กล่าวถึงผู้เรียนในปรัชญาพัฒนาการนิยม คือ เป็นปรัชญาที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นอันดับแรก เพราะถือว่าการเรียนรู้จะเกิดได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง และเชื่อว่าในกระบวนการที่ผู้เรียนมีความพยายามในการหาแนวทางแก้ปัญหาหรือสนองความสนใจของตนเองนั้น จะทำให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งกระบวนการนี้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้น หลักการนี้ทำให้เกิดวิธีการเรียนรู้

แบบแก้ปัญหา (Problem Solving Method) หรือการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Learning by doing) ดังนั้นผู้เรียนจึงมีอิสระที่จะเลือกเนื้อหาและกิจกรรมที่ตนเองสนใจตัดสินใจด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนจะร่างหลักสูตรหรือกำหนดกิจกรรมด้วยตัวเอง แต่เป็นการทำงานร่วมกัน (Participation) เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีความตรงตามความต้องการหรือความสนใจของผู้เรียน มีความเหมาะสมกับความถนัดและความสามารถของผู้เรียนมากขึ้น

ผู้เรียนตามปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยมเป็นผู้ที่มีความพยายามในแก้ปัญหาหรือสนองความสนใจของตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติตามความสนใจและเหมาะสมกับความถนัดของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจนเกิดเป็นความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและความสามารถของผู้เรียนเอง

1.1.1.4 การจัดการเรียนรู้

ไพฑูริย์ สีนลาร์ตัน (2555) และพูนสุข อุดม (2556) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนตามปรัชญาพัฒนาการนิยม คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ถือหลักว่า ผู้เรียนควรมีบทบาทด้วยตนเองให้มากที่สุด การเรียนควรเป็นเรื่องของการกระทำ (Doing) มากกว่าความรู้ (Knowing) ผู้เรียนจะต้องกระตือรือร้นในการเรียนมากกว่าคอยแต่รับหรืออยู่เฉย ผู้สอนจะเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเอง และของสังคม ดังพอจะสรุปกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้

- (1) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นความสนใจและความถนัดของผู้เรียน
- (2) การจัดการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผน
- (3) ผู้สอนเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
- (4) ผู้เรียนควรได้รับประสบการณ์ตรงในเรื่องที่ศึกษา
- (5) ผู้เรียนควรมีโอกาสได้รับการฝึกประสบการณ์ที่มีความน่าสนใจ เช่น การจำลอง การใช้ภาพยนตร์ การเชิญวิทยากร เป็นต้น
- (6) ผู้เรียนควรได้รับความช่วยเหลือและสนับสนุนให้รู้จักวิเคราะห์ปัญหา หาข้อมูลหรือวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา
- (7) ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนให้สามารถออกแบบโครงการ ดำเนินโครงการ วิเคราะห์และประเมินโครงการต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
- (8) ส่งเสริมประชาธิปไตยและความร่วมมือกันในการจัดการเรียนรู้
- (9) การจัดการเรียนรู้ควรเป็นกระบวนการต่อเนื่องเกี่ยวพันกันตลอดเวลา
- (10) ผู้เรียนเป็นบุคคลที่มีทักษะพร้อมที่จะปฏิบัติงานได้ เน้นให้ผู้เรียนมีโอกาสปฏิบัติ โดยครูเป็นผู้นำทางในด้านการทดลองและวิจัย

(11) ครูจะไม่เน้นการถ่ายทอดวิชาความรู้เพียงอย่างเดียว แต่จะคอยเป็นผู้ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในการแก้ปัญหา แนะนำแหล่งต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้ที่ต้องการได้

(12) การประเมินผลต้องนำพัฒนาการของผู้เรียนด้านต่าง ๆ มาประกอบด้วย โดยไม่ควรเน้นในเรื่องการวัดความเป็นเลิศทางสมองหรือความรู้เชิงวิชาการเท่านั้น

การจัดการเรียนรู้ตามปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม มีลักษณะของการปฏิบัติตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียนเอง เน้นในเรื่องของการกระทำหรือการปฏิบัติมากกว่าการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา ในการจัดกิจกรรมต้องมีการจัดเนื้อหา บรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนและเป็นการเรียนรู้ที่มีความต่อเนื่องกัน ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่จัดในลักษณะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและสอดคล้องกับผู้เรียน จนเกิดเป็นความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ผ่านกระบวนการดำเนินการในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism)

1.2.1 แนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism)

ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ได้พัฒนาโดยศาสตราจารย์ Seymour Paper และทีมงานโครงการวิจัยที่ Media Lab แห่ง Massachusetts Institute of Technology ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เสนอขึ้นในปี ค.ศ. 1960 เป็นแนวคิดที่พัฒนาต่อยอดมาจากทฤษฎี Constructivism ของ Jean Piaget นักจิตวิทยาชาวสวิสเซอร์แลนด์ (ธีรศักดิ์ อุปไมยอริชัย, 2557) โดยแนวคิดของทฤษฎีนี้คือ การเรียนรู้หรือความเข้าใจของมนุษย์เกี่ยวกับสิ่งใด ๆ จะเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองให้กับสิ่งนั้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง หากผู้เรียนมีโอกาสได้นำความคิดไปสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนเองจากการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติหรือลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ (Papert, 1993) เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานผ่านวัสดุอุปกรณ์ สื่อ และมีการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน โดยการนำประสบการณ์ความรู้เดิมมาผสมผสานจนก่อให้เกิดองค์ความรู้และประสบการณ์ความรู้ใหม่ของผู้เรียนเอง (ธีรศักดิ์ อุปไมยอริชัย, 2557; ทิศนา แคมมณี, 2559; วศิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559) ตามทฤษฎีของ Piaget ได้อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดย Schema หรือสิ่งที่ใช้กำหนดหรือการตีความสิ่งที่ได้รับรู้ เมื่อตีความเสร็จแล้ว Schema ของผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยนและมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น สร้างคำตอบจากประสบการณ์ของตนเองนั้นเป็นผลของกระบวนการดูดซึม คือ การสร้างคำตอบที่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์และความเข้าใจเดิมที่มีอยู่แล้ว (ธีรศักดิ์ อุปไมยอริชัย, 2557) ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจะเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน และจะมีความอยู่คงทนยิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นความรู้ที่ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นให้เข้าใจ

ความคิดของตนเองได้ดี นอกจากนั้นความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเองนี้ยังเป็นฐานสำคัญให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ ๆ ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด (ทิตานา แชมมณี, 2559)

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) เป็นแนวคิดที่สำคัญสำหรับพัฒนาการของมนุษย์ คือความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนเกิดขึ้นจากการเรียนรู้และเกิดความเข้าใจด้วยตัวเอง จากการลงมือปฏิบัติโดยการนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่มีอยู่มาสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยใช้สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งสื่อเทคโนโลยี จนกลายเป็นความรู้ใหม่ของตนเองขึ้น ซึ่งความรู้นั้นสามารถเห็นรูปธรรมและมีความคงทนถาวรมากยิ่งขึ้น

1.2.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

Piaget อธิบายถึงกระบวนการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructionism ว่าการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นเกิดขึ้นได้ดีเป็นพิเศษในขณะที่ผู้เรียนสร้างชิ้นงานที่เป็นรูปธรรมและจับต้องได้ ไม่ว่าจะชิ้นงานนั้นจะเป็นเรียงความ ตึกตารูปภาพ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์ บทเพลง หรืออื่น ๆ ทำออกมาและสามารถมองเห็นเป็นรูปธรรม เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ที่พื้นฐานตามทฤษฎี Constructionism กล่าวถึงนั้นมีลักษณะเป็นวัฏจักร (ธีรศักดิ์ อุปไมยอิชัย, 2557) ดังนี้

- 1) ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นจากสภาพแวดล้อม เช่น พบเห็นสิ่งใหม่ หรือต้องการทำอะไรบางอย่าง
- 2) ผู้เรียนคิดวิธีตอบสนองการกระตุ้นที่ได้รับโดยใช้ Schema ที่ตนมีอยู่
- 3) ผู้เรียนแสดงเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าตามที่ได้คิดไว้
- 4) ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจะสะท้อนกลับมาที่ผู้เรียน เกิดเป็นการกระตุ้นใหม่อีกครั้งและวนกระบวนการกลับไปยังข้อที่ 1

ในแต่ละรอบนั้น ข้อ 2 จะมีโอกาสดีที่สุดในการนำไปสู่กระบวนการดูซึมหรือกระบวนการปรับโครงสร้าง ซึ่งเป็นกระบวนการพื้นฐานของ Constructionism ที่ทำให้เกิดการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจของมนุษย์ Papert มีความเชื่อมั่นว่า เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่สามารถส่งเสริมให้กระบวนการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructionism เกิดขึ้นได้ดีและมีความหลากหลายยิ่งขึ้น

ทิตานา แชมมณี (2559) กล่าวว่าทฤษฎี “Constructionism” เป็นทฤษฎีที่มีเอกลักษณ์ในด้านการใช้สื่อ เทคโนโลยี วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถสร้างสรรค์การเรียนรู้หรือผลงานต่าง ๆ ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และความรู้ในเชิงคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองไปพร้อม ๆ กับการลงมือทำ ซึ่งจะให้มีการพัฒนาทักษะการคิดและการแก้ปัญหา อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกความพยายามและความอดทน นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้เรียนรู้โดยการบูรณาการความรู้ในหลาย ๆ ด้าน จากการทำกิจกรรม

ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ สุนทรียศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์และศิลปศาสตร์ ให้เป็นประโยชน์ต่อการสร้างสรรค์ผลงาน นอกจากนี้สิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญมากอีกประการหนึ่งคือ การมีบรรยากาศและการจัดสภาพแวดล้อมที่ดี ซึ่งควรมีส่วนประกอบ 3 ประการ คือ

1. เป็นบรรยากาศที่มีทางเลือกได้หลากหลาย โดยมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีสิทธิในการเลือกที่จะเรียนรู้ได้ตามความสนใจ

2. เป็นสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน ถือเป็นแนวทางที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการสร้างความรู้ของผู้เรียน เช่น มีกลุ่มคนที่มีช่วงวัยต่างกัน มีความถนัดและความสามารถที่ต่างกัน ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รวมทั้งมีการพัฒนาทักษะการใช้ชีวิตในสังคม

3. เป็นบรรยากาศที่มีความเป็นมิตรต่อผู้เรียน มีความเป็นกันเอง จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกอบอุ่น รู้สึกปลอดภัย มีความสบายใจ และเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข

การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง จะประสบผลสำเร็จได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับบทบาทของผู้สอน โดยผู้สอนจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนบทบาทและหน้าที่ของตนเองให้มีความสอดคล้องกับแนวคิด ในส่วนของการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นจำเป็นต้องได้รับการประเมินทั้งทางด้านผลงาน (Product) และกระบวนการ (Process) ซึ่งสามารถใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การให้ผู้เรียนประเมินตนเอง การประเมินโดยผู้สอนและเพื่อน ๆ การประเมินจากการสังเกตและการประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน เป็นต้น

วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559) ได้กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructionism คือ การให้ผู้เรียนลงมือสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ เพื่อได้องค์ความรู้การคิดและลงมือทำ ผู้เรียนได้ใช้การคิดด้านต่าง ๆ สร้างสรรค์และแก้ปัญหาในการลงมือทำ ซึ่งมักเป็นการทำโครงการ สร้างชิ้นงานขึ้นมาใหม่ การเรียนรู้แบบนี้เป็นความรู้ที่คงทนและลุ่มลึกกว่าการเรียนรู้แบบจำหรือรับความรู้อย่างเดียวเพราะผู้เรียนลงมือทำ ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์และความรู้โดยตรง สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาและต่อยอดได้ต่อไป เป็นกระบวนการซึมซับประสบการณ์ความรู้ใหม่และปรับให้เข้ากับประสบการณ์ความรู้เดิมและเกิดความสมดุล หรือเรียกว่า Powerful learning คือการเรียนรู้ที่มีการซึมซับและปรับแต่งตลอดเวลา โดยทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) มีหลักการ 4 ประการ คือ

1) Explore หรือการสำรวจ ค้นหา เพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งใหม่ ๆ

2) Experiment หรือการทดลองเพื่อหาประสบการณ์ ลองผิดลองถูก เรียนรู้สิ่งนั้นว่าเป็นอย่างไร ปรับให้เข้ากับความรู้ใหม่

3) Learning by doing หรือการเรียนรู้จากการลงมือทำสิ่งต่าง ๆ เป็นการลงมือปฏิบัติและเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม เป็นการซึมซับความรู้และปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

4) Doing by learning หรือการลงมือทำสิ่งต่าง ๆ ให้เกิดการเรียนรู้ ซึมซับความรู้และประสบการณ์ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เป็นพฤติกรรมต่อไป เป็นการแก้ปัญหาและปรับตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ การจัดกิจกรรมต้องมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างชิ้นงานที่เป็นรูปธรรม จับต้องได้ และให้ผู้อื่นเห็นเป็นรูปธรรม อาจจะมีการใช้สื่อเทคโนโลยี หรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม เพื่อเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างสาระการเรียนรู้และผลงานต่าง ๆ โดยมีการจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ให้ทางเลือกอย่างหลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนรู้ตามความสนใจ การเรียนรู้จะเกิดผลได้ดียิ่งขึ้นหากครูมีการจัดกลุ่มคนที่มีความถนัดและความสามารถที่แตกต่างกัน ซึ่งจะเอื้อให้ผู้เรียนมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน การประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียนควรประเมินทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การทดสอบ การให้ผู้เรียนทำการประเมินตนเอง การประเมินตามสภาพจริงโดยผู้สอนและเพื่อน การสังเกตและการประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน เป็นต้น

2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจุดประสงค์เพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งถือว่าเป็นกำลังสำคัญของชาติในอนาคตให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา มีความรู้คู่คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาและการประกอบอาชีพในอนาคต โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพของตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรม โดยมีการบูรณาการความรู้ใน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งจัดกิจกรรมตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีความตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด โดย

มาตรฐานและตัวชี้วัดของผู้เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการบูรณาการการเรียนรู้มีดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์และพืช วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและ การเปลี่ยนแปลงของสสาร พลังงานและการเคลื่อนที่ รวมทั้งคลื่นต่าง ๆ

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับเอกภพ สุริยะ เทคโนโลยีอวกาศและระบบโลก รวมทั้งเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

1) เทคโนโลยีและการออกแบบ เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบันและอนาคตที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยมีการใช้ความรู้และทักษะทางด้านสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และมีการเลือกใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ อย่างเหมาะสมในการเรียนรู้โดยคำนึงถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ คิวคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคำนวณ คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ ที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีความตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมาตรฐานและตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการในกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามแนวคิดสะเต็มศึกษาครั้งนี้ จัดอยู่ในมาตรฐานและตัวชี้วัดตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 มีดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ

จากการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องในการบูรณาการการเรียนรู้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า สาระการเรียนรู้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้ มี 2 สาระหลัก คือ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการบูรณาการโดยใช้ความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความสนใจของผู้เรียนมาใช้ในการศึกษาหรือการแก้ปัญหา เช่น สาระทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และมีการใช้ความรู้และความสามารถเกี่ยวกับเทคโนโลยีอย่างเหมาะสมเพื่อใช้สืบค้นข้อมูลในแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน และการใช้ความรู้เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในการบูรณาการกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามแนวคิดสะเต็มศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมีความสอดคล้องและตรงกับตัวชี้วัดในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 เช่น การเลือกใช้เครื่องมือในการวัด การนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิเพื่อความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เป็นต้น และมีการใช้หลักการเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

กิจกรรม	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	
น้ำสะอาดด้วยมือเรา	<p>มาตรฐาน ว 2.1 ป 6/1 อธิบายและเปรียบเทียบการแยกสารผสมโดยการหยิบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ รวมทั้งระบุวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการแยกสาร</p> <p>มาตรฐาน ว 3.2 ป.6/5 อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทยจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>มาตรฐาน ว 3.2 ป.6/6 บรรยายลักษณะและผลกระทบของน้ำท่วมการกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่มแผ่นดินไหว สึนามิ</p> <p>มาตรฐาน ว 3.2 ป.6/7 ตระหนักถึงผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัยโดยนำเสนอแนวทางในการเฝ้า</p>	<p>มาตรฐาน ว 4.2 ป 6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย</p> <p>มาตรฐาน ว 4.2 ป 6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล</p> <p>มาตรฐาน ว 4.2 ป.6/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม</p>	<p>มาตรฐาน ค 2.1 ป 3/11 เลือกใช้เครื่องตวงที่เหมาะสม วัดและเปรียบเทียบปริมาตร ความจุเป็นลิตรและมิลลิตร</p>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิจกรรม	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	
	ระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดในท้องถิ่น		
มหัศจรรย์สิ่งประดิษฐ์ รักษ์โลก	<p>มาตรฐาน ว 3.2 ป.6/8 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต</p> <p>มาตรฐาน ว 3.2 ป.6/9 ตระหนักถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก</p>	<p>มาตรฐาน ว 4.2 ป 6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์ จากปัญหาอย่างง่าย</p> <p>มาตรฐาน ว 4.2 ป 6/3 ใช้อินเทอร์เน็ต ค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล</p>	<p>มาตรฐาน ค 2.1 ป 5/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีการเปลี่ยนหน่วย และเขียนในรูปทศนิยม</p> <p>มาตรฐาน ค 2.1 ป 6/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p>
อาหารจอมพลัง	<p>มาตรฐาน ว 1.2 ป 6/1 ระบุสารอาหารและบอกประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทจากอาหารที่ตนเองรับประทาน</p>	<p>มาตรฐาน ว 4.2 ป 6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์ จากปัญหาอย่างง่าย</p>	<p>มาตรฐาน ค 1.1 ป 6/2 เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณ 2 ปริมาณ จากข้อความหรือสถานการณ์ โดยที่ปริมาณแต่ละปริมาณเป็นจำนวนนับ</p>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิจกรรม	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	
	<p>มาตรฐาน ว 1.2 ป 6/2 บอกแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ</p> <p>มาตรฐาน ว 1.2 ป 6/3 ตระหนักถึงความสำคัญของสารอาหารโดยการเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งปลอดภัยต่อสุขภาพ</p>	<p>มาตรฐาน ว 4.2 ป 6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล</p>	<p>มาตรฐาน ค 2.1 ป 3/7 เลือกใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม วัดและบอกน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและขีดกิโลกรัมและกรัม</p> <p>มาตรฐาน ค 3.1 ป 5/1 ใช้ข้อมูลจากกราฟเส้นในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา</p>
แผนน้อยสองสัปดาห์	<p>มาตรฐาน ว 2.3 ป.6/1 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p>	<p>มาตรฐาน ว 4.2 ป 6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์ จากปัญหาอย่างง่าย</p>	<p>มาตรฐาน ค 2.1 ป 5/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีการเปลี่ยนหน่วย และเขียนในรูปทศนิยม</p>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิจกรรม	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	
	<p>มาตรฐาน ว 2.3 ป.6/2 เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย</p> <p>มาตรฐาน ว 2.3 ป.6/3 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม</p> <p>มาตรฐาน ว 2.3 ป.6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน</p>	<p>มาตรฐาน ว 4.2 ป.6/2 ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมและแก้ไข</p> <p>มาตรฐาน ว 4.2 ป 6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล</p> <p>มาตรฐาน ว 4.2 ป.6/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม</p>	

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (ต่อ)

กิจกรรม	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	
	<p>มาตรฐาน ว 2.3 ป.6/5</p> <p>ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน</p>		
	<p>มาตรฐาน ว 2.3 ป.6/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานโดยบอกประโยชน์ข้อ จำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน</p>		

3. การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3.1 ความหมายของการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2557; ศศิทพ ปิติพรเทพิน, 2558; วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559; พันธดนย์ อุดมสันติ, 2560; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2562) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของความรู้ในแต่ละศาสตร์และเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และเชี่ยวชาญเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยอาศัยเครื่องมือและวิธีการทางเทคโนโลยีเข้ามาช่วยสนับสนุนเพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผ่านการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (ฤทธวัส พินิจนิก, 2552; ศศิทพ ปิติพรเทพิน, 2558) ถือว่าเป็นกิจกรรมที่ฝึกให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาแก้ไขปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นธรรมชาติ เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถต่อยอดไปถึงการออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ในอนาคตได้ (สสวท., 2557; ศศิทพ ปิติพรเทพิน, 2558; พันธดนย์ อุดมสันติ, 2560) สะเต็มศึกษามีจุดมุ่งหมายเพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ มีการสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ ซึ่งจะสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในโครงการประเมินผลผู้เรียนนานาชาติ (PISA) อีกด้วย (ศศิทพ ปิติพรเทพิน, 2558)

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของสะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาที่พบเจอในชีวิตจริง ถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เห็นความสำคัญของความรู้และเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง อีกทั้งสามารถพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการคิด การแก้ปัญหา การสื่อสาร การคิดสร้างสรรค์ การมีภาวะผู้นำ การทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดด้วยการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือนวัตกรรมเพื่อพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้นได้

3.2 หลักการสำคัญหรือจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559) ได้กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้ตามสะเต็มศึกษาดังนี้

1) เน้นการบูรณาการความรู้ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป โดยผู้สอนมีเชื่อมโยงความรู้หลาย ๆ วิชาเข้าด้วยกันในการจัดกิจกรรม เช่น วิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวเรียกว่า สหวิทยาการ หรือ Interdisciplinary เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับมาพัฒนา

นวัตกรรม ซึ่งต้องใช้ความคิดในด้านต่าง ๆ เช่น การคิดสร้างสรรค์และการคิดเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ได้รับมอบหมาย

2) การสร้างความสัมพันธ์ คือการคิดแนวทางในการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์อย่างไร โดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการใช้ชีวิต

3) การเน้นทักษะของศตวรรษที่ 21 คือการเน้นวิธีการหาความรู้ได้อย่างไรและจะนำความรู้ที่ได้ไปใช้ได้อย่างไร โดยการสอนสิ่งที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหา สื่อสารความรู้และความคิด ทำงานเป็นทีม เพื่อจะให้มีความรู้และความคิดในอนาคต

4) สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทายความรู้ความสามารถตามวัยและระดับชั้น

5) รู้จักประยุกต์ โดยการผสมผสานการเรียนรู้ที่หลากหลายมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เช่น ครูอาจใช้วิธีการจัดกิจกรรมแบบวิศวกรรมศาสตร์ ให้ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาและนำคุณลักษณะของการเรียนรู้แบบโครงงานมาประกอบในการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ในหัวข้อที่ตนเองสนใจให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น

หลักการบูรณาการคือ การบูรณาการอย่างมีความหมาย ครูควรสนับสนุนความรู้ของผู้เรียนในแต่ละวิชาและไม่จำเป็นต้องบูรณาการหลาย ๆ วิชา สิ่งที่สำคัญคือ การประเมินผลและกลยุทธ์ในการบูรณาการเพิ่มเติม เพื่อการเรียนรู้และสติปัญญา

กมลฉัตร กล่อมอิม (2562) ได้ให้เหตุผลว่า ทำไมต้องเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ต้องพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ให้กับผู้เรียน ได้แก่ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ ซึ่งทักษะดังกล่าวมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น สามารถนำความรู้ที่ได้ออกแบบนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่พบเห็นในชุมชนหรือสังคมในชีวิตประจำวันเชื่อมโยงเข้ากับความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ที่สามารถเป็นแนวทางหรือทางออกของการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการเรียนรู้แบบบูรณาการซึ่งเป็นการค้นหาคำตอบได้ตามสถานการณ์หรือโจทย์ที่แท้จริงในปัจจุบัน

จากการศึกษาหลักการสำคัญหรือจุดมุ่งหมายผู้วิจัยสามารถสรุปหลักการสำคัญของสะเต็มศึกษา คือ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป เพื่อเป็นการเชื่อมโยงความรู้ของแต่ละศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กัน และสามารถนำความรู้ไปออกแบบชิ้นงานหรือสร้างสรรค์นวัตกรรมได้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21

3.3 ขั้นตอนของการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ได้ฝึกให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจผ่านการปฏิบัติ ซึ่งปัจจุบันมีนักการศึกษาได้ให้ความสนใจ และมีการพัฒนาขั้นตอนในการจัดกิจกรรมหลากหลายมากยิ่งขึ้น เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับผู้เรียนบริบท หรือเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้เสนอขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการ ดังนี้

1) ขั้นระบุปัญหา (Identity a Challenge) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนหรือการใช้ชีวิตประจำวัน

2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เป็นขั้นตอนในศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูล แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และมีการประเมินแนวทางที่สามารถเป็นไปได้เพื่อเลือกแนวทางที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) เป็นขั้นตอนในการกำหนดขั้นตอนแต่ละขั้นที่จะดำเนินการพัฒนาหรือการแก้ปัญหา รวมทั้งมีการกำหนดอุปกรณ์และระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนา จากนั้นมีการลงมือสร้างต้นแบบ

4) การทดสอบและประเมินผล (Test the Evaluate) เป็นขั้นตอนในการนำต้นแบบมาทดสอบการใช้งาน เพื่อประเมินผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นและนำไปปรับปรุงหรือพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น

5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) เป็นขั้นตอนในการนำเสนอผลงานที่ได้ออกแบบไว้ รวมทั้งการนำเสนอขั้นตอนในการดำเนินงาน

ปาไลตา สุขสำราญ (2559) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่การบูรณาการการเรียนรู้ 4 วิชา ที่มีเอกลักษณ์และมีความเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อให้สอดคล้องกับการสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้สะเต็ม ผู้วิจัยจึงได้ศึกษานิยามและปรับคำให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำทนายให้กระหายใคร่รู้ คือ ขั้นการระบุประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 2 มุ่งสู่การเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิด

ขั้นที่ 3 ตั้งศูนย์รวม วางแผน ปฏิบัติการ คือ ขั้นวางแผนและดำเนินการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 สานต่อการสร้างสรรค์ผลงาน คือ ดำเนินการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 วิพากษ์ ทบทวน ขวนกันสะท้อน คือ ขั้นตอนของการสะท้อนผลการดำเนินงาน

สุจิตา การมี (2561) ได้เสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้ที่ผู้เรียนทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่พบเจอและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ปัญหาหรือคำถามที่ทำการวิเคราะห์บางครั้งอาจประกอบไปด้วยปัญหาย่อย

2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา คำถามหรือความต้องการสำหรับแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือสนองความต้องการที่กำหนดเพื่อหาวิธีการที่หลากหลายสำหรับใช้ในการแก้ปัญหา โดยการค้นหาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น สอบถามจากผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ การสืบค้นหรือสำรวจจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นต้น

3) ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนของการเลือกวิธีการจากการศึกษาเอกสารและการค้นหาแนวคิดของการออกแบบชิ้นงาน นำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ขั้นตอนนี้จะช่วยเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจโดยผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การร่างภาพ การอธิบาย เป็นต้น

4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำแบบร่างที่ได้ออกแบบมาวางลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ โดยมีการกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน จากนั้นจึงลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อที่จะนำผลที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

5) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอนของการประเมินการใช้งาน โดยตรวจสอบและประเมินชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นถึงสามารถทำงานและการแก้ปัญหาจริง รวมทั้งประเด็นที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม

6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนของการนำเสนอข้อมูลหรือผลลัพธ์เกี่ยวกับชิ้นงานหรือวิธีการที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการต่อสาธารณชน

ทรศนีย์ บุญตันบุตร (2562) ได้ออกแบบหลักสูตรโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจากการสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) สถาบันอนาคตไทยศึกษา (2559) และศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557) เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในรูปแบบของโครงงาน ซึ่งได้ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหาที่พบหรือสนใจ

ขั้นที่ 2 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

National Research Council (2012, อ้างถึงใน อภิสิตธิ์ ธงไชย, 2559) ได้อธิบายขั้นตอนตามแนวคิดกรอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ NGSS (Next Generation Science Standards) ฉบับใหม่ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่นำเสนอแนวคิดของวิศวกรรม ซึ่งต้องผนวกเข้าไปในกระบวนการของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มีขั้นตอนหลัก ๆ 3 ส่วน ได้แก่

1) การระบุปัญหา รวมถึงเงื่อนไขและข้อจำกัดที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหาหรือความต้องการ ให้ความชัดเจนว่า คืออะไร มีเงื่อนไขหรือข้อจำกัดอะไรบ้างที่เป็นกรอบเงื่อนไขของการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างตรงประเด็นภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ

2) พัฒนาแนวทางแก้ปัญหาและเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนต้องมีการสำรวจหรือรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ หรืออาจดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยการทดลองดูว่าปัจจัยอะไรบ้างที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาที่กำหนด แล้วดำเนินการสร้างทางเลือกที่คิดว่าน่าจะเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

3) ดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือกภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดที่กำหนด หลังจากที่ได้เลือกทางเลือกของการแก้ปัญหาข้างต้นแล้ว ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติเพื่อทดสอบและปรับปรุงแก้ไขวิธีการที่ได้ออกแบบมาว่าเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าแนวทางนั้นอาจจะไม่ดีพอ ทำให้ต้องย้อนกลับไปดูที่ทางเลือกอีกครั้ง หรืออาจต้องวิเคราะห์ปัญหาให้ละเอียดอีกครั้ง

Reeve (2015) จะใช้วิธีการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ใช้สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้รู้จักการแก้ปัญหา ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหาความท้าทาย

ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิด

ขั้นที่ 3 การออกแบบและสร้าง

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลการดำเนินงาน

Margan et al (2013) ได้มีการเสนอขั้นตอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหาและข้อจำกัด

ขั้นที่ 2 การศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 3 การคิดออกแบบ

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ความคิด

ขั้นที่ 5 การสร้าง

ขั้นที่ 6 การทดสอบและปรับปรุง

ขั้นที่ 7 การสื่อสารและสะท้อนผล

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและขั้นตอนการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ มาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีการปรับขั้นตอนของนักการศึกษาบางขั้นตอนเพื่อให้สะดวกในการสังเคราะห์ แต่รายละเอียดในการดำเนินการยังคงเดิม ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ลำดับ	ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	แนวคิดในการจัดการเรียนรู้ของนักการศึกษา							ความถี่
		NGSS (2012)	Margan et al (2013)	Reeve (2015)	สวาท (2557)	ปาติดา สุขสำราญ (2559)	สุธิดา การิณี (2561)	พรรณศรัณย์ บุญต้นบุตร (2562)	
1	ขั้นระบุปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7
2	ขั้นรวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด		✓	✓	✓	✓	✓		5
3	ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	✓	✓	✓			✓	✓	5
4	ขั้นวิเคราะห์ความคิด		✓						1
5	ขั้นวางแผน					✓			4
6	ขั้นลงมือดำเนินการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7
7	ขั้นทดสอบประเมินผล และปรับปรุง		✓	✓	✓		✓	✓	5
8	ขั้นนำเสนอวิธีการหรือผลงาน	✓			✓		✓	✓	4
9	ขั้นสะท้อนผล		✓	✓					2

จากตารางการสังเคราะห์ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ขั้นตอนที่มีความถี่มากที่สุด ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักการศึกษาแสดงให้เห็นความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ ชั้นระบุประเด็นปัญหาที่สนใจและชั้นการลงมือหรือดำเนินการแก้ปัญหา จากการศึกษาผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกขั้นตอนเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษา โดยพิจารณาจากขั้นตอนที่มีความถี่ระดับ 4 ขึ้นไป เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่นักการศึกษาส่วนใหญ่ให้ความสำคัญในการจัดกิจกรรม และเป็นขั้นตอนที่สามารถดำเนินการจัดกิจกรรมให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ 1) ชั้นระบุปัญหา 2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด 3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ชั้นวางแผนและลงมือดำเนินการแก้ปัญหา 5) ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง และ 6) ชั้นนำเสนอวิธีการหรือผลงาน

3.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชั้นระบุปัญหา 2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด 3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและมือดำเนินการแก้ปัญหา 5) ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง และ 6) ชั้นนำเสนอวิธีการหรือผลงาน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้มีการพัฒนาขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจากขั้นตอนที่ได้สังเคราะห์และได้เพิ่มขั้นตอนเพื่อให้สอดคล้องและตรงตามวัตถุประสงค์ในการศึกษา ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify Problem) หมายถึง การทำความเข้าใจกับปัญหาจากสถานการณ์ที่สนใจ โดยปัญหาที่ทำการศึกษาเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนในระดับบุคคล และระดับท้องถิ่นที่เกิดขึ้นจริงจากการใช้ชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจปัญหา เห็นความสำคัญของปัญหา และสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างตรงประเด็นภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด (Search Related Information) หมายถึง การศึกษาค้นคว้า เพื่อหาข้อมูลหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต หรือการสอบถามผู้รู้ เป็นต้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และสรุปเพื่อให้เข้าใจถึงปัญหาและสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Design Solution) หมายถึง การเลือกวิธีการหรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการ โดยมีการร่างแบบที่จะดำเนินการสร้างชิ้นงาน รวมทั้งการวางลำดับขั้นตอนในแก้ปัญหาหรือการสร้างชิ้นงาน เพื่อให้สามารถดำเนินการไปด้วยความเรียบร้อยและเป็นไปตามวัตถุประสงค์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and Solve Problem) หมายถึง การกำหนดขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามวิธีการที่ได้เลือกไว้ จากนั้นลงมือดำเนินการสร้างแบบจำลองตามแผนหรือตามแบบที่ได้ร่างไว้ใน การแก้ปัญหา ขณะดำเนินการจะมีครูที่คอยแนะนำ ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในการจัดหาอุปกรณ์เพื่อใช้ในการสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง (Test Evaluation and Design Improvement) หมายถึง การนำแบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นมาวัดประสิทธิภาพในการใช้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และมีการประเมินผลประสิทธิภาพของการใช้งานตามสภาพจริงที่ได้ดำเนินการ ประเมินโดยผู้พัฒนา และมีครูผู้สอนที่คอยให้คำปรึกษา และชี้แนะแนวทาง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและสะท้อนผล (Present and Reflect Feedback) หมายถึง การนำเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจนสำเร็จ รวมถึงมีการนำเสนอเกี่ยวกับกระบวนการในการแก้ปัญหา ที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการคิด เพื่อให้ครูผู้สอน เพื่อน ๆ และผู้อื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือสนใจได้รับรู้ และเข้าใจ อีกทั้งมีการนำเสนอเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้จากการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีการสะท้อนกลับ (Feedback) โดยครูผู้สอน เพื่อน ๆ หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีดำเนินการ ในการทำกิจกรรมของผู้เรียน รวมทั้งผลที่ได้จากการศึกษาหรือประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา ของผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ของ Gagne' ซึ่งการให้ข้อมูลป้อนกลับถือว่าเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนสามารถรับรู้ถึงผลงานหรือกระบวนการต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เพื่อที่สามารถนำไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมต่อไปได้

ขั้นที่ 7 ตกผลึกแนวคิด (Crystalize Core concept) หมายถึง การสรุปความรู้ที่ได้รับจากกระบวนการต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนของการทำกิจกรรม โดยมีการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงกับแนวคิดหรือความรู้เดิมและความรู้ใหม่ที่ได้รับจากกิจกรรม และมีการสรุปความรู้ในลักษณะของแผนผังความคิด (Mind Mapping) ให้เป็นระบบระเบียบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและจดจำสิ่งที่เรียนได้ง่ายและมีความคงทนในการจดจำมากยิ่งขึ้น

โดยขั้นตอนการตกผลึกแนวคิดเป็นขั้นตอนหนึ่งของรูปแบบการประสานห้าแนวคิด CIPPA Model ที่พัฒนาขึ้นโดย ทิศนา แคมมณี (ทิศนา แคมมณี, 2559) ที่มีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนอย่างแท้จริง นอกจากนี้ ขั้นตอนการสรุปความรู้ เป็นขั้นตอนที่ นักการศึกษาส่วนใหญ่ยอมรับในการจัดการเรียนรู้ เช่น รูปแบบการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการเผชิญสถานการณ์ โดย สุนทร อมรวิวัฒน์ เชื่อว่าแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาที่แท้จริงควรสัมพันธ์และสอดคล้องกับการดำเนินชีวิต ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นคือ 1) ขั้นนำ การสร้างศรัทธา 2) ขั้นสอน และ 3) ขั้นสรุป ซึ่งขั้นสรุปคือ เป็นการที่ผู้เรียนมีการสรุปทบทวนและครุมีการวัดและประเมินผู้เรียน และนอกจากนี้

ยังมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทบาทสมมติ ที่พัฒนาโดย Shaftel and Shaftel ในปี ค.ศ. 1967 ที่ขั้นตอนสุดท้ายในการจัดการเรียนรู้คือ การแลกเปลี่ยนประสบการณ์และสรุปการเรียนรู้ เพื่อร่วมกันหาข้อสรุปและการเรียนรู้ที่ได้รับจากกิจกรรม เป็นต้น

ขั้นตอนการตกผลึกแนวคิดของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานี้ เป็นการสรุปและจัดระเบียบในลักษณะแผนผังความคิดหรือในหนังสือศาสตร์การสอน (ทิตนา แคมมณี, 2559) ใช้คำว่า ผังกราฟิก ซึ่งจัดอยู่ในรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ที่ Jones และคณะ ได้พัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้และทำความเข้าใจเนื้อหาสาระจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการจัดทำเป็นผังมโนทัศน์นั้นสามารถทำให้ง่ายแก่การจดจำ และสามารถเรียกคืนความรู้ได้ง่ายเมื่อต้องการใช้ความรู้ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถสรุปและจัดระเบียบความรู้ที่ได้รับหลักจากการทำกิจกรรมหรือการประดิษฐ์ในแต่ละครั้ง ได้ความรู้โดบ้างและเชื่อมโยงกับความรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนในชั้นเรียนตามหลักสูตร

ตารางที่ 3 บทบาทครูและผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
1. ระบุปัญหา (Identify Problem)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน (ระดับบุคคล)หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน (ระดับชุมชน) ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การเล่า นำเสนอภาพการเปิดวิดีโอ - ครูใช้คำถามในการกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาและเห็นความจำเป็นที่จะต้องได้รับการแก้ปัญหา 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์อภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหา - ผู้เรียนร่วมกันเสนอสาเหตุของปัญหา ผลกระทบที่เกิดขึ้น - ผู้เรียนร่วมกันคาดคะเนแนวทางที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
2. รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด (Search Related Information)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูแจกใบความรู้เพื่อใช้สำหรับการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และแจกใบงานเพื่อใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและค้นหา 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนร่วมกันศึกษาและสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับประเด็นของปัญหา ผลกระทบ หรือสถานการณ์ตัวอย่างที่เคยเกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไขปัญหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ใบ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
	<ul style="list-style-type: none"> - ครูให้อิสระผู้เรียนในการสืบค้นข้อมูล จากแหล่งข้อมูล - ครูคอยสังเกต สนับสนุนและให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนเกิดอุปสรรคในการสืบค้นข้อมูล 	<ul style="list-style-type: none"> - ความรู้ หนังสือเรียน ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต สัมภาษณ์ ผู้รู้ เป็นต้น - ผู้เรียนบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลลงในใบงาน - ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์กันในกลุ่ม
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Design Solution)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เลือกแนวทางที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา - ครูบอกวัสดุอุปกรณ์ที่ผู้เรียนสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในแต่ละกิจกรรม และบางกิจกรรมมีการติดราคาเพื่อกำหนดเกณฑ์ในการเลือกใช้วัสดุ - ครูกำหนดเกณฑ์สำหรับประเมินการแก้ปัญหา หรือประสิทธิภาพของชิ้นงานที่จะใช้แก้ปัญหา เช่น ความทน ความเร็ว ความสมดุล เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ - ครูแจกกระดาษและปากกา เพื่อให้ผู้เรียนใช้ในการร่างแบบ - ครูคอยการสังเกต ชี้แนะ ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาของผู้เรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนร่วมกันเลือกแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม - ผู้เรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ และร่วมกันอภิปราย และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานภายใต้อุปกรณ์ที่กำหนด ให้มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้จริง - ผู้เรียนร่วมกันร่างแบบชิ้นงานที่จะใช้แก้ปัญหา โดยให้กำหนดขนาด ความยาว ความสูง และอื่น ๆ รวมทั้งกำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละส่วนอย่างชัดเจน

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	- บทบาทครู	- บทบาทผู้เรียน
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and Solve Problem)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูเตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างแบบจำลอง - ครูคอยสังเกตการดำเนินการของผู้เรียน มีการแนะนำ ชี้แนะ ให้คำปรึกษา รวมทั้งให้การช่วยเหลือหากมีขั้นตอนที่อาจทำให้ผู้เรียนเกิดอุบัติเหตุได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนร่วมกันวางแผนเกี่ยวกับขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อลงมือสร้างแบบจำลองให้บรรลุผลอย่างรอบคอบ - ผู้เรียนมีการวางหน้าที่เกี่ยวกับการดำเนินการของแต่ละคน - ผู้เรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองจนสำเร็จ
5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง (Test Evaluation and Design Improvement)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูเข้าไปสอบถาม เพื่อร่วมประเมินชิ้นงานของผู้เรียน - ครูให้คำถามกระตุ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นถึงข้อบกพร่องที่ควรแก้ไข และคำนึงถึงเกณฑ์ที่กำหนด 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนมีการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานในการใช้งานหรือการแก้ปัญหา - ผู้เรียนมีการประเมินชิ้นงานกับเกณฑ์ที่กำหนดและร่วมกันวิเคราะห์ผลการประเมินชิ้นงานว่าควรที่จะปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ อย่างไร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น - ผู้เรียนร่วมกันแก้ไขแบบจำลองเพิ่มเติม
6. นำเสนอและสะท้อนผล (Present and Reflect Feedback)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูจัดเตรียมสถานที่ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการนำเสนอชิ้นงานของผู้เรียน - ครูรับฟังการนำเสนอชิ้นงานและวิธีการดำเนินการของผู้เรียน รวมทั้งแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการ 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานพร้อมแบบร่าง โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย มีการบอกวิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่ได้ รวมทั้งปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข -

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
	<ul style="list-style-type: none"> - ครูให้สมาชิกในกลุ่มนำเสนอ - ครูให้ผู้เรียนและผู้เข้าร่วมรับฟังการนำเสนอแสดงความคิดเห็นจากการรับฟังและให้ข้อเสนอแนะ <p>ครูแนะนำหรือสะท้อนผลการดำเนินงานของผู้เรียน บอกถึงข้อดีและข้อที่ควรแก้ไข และมีการเสริมแรงทางบวกเกี่ยวกับการทำงานของผู้เรียน</p>	<p>ผู้เรียนรับฟังคำติชมจากครู และเพื่อน ๆ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำกิจกรรม เพื่อนำไปใช้ในการทำกิจกรรมในครั้งต่อไป</p>
7. ตกผลึกแนวคิด (Crystalize Core concept)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูแจกวัดstupกรณ์ เช่น กระดาษและปากกา เพื่อให้ผู้เรียนใช้ในการสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม - ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และสามารถเชื่อมโยงกิจกรรมกับความรู้อื่นในชั้นเรียน - ครูรับฟังการนำเสนอของผู้เรียนและมีการอธิบาย ขยายความเพิ่มเติมให้กระจ่างมากขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนรับอุปกรณ์และร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม ใช้การประมวลความรู้และสรุปในลักษณะผังกราฟิก (Mind Mapping) มีการเชื่อมโยงและอธิบายรายละเอียดของความรู้ที่ได้รับ - ผู้เรียนนำเสนอความรู้ที่ได้รับหน้าชั้นเรียน

จากการสังเคราะห์และพัฒนาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากการศึกษาขั้นตอนของนักการศึกษา ได้ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 7 ขั้นตอน คือ 1) ชั้นระบุปัญหา 2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด 3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง 6) ชั้นนำเสนอและสะท้อนผล โดยในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยมีการพัฒนาขั้นตอนตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้ของ Gagne ตามทฤษฎีผสมผสานระหว่างพฤติกรรมนิยมกับพุทธินิยม เพื่อให้เป็นขั้นตอนที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น หลังจาก que ผู้เรียนนำเสนอจะมีการสะท้อนผลจากครูหรือเพื่อนกลุ่มอื่น และ 7) ชั้นตกผลึกความรู้ เป็นขั้นตอน

ที่มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้จัดระเบียบและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่จากการทำกิจกรรม เพื่อต่อบัณฑิตผู้ประสพความสำเร็จในการศึกษาเกี่ยวกับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้มีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรต้นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ นักวิจัยหรือนักการศึกษาให้ความสนใจในการนำมาใช้จัดการเรียนรู้ในลักษณะของกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่ง การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องใน 4 ประเด็น คือ ตัวแปร ตาม กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา และผลการวิจัย ซึ่งสามารถสรุปตามประเด็นต่าง ๆ ได้ ดังนี้

3.5.1 ตัวแปรตาม

ในการศึกษางานวิจัยที่มีการออกแบบหรือพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษา เห็นได้ว่าในงานวิจัยมีการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อไปศึกษาหรือ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Ceylan & Ozdike, 2015; รวบรวม ทิลาพันธ์, 2558) และมีการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปศึกษาหรือพัฒนาทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะ กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (นัญชนก กองแก้ว, 2562) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ (รวบรวม ทิลาพันธ์, 2558) หรือทักษะในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ดารารัตน์ ชัยพิลา, 2559) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่เป็นกลุ่มสาระอื่น ๆ นอกจากกลุ่มสาระ วิทยาศาสตร์ เช่น สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (เพียงขวัญ แสนมณี, 2563) กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม (English & King, 2015) รวมทั้งมีบางงานวิจัยที่มีการศึกษาตัวแปรตาม 2 ตัวแปร เช่น การรู้เท่าทันและทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (จักรเพชร สุริยะกมล, 2559) ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (รวบรวม ทิลาพันธ์, 2558)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่า สามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปศึกษาหรือพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียน รวมทั้งทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ หรือวิชาอื่น ๆ

3.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จะเห็นได้ว่าใน งานวิจัยมีการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อไปศึกษาหรือพัฒนากับกลุ่มตัวอย่างที่ กำลังศึกษาอยู่ในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับอนุบาล ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา รวมทั้ง ระดับอุดมศึกษา โดยในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่ทำการวิจัยในระดับประถมศึกษา

(เพียงขวัญ แสนมณี, 2563; นัญชนก กองแก้ว, 2562; จักรเพชร สุริยะกมล, 2559; English & King, 2015) และระดับมัธยมศึกษา (ราวรรณ ทิลาพันธ์, 2558; ดารารัตน์ ชัยพิลา, 2559; Ceylan & Ozdike, 2015) เพื่อเป็นแนวทางในการนำแนวคิด หรือวิธีการต่าง ๆ จากงานวิจัยมาปรับใช้ในการพัฒนางานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจากงานวิจัยข้างต้นมีขนาดน้อยที่สุดคือ 21 คน และมากที่สุดคือ 45 คน โดยงานวิจัยที่ศึกษาส่วนใหญ่มีการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างเดียว แต่มีบางงานวิจัยที่มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (จักรเพชร สุริยะกมล, 2559)

3.5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาครั้งนี้ เห็นได้ว่าในงานวิจัยดังกล่าวมีเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 2 ประเภทคือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ซึ่งในด้านเครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการศึกษาในงานวิจัยข้างต้นล้วนมีการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการออกแบบหรือพัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สอดคล้องและเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง

3.5.4 ผลการวิจัย

ในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาดังกล่าว ส่วนใหญ่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและมีบางงานวิจัยที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ และจากผลการศึกษางานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่า งานวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ สามารถพัฒนาตัวแปรตามต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาได้ เช่น สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น (ราวรรณ ทิลาพันธ์, 2558; Ceylan & Ozdike, 2015) หรือการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (นัญชนก กองแก้ว, 2562) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ราวรรณ ทิลาพันธ์, 2558) หรือทักษะในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ดารารัตน์ ชัยพิลา, 2559) เป็นต้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสาระที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และมีการดำเนินกิจกรรมโดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ รวมทั้งมีการศึกษาและค้นคว้าด้วยตนเอง (ราวรรณ ทิลาพันธ์, 2558)

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีลักษณะเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนแบบลึกซึ้ง (จักรเพชร สุริยะกมล, 2559) คือ 1) การเข้าใจแก่นหลักของเนื้อหาได้อย่างดี 2) การคิดวิเคราะห์และการวิจารณ์ได้อย่างซับซ้อน 3) การทำงานร่วมกันเป็นทีม 4) การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ และ 5) การเป็นผู้ริเริ่มและรับคำวิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาอย่างคงทนถาวรและสามารถจัดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้

ต่าง ๆ มาบูรณาการและมีการใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรมในการออกแบบหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงาน จึงทำให้ผู้สอนสามารถประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ได้สอนในห้องเรียนปกติว่ามี การนำมาใช้หรือนำมาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งถือว่าเป็นการจัดการ เรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการหรือความสนใจของผู้เรียน

4. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Instructional model) หรือรูปแบบการสอน (Model of Teaching) (ทิตินา แชมมณี, 2557) มีการนำมาใช้ในภาษาไทยอยู่หลายคำ เช่น รูปแบบการเรียน การสอน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หรือรูปแบบการสอน ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงขอใช้คำว่า “รูปแบบ การจัดการเรียนรู้” เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายดังนี้

4.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ แผน (Plan) หรือแบบแผน (Pattern) ที่ผู้สอนสามารถใช้เพื่อ จัดการเรียนรู้โดยตรงในห้องเรียนหรือการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย (Joyce & Weil, 2000) เปรียบเสมือนเป็นพิมพ์เขียวหรือต้นแบบที่ประกอบด้วยขั้นตอนการสอนหลัก ๆ (Arends, 1997) ถือ ว่าเป็นแบบแผนเชิงปฏิบัติการเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบและมีจุดมุ่งหมาย ที่เฉพาะ (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556) เพื่อทำให้เกิดผลหรือการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ (Anderson, 1997; Arends, 1997) อีกทั้ง ทิตินา แชมมณี (2559) ได้ให้ความหมายของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ว่า เป็นสภาพลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญที่มีการ จัดไว้อย่างเป็นระเบียบ โดยผ่านขั้นตอนการดำเนินการออกแบบและพัฒนาโดยใช้หลักปรัชญา หลักการ แนวคิดทางทฤษฎีหรือความเชื่อพื้นฐาน (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556; ทิตินา แชมมณี, 2559)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นการบรรยายถึงสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อ การวางแผนหลักสูตรรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ บทเรียน เพื่อออกแบบสื่อต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ เช่น หนังสือ แบบฝึกหัด โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น (Joyce & Weil, 2000) โดยรูปแบบ การจัดการเรียนรู้จะประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งวิธีการ จัดการเรียนรู้และเทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนรู้นั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือ แนวคิดที่ยึดถือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจะต้องได้รับการตรวจสอบ ทำการพิสูจน์ ทดสอบ เพื่อเป็นที่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ และสามารถนำรูปแบบไปใช้เป็นแบบแผนหรือเป็น แนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ (ทิตินา แชมมณี, 2559) โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบจะตอบสนองต่อจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่างหรือเป็นแนวทาง ในการออกแบบการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน (Arends, 1997; Joyce & Weil, 2000)

จากการศึกษาความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนเชิงปฏิบัติการที่ใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ได้มีการพัฒนาอย่างเป็นระบบและมีจุดหมาย โดยมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับปรัชญา หลักการ แนวคิดทาง ทฤษฎีหรือความเชื่อพื้นฐานที่ยึดถือ โดยได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์เฉพาะหรือจุดมุ่งหมายของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้นั้น ๆ

4.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้จะมีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่หลากหลาย ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังนี้

Anderson (1997) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

- 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
- 2) เป้าหมายและวัตถุประสงค์ เป็นสิ่งที่ผู้สอนมีการระบุถึง เพื่อกำหนดความคาดหวังที่ต้องการ ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน
- 3) สารการเรียนรู้ เป็นการกำหนดเนื้อหาและกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนจะใช้ ในการออกแบบแผนการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน
- 4) การสอน สื่อ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ช่วยให้การปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของการใช้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จ สามารถพัฒนาผู้เรียนได้จริงและตรงตามรูปแบบ การจัดการเรียนรู้นั้น ๆ ได้กำหนดไว้
- 5) การวัดและประเมินผล เป็นการประเมินประสิทธิภาพในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้จริง ของรูปแบบ

Joyce & Weil (2000) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วยสิ่ง สำคัญ 5 ประการ คือ

- 1) แนวคิดและหลักการของรูปแบบ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการกำหนดวัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และขั้นตอนการดำเนินการเฉพาะของรูปแบบ
- 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายหรือความคาดหวังที่อยาก ให้เกิดขึ้นหลังดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น
- 3) เนื้อหา เป็นเนื้อหาหรือสารการเรียนรู้ที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้

4) กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม วิธีการและขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้

5) การวัดและประเมินผล เป็นส่วนสำคัญที่จะเป็นตัวบอกถึงผลการดำเนินการตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่บรรลุเป้าหมาย

วารินทร์ รัชมีพรหม (2541) ได้กล่าวว่า ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่

1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนของความเชื่อหรือแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เกี่ยวข้องกับทฤษฎี หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะเป็นแบบแผนที่จะใช้กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินงานในรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2) จุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ เป็นการกำหนดความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3) เนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุถึงเนื้อหาและกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของรูปแบบการสอน

4) กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินงานหรือกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุถึงวิธีการปฏิบัติในขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อนำรูปแบบการสอนไปใช้

5) การวัดและประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ใช้ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยทั่วไปมีองค์ประกอบร่วมสำคัญ ดังนี้

1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่กล่าวถึงความเชื่อและแนวคิด ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และขั้นตอนการดำเนินการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2) จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังหรือสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3) กระบวนการจัดการเรียนเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุถึงขั้นตอน วิธีการและกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4) การวัดและประเมินผล เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ทิตินา แคมมณี (2559) ได้กล่าวว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องมีองค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

- 1) มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อหลักของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
- 2) เป้าหมายและวัตถุประสงค์ โดยมีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักการของรูปแบบที่ได้ยึดถือ
- 3) มีการจัดระบบ คือ การจัดองค์ประกอบของรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันและสามารถทำผู้เรียนพัฒนาไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ
- 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้และเทคนิคต่าง ๆ อันจะช่วยให้กระบวนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จากการศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ในการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ลำดับ	องค์ประกอบ	แนวคิดของนักการศึกษา					ความถี่
		Anderson (1997)	Joyce and Weil (2000)	วารินทร์ รัตมี พรหม (2541)	บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556)	ทีศนา เขมมณี (2559)	
1	หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	4
2	เป้าหมายและวัตถุประสงค์	✓	✓	✓	✓	✓	5
3	การจัดระบบ					✓	1
4	สาระการเรียนรู้	✓	✓	✓			3
5	กระบวนการจัดการเรียนเรียนรู้		✓	✓	✓	✓	5
6	สื่อ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ	✓					1
7	การวัดและประเมินผล	✓	✓	✓	✓		4

จากตารางการสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า องค์ประกอบที่มีความถี่มากที่สุดมีอยู่ 2 องค์ประกอบด้วยกัน คือ เป้าหมายและวัตถุประสงค์ และกระบวนการจัด

การเรียนรู้ โดยมีความถี่อยู่ที่ 5 ความถี่ จากการศึกษาผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับผู้เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยพิจารณาจากองค์ประกอบที่มีความถี่ระดับ 3 ขึ้นไป เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่นักการศึกษาส่วนใหญ่ให้ความสำคัญในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และเป็นองค์ประกอบที่สามารถดำเนินการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งสามารถสรุปองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) เป้าหมายและวัตถุประสงค์ 3) สารการเรียนรู้ 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ และ 5) การวัดและประเมินผล

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการแสดงสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ประกอบด้วยเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ค้นหาปัญหาและลงมือปฏิบัติจริง ดังนั้นในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานี้จึงประกอบด้วยองค์ประกอบในการพัฒนารูปแบบทั้งหมด 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ 3) สารการเรียนรู้ 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5) สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 6) การวัดและประเมินผล

4.3 ประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในการศึกษาประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังนี้

Saylor et al (1981) ได้จัดประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับหลักสูตรประกอบด้วย 5 ประเภท ดังนี้

- 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหลักสูตรที่เน้นเนื้อหาวิชา (Subject matter/ discipline) เช่น การบรรยาย การนำเสนอ การอภิปราย การตั้งคำถาม
- 2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหลักสูตรที่เน้นสมรรถภาพ (Specific competencies/ technology) เช่น การทำแบบฝึกหัด การแก้โจทย์ การทบทวนบทเรียน
- 3) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหลักสูตรที่เน้นคุณลักษณะ (Human traits/ processes) เช่น การค้นคว้าเป็นกลุ่ม การทำโครงการ การเรียนแบบสืบสอบ
- 4) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหลักสูตรที่เน้นกิจกรรมและปัญหาสังคม (Social functions/ activities) เช่น การจัดกิจกรรมชุมนุม

Joyce & Weil (2000) ได้จัดประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นความสัมพันธ์ในสังคม (Social family) โดยมีความเชื่อที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เนื่องจากการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ และการทำงานร่วมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการห้องเรียนให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือภายในห้องเรียน

2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเพื่อให้เกิดการคิด (Information processing family) โดยมีความเชื่อที่ว่า การเรียนรู้เกิดจากการจัดกระทำกับข้อมูล โดยเริ่มตั้งแต่การได้มาซึ่งข้อมูล (Acquiring) การจัดระบบข้อมูล (Organizing) การรู้ถึงปัญหา (Sensing problems) การหาทางแก้ปัญห (Generating solutions) และการสร้างแนวคิดและภาษาที่ใช้ในการถ่ายทอดเกี่ยวกับปัญหาและการแก้ไข

3) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นตัวบุคคล (The personal family) โดยมีความเชื่อที่ว่า ความเป็นจริงเกี่ยวกับมนุษย์แต่ละคนเป็นสิ่งที่อยู่ภายใน การที่มนุษย์มีลักษณะหรือบุคลิกที่ต่างกัน เกิดจากการที่แต่ละคนมีประสบการณ์ชีวิตที่ผ่านมาแตกต่างกัน ดังนั้น การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ หากผู้เรียนมีความเข้าใจในตนเอง มีความรับผิดชอบต่อการเรียนและเรียนรู้ที่จะพัฒนาตนเองให้ดีขึ้น รูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้จึงเน้นปัจเจกบุคคล (Individuals) และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเป็นตัวเอกรู้จักตัวเอง และรับผิดชอบต่อเป้าหมายในชีวิตของตนเอง

4) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มาจากแนวคิดการปรับพฤติกรรม (To behavioral systems family) มีความเชื่อพื้นฐานมาจากทฤษฎี Social learning theory โดยเชื่อว่ามนุษย์มีระบบการสื่อสารที่สามารถแก้ไขพฤติกรรมตนไปตามข้อมูลที่ได้รับจากการทำงานให้ประสบผลสำเร็จ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้หากได้กำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สามารถสังเกตได้และมีการอธิบายงานหรือขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจนและมีการรายงานความก้าวหน้าให้ผู้เรียนได้รับทราบ

ทิศนา แคมมณี (2559) ได้จัดหมวดหมู่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์เฉพาะหรือเจตนารมณ์ของรูปแบบออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระต่าง ๆ เป็นสำคัญ เช่น รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Gagne รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นความจำ เป็นต้น

2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านจิตพิสัย (Affective Domain) รูปแบบที่มุ่งพัฒนาความรู้สึกของผู้เรียนให้ การมีเจตคติและค่านิยมที่ดี การมีคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากแก่การพัฒนาหรือปลูกฝัง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยหลักการและวิธีการอื่น ๆ มาช่วย

พัฒนา เช่น รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการพัฒนาด้านจิตพิสัยของ Bloom รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทบาทสมมติ

3) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านทักษะพิสัย (Psycho-motor Domain) เป็นรูปแบบที่มุ่งพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในด้านทักษะความสามารถ โดยมีทักษะในการปฏิบัติหรือการลงมือทำได้จริง เช่น รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของ Simpson รูปแบบการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติของ Dave เป็นต้น

4) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process Skills) เป็นรูปแบบที่เน้นทักษะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นกระบวนการทางสติปัญญาหรือกระบวนการคิดต่าง ๆ หรืออาจเป็นกระบวนการทางสังคม เช่น รูปแบบการเรียนรู้กระบวนการคิดอุปนัย รูปแบบการเรียนรู้กระบวนการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

5) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เป็นรูปแบบที่ต้องการพัฒนาการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนไปพร้อม ๆ กัน เป็นรูปแบบที่มีความสอดคล้องกับแนวทางการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดขึ้นรอบด้านหรือการพัฒนาผู้เรียนเป็นองค์รวม ประกอบด้วย 4 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ทางตรง รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างเรื่อง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จากการศึกษาประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักการศึกษาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการแบ่งประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันตามหลักการหรือบริบทที่ยึดถือ โดยงานวิจัยนี้ได้ยึดประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ ทิศนา ขัมมณี (2559) ถือว่าเป็นการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจัดอยู่ในประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เนื่องจากเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีบูรณาการหลายศาสตร์เพื่อพัฒนาทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย ทักษะพิสัยและทักษะกระบวนการของผู้เรียนผ่านการลงมือคิด ลงมือทำจากปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิต

4.4 การประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในการประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินตามมาตรฐานการประเมินอภิमान เป็นการประเมินกระบวนการประเมิน ซึ่งต้องมีการรวบรวมความเห็นที่มีผลต่อการประเมินอย่างเป็นระบบจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง นำไปสู่การเทียบเคียงกับเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้สารสนเทศที่มีคุณค่าและได้มาตรฐาน (นวลพรรณ สูงสมสกุล, 2563) ซึ่งมาตรฐานการประเมินอภิमानกำหนดขึ้นโดยคณะกรรมการด้านมาตรฐานสำหรับการประเมินผล

ทางการศึกษา The Joint Committee on Standards of Educational Evaluation ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานสำหรับการประเมินผลระบบแผนงาน โครงการ และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบด้วยมาตรฐานการประเมินทั้งหมด 4 ด้าน คือ 1) มาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ (Utility Standards) 2) มาตรฐานด้านความเป็นไปได้ (Feasibility Standards) 3) มาตรฐานด้านความเหมาะสม (Propriety Standards) และ 4) มาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy Standards) (Gullickson & Howard, 2009) ต่อมาในปี ค.ศ. 2004 ทางสมาคมได้ทำการสำรวจความคิดเห็นจากสมาชิกของ The Joint Committee on Standards of Educational Evaluation ในการระบุลักษณะสำคัญและประเด็นที่ควรให้ความสนใจโดยมีกลุ่มผู้ร่วมเสนอความคิดเห็นถึง 300 ท่าน ดังนั้นจึงได้ทำการรวบรวมและจัดเรียงใหม่โดยการเพิ่มอีก 1 มาตรฐานที่ผ่านการพิจารณาทบทวนและทดลองใช้จนได้ข้อสรุป ดังนั้นปัจจุบันจึงประกอบไปด้วยมาตรฐานการประเมิน 5 มาตรฐาน (Stufflebeam, 2011; Yarbrough et al, 2010; พินดา วราสุนันท์, 2554) ดังต่อไปนี้

1) มาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ (Utility Standards) เป็นมาตรฐานเพื่อแน่ใจว่าผลการประเมินต้องให้ข้อมูลตรงตามที่ใช้ต้องการ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาปรับปรุงการดำเนินงานได้จริง

2) มาตรฐานด้านความเป็นไปได้ (Feasibility Standards) เป็นมาตรฐานเพื่อแน่ใจว่าวิธีการที่ใช้ในการประเมินจะต้องมีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติจริง มีความประหยัด คุ่มค่าและมีข้อความที่เหมาะสม

3) มาตรฐานด้านความเหมาะสมชอบธรรม (Propriety Standards) เป็นมาตรฐานเพื่อดำเนินการให้เป็นไปตามกฎหมาย ข้อบังคับ จริยธรรม และค่านึงสวัสดิการของผู้เกี่ยวข้องและผู้ได้รับผลกระทบจากการประเมินมาตรฐานเหล่านั้น

4) มาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy Standards) เป็นมาตรฐานที่ให้ข้อมูลเกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพและลักษณะของการปฏิบัติที่กำหนดคุณค่า ตลอดจนวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ ผู้ให้ข้อมูลหรือสารสนเทศที่สามารถเชื่อถือได้และสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้จริง มีความเที่ยงตรง

5) มาตรฐานด้านความสามารถตรวจสอบได้ (Evaluation Accountability Standards) เป็นมาตรฐานที่ศึกษาจากเอกสารโดยรายละเอียด รวมทั้งวิธีการวางแผนไว้ในการรวบรวมข้อมูลและวิธีการรายงาน มีการประเมินทั้งภายนอกและภายใน โดยมุ่งเน้นคุณภาพการประเมินที่เป็นผลมาจากความสมดุลของความถูกต้อง ความเหมาะสมชอบธรรม ความเป็นไปได้และอรรถประโยชน์

จากการศึกษาการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่ามีมาตรฐานการประเมินรูปแบบของ The Joint Committee on Standards of Educational Evaluation ในปัจจุบันทั้งหมด 5 มาตรฐาน โดยมาตรฐานที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาครั้งนี้มีจำนวน 4 มาตรฐาน เนื่องจากทั้ง 4 มาตรฐานมีความเหมาะสมและสามารถประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้สอดคล้องและตรงวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) มาตรฐานด้านความเป็นไปได้ (Feasibility Standards) 2) มาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ (Utility Standards) 3) มาตรฐานด้านความเหมาะสม (Propriety Standards) และ 4) มาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy Standards)

5. ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy)

5.1 ความหมายของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ถือว่าเป็นการประเมินศักยภาพของผู้เรียนในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องไปใช้ในชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2555) ซึ่งความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกนำมาใช้อย่างหลากหลายตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง การมีความรู้ ความเข้าใจในแนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการมีจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวัน และสามารถสื่อสารสู่ผู้อื่นได้ (สสวท., 2546; กฤติยาณี เจริญ, 2557) โดยสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ กับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองของสังคมได้อย่างมีวิจารณญาณ (ไพรรุ่ง งามสมพรพงศ์, 2559; พลอยนัลดดา ผาบาย, 2561; กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์, 2561; สสวท., 2564) และนำมาใช้ในการทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รวมถึงสิ่งต่าง ๆ รอบตัว (ชนิษฐ์ศรดา เทพจันดา, 2557) เพื่อที่จะตอบคำถามและสรุปข้อมูลโดยอาศัยหลักฐาน มีการแสดงออกถึงการเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถแสดงออกถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งต้องเกี่ยวข้องกับทั้งความรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในลักษณะของวิทยาศาสตร์ ในฐานะที่เป็นวิธีการหาความรู้ (ไพรรุ่ง งามสมพรพงศ์, 2559)

บุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์จะต้องสามารถเชื่อมโยง อภิปราย ให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พลอยนัลดดา ผาบาย, 2561) และแสดงถึงความตระหนักของความสำคัญทางวิทยาศาสตร์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และตระหนักถึงความสำคัญในการมีส่วนร่วมเกี่ยวกับการแสดงความคิดเห็นในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน และความเต็มใจที่จะผูกพันกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (กฤติยาณี เจริญ, 2557; มณีกานต์ จิตเอื้อเพื่อ, 2557; ไพรรุ่ง งามสมพรพงศ์, 2559) ตลอดจนสามารถตัดสินใจในข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (พัทธดนย์ อุดมสันติ, 2560) ผ่านการใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ แล้ว

นำความรู้ที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตจริงในบริบทต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล (ชนิษฐ์ศรา เทพจันตา, 2557; ไพรรุ่ง งามสมพรพงศ์, 2559)

จากการศึกษาสามารถสรุปความหมายของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความรู้ ความเข้าใจในแนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการมีจิตวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และสามารถถ่ายทอดสู่ผู้อื่น รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ อภิปรายและให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ โดยผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์จะต้องแสดงออกถึง 3 สมรรถนะ คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมาย ข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์, 2561)

5.2 ความสำคัญของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญในการนำมาใช้ในสังคมปัจจุบัน เนื่องจากความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีรากฐานมาจากวิทยาศาสตร์ ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นกับทุกคน การที่เรามีความสามารถในการตัดสินใจอย่างฉลาดเกี่ยวกับประเด็นในสังคมที่มีการถกเถียงอย่างไม่สิ้นสุดในปัจจุบัน (สสวท., 2564) นอกจากนี้ กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้อธิบายถึงความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติและข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะที่สำคัญเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ
- 4) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงส่งเสริมหรือส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของตนเอง สังคมและประเทศชาติ
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการของผู้เรียน จนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ มีทักษะในการสื่อสารและการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเป็นผู้ที่มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่ดี รวมทั้งสามารถใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างสร้างสรรค์

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558) กล่าวถึงความสำคัญของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ จะช่วยพัฒนาความเข้าใจและเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นวัฒนธรรมและสิ่ง

สะท้อนความสามารถในการคิดของมนุษย์ ซึ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นมีระบบระเบียบวิธีการเข้าถึงและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน โดยอิงประจักษ์พยานที่สามารถพิสูจน์หรือทดลองให้เห็นได้ด้วยประสาทสัมผัส และเมื่อพิจารณาถึงสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราทั้งหลายทั้งปวง ล้วนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการรับรู้และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สาระสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นมุ่งทำความเข้าใจถึงลักษณะความเป็นไปของวิทยาศาสตร์ กระบวนการและปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้วิทยาศาสตร์พัฒนาเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของวิทยาศาสตร์ เมื่อนักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทต่อการกำหนดทิศทางการพัฒนาสังคม การจัดหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่การนำเอาเฉพาะสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบมานำเสนอหรือบอกเล่าเรื่องราวการทดลองให้ผู้เรียนได้จดจำ

จากการศึกษาสามารถสรุปความสำคัญของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ เป้าหมายที่กำหนดขึ้นสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยต้องการให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ช่วยให้พัฒนาความเข้าใจและเห็นความสำคัญของชีวิตและความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ที่ถือว่าเป็นพื้นฐานสำคัญของความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้กำหนดทิศทางการพัฒนาของสังคม โดยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่มีระบบระเบียบ วิธีการเข้าถึงและสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ซึ่งสิ่งต่าง ๆ รอบตัวล้วนเป็นเรื่องที่มีความสัมพันธ์ เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

5.3 แนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) คือหนึ่งตัวแปรในการประเมินสมรรถนะผู้เรียนตามมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ที่ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation หรือ OECD) มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพ และมีความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกปัจจุบันและอนาคตที่มีการเปลี่ยนแปลง (สสวท., 2564) ซึ่งความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นพื้นฐานสำคัญของความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ และเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดการปฏิรูปทางการศึกษาทั้งในสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่น ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายหลักคือความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (กฤตยาณี เจริญ, 2557)

คำว่า “ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์” เริ่มปรากฏครั้งแรกในงานเขียนของ Paul De Hard เรื่อง Science Literacy: Its Meaning for American Schools เนื่องจากเกิดการแข่งขันเกี่ยวกับ

ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ขึ้น อีกทั้งผลจากการที่สหภาพสาธารณรัฐสังคมนิยมโซเวียตได้มีการส่งดาวเทียมที่ชื่อว่า Sputnik ไปโคจรรอบโลกได้สำเร็จทั้งในปี ค.ศ. 1957 จึงทำให้ประเทศทางยุโรปและประเทศสหรัฐอเมริกามีการผลักดันวิชาวิทยาศาสตร์และได้จัดให้วิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งของหลักสูตรการจัดการเรียนรู้ (DeBoer, 1991) ถือว่าเป็นการให้ความสำคัญและสนับสนุนการเรียนวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น และเชื่อว่าการให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ และในช่วงปลายทศวรรษ 1970 ประเทศสหรัฐอเมริกามีการพิจารณาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ เนื่องจากประสบกับปัญหาทางเศรษฐกิจและความถดถอยในด้านอุตสาหกรรม เพื่อให้พ้นวิกฤตดังกล่าวจึงมีการรวมวิทยาศาสตร์เข้าในยุทธศาสตร์ของประเทศ (Laugksch, 2000) และในปี ค.ศ. 1982 สมาพันธ์ national Science Teachers Association (NSTA) ได้กำหนดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีความต้องการหลักคือให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตัดสินใจในชีวิตประจำวันได้ (พงศประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2552) และในปี ค.ศ. 1983 มีการประชุมนานาชาติของ the American Association for the Advance of Science หรือ AAAS เป็นการอธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ร่วมสมัยที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการให้ความสำคัญในการค้นพบกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เป็นการให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและความเป็นอยู่ และในปี ค.ศ. 1997 เกิดการปฏิวัติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ จึงมีการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ในโรงเรียนโดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการรับมือกับผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (Hurd, 1997)

สำหรับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้นได้รับอิทธิพลจากองค์กรระหว่างประเทศและผู้นำของโลก เช่น UNESCO, ICASE, SEAMEO-RECSAM และ PISA ซึ่ง PISA มีการประเมินการรู้ 3 ด้าน คือ ด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยประเทศไทยเข้าร่วมการประเมิน PISA ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 (PISA 2000) ซึ่งความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้นำมาใช้กำหนดให้เป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเน้นการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจ เทคโนโลยี ค่านิยมและวัฒนธรรม รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของประชาชนทั้งด้านความรู้พื้นฐานและทักษะทางวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันสหประชาชาติได้มีการผนวกข้อมูลของ PISA เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งในกรอบตัวชี้วัดระดับโลก เนื่องจากปัจจุบันที่มีการยอมรับบทบาทของ PISA ในการติดตามความคืบหน้าเพื่อสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในด้านการศึกษา ข้อมูลจาก PISA ได้ถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้า (สสวท., 2564) และตรวจสอบคุณภาพของระบบการศึกษา และสมรรถนะของผู้เรียนวัยที่จบการศึกษาภาคบังคับว่ามีความรู้และมีทักษะที่จำเป็นสำหรับอนาคตหรือไม่

5.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558) ได้กล่าวถึงกระบวนการจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พิสูจน์ ทดลอง และสื่อสารในสิ่งที่ค้นพบอย่างมีเหตุผล นำไปสู่การสร้างพลเมืองประชาธิปไตยที่คิดและกระทำแบบวิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ของมนุษย์ ความรู้เหล่านี้จะต้องสามารถอธิบายหรือตรวจสอบได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์นี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่หรือมีการเปลี่ยนความหมายข้อมูลเดิมด้วยแนวคิดที่แตกต่างกัน วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ส่วนใดของโลกและเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี ซึ่งมีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม จึงจำเป็นที่บุคคลจะต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ภายในขอบเขตของคุณธรรมและจริยธรรม แนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีขึ้นนั้น จะต้องมีการจัดเรียงเนื้อหาอย่างชัดเจน ถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจโมทัศน์ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็มักเข้าใจว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเพียงสามัญสำนึกเท่านั้น ไม่สามารถอธิบายขยายความได้ มีความเป็นนามธรรมสูง และไม่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การให้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะต้องมีการอภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนมีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้และเชื่อมโยงสาระที่เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กลมกลืนไปกับเนื้อหา และผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการสะท้อนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) อธิบายเกี่ยวกับการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนิยามลักษณะของบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง บุคคลที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสามารถใช้ความรู้มาระบุปัญหา นำมาซึ่งความรู้ใหม่เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในทางวิทยาศาสตร์และสามารถลงข้อสรุปจากหลักฐานหรือประจักษ์พยานเกี่ยวกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- 2) มีความเข้าใจในลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้และแนวทางการค้นหา รูปแบบหนึ่งของมนุษย์
- 3) มีความตระหนักรู้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถสร้างสรรค์สติปัญญาและสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรม
- 4) มีความเต็มใจที่จะผูกพันกับประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่นพลเมืองที่มีความคิดและรับผิดชอบ

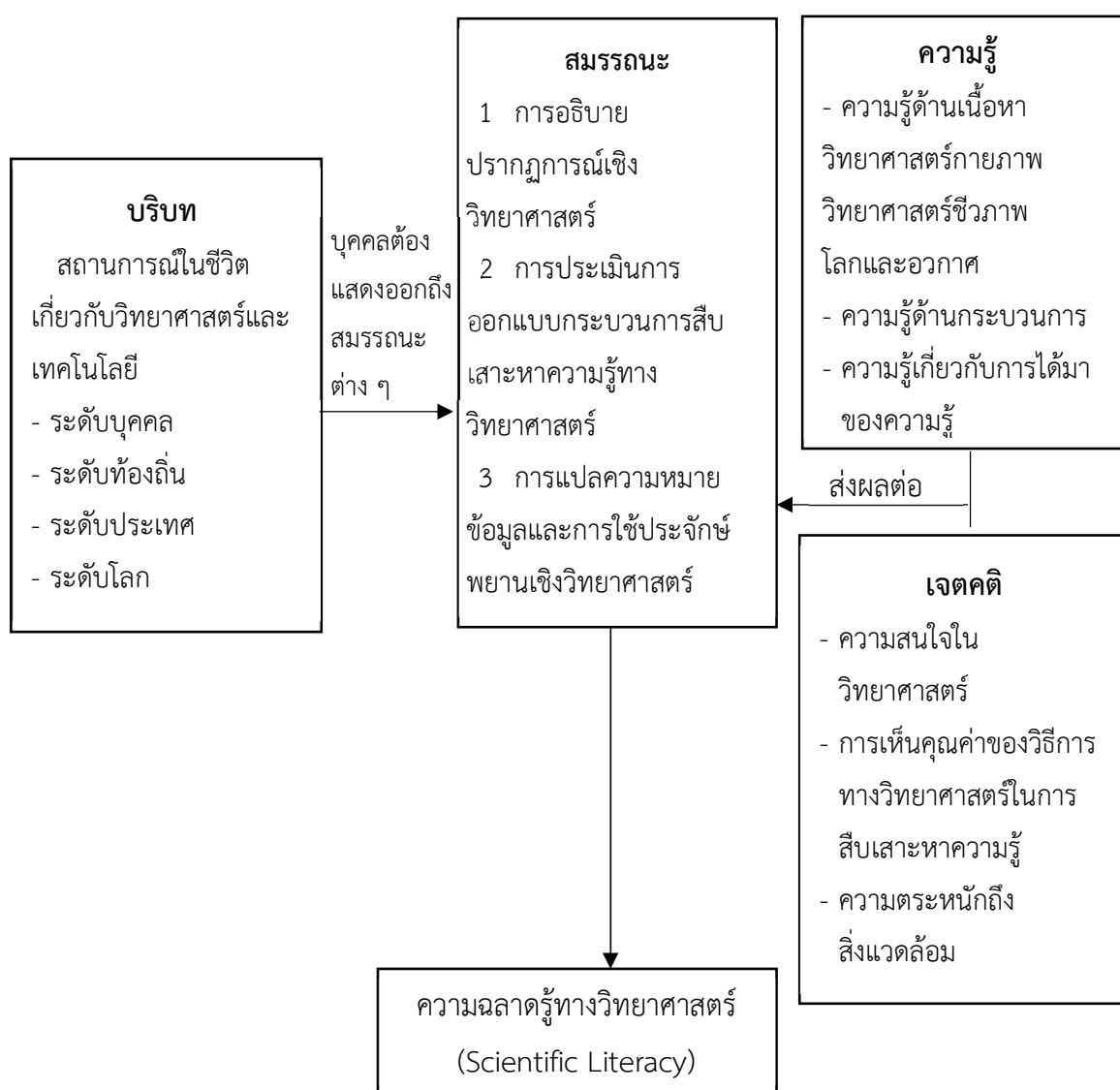
กฤตยาณี เจริญลอย (2557) ได้สังเคราะห์องค์ประกอบของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาและองค์กรทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1) ความเข้าใจแนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
- 2) การมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3) ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
- 4) การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์
- 5) การมีจิตวิทยาศาสตร์
- 6) การตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อม
- 7) การมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ การจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ทำการพิสูจน์ ทดลอง และสื่อสารในสิ่งที่ค้นพบอย่างมีเหตุผล โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการอภิปรายและสะท้อนความคิดร่วมกัน ผู้สอนต้องมีการจัดเรียงเนื้อหาที่ชัดเจนและเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นธรรมชาติให้กลมกลืนกับวิทยาศาสตร์

5.5 แนวทางการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ PISA มีการประเมินที่ครอบคลุม 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกันตามกรอบโครงสร้างการประเมินผลการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2015 (สสวท., 2560) โดยผู้วิจัยมีการปรับกรอบการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมกับการวิจัย ดังนี้



ภาพประกอบที่ 2 กรอบโครงสร้างการประเมินผลความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

1) บริบท หมายถึง การรับรู้และเข้าใจถึงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิต ในระดับส่วนตัว ระดับท้องถิ่นหรือระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจในเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยความรู้เกิดจากสถานการณ์หรือบริบท ดังเช่น สถานการณ์จากสิ่งที่เป็นประเด็นร้อนที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล ต่อสุขภาพ ต่อสังคม วัฒนธรรม หรือต่อชีวิตมนุษย์ในโลก วิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวในสื่อ หรือวิทยาศาสตร์ที่จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต เป็นต้น การประเมินผลจึงจะอยู่ในสถานการณ์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโลกของผู้เรียนที่เป็นภารกิจการประเมินผลหรือคำถามนั้นเกิดขึ้น คำถามของ PISA จะไม่จำกัดอยู่เฉพาะสถานการณ์ในโรงเรียนเท่านั้น แต่จะเป็นสถานการณ์ที่อาจจะเกี่ยวข้องในระดับส่วนบุคคล เช่น ตัวเองกับครอบครัว ในระดับชุมชน (สังคม) จนกระทั่งสถานการณ์ในระดับโลก (global) แม้กระทั่งคำถามทางประวัติศาสตร์ สามารถสรุปจากตาราง ดังนี้

ตารางที่ 5 กรอบสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2560)

บริบท	ระดับส่วนตัว (ตัวเอง ครอบครัว เพื่อน)	ระดับท้องถิ่น/ชาติ (ชุมชน สังคม)	ระดับโลก (ชีวิตทั่วโลก)
สุขภาพและโรคภัย	การดูแลรักษาสุขภาพ อุบัติเหตุ โภชนาการ	การควบคุมโรค แพร่ เชื้อในสังคม การเลือก อาหาร สุขภาพชุมชน	โรคระบาด การ ระบาดข้ามประเทศ
ทรัพยากรธรรมชาติ	การใช้วัสดุ และพลังงาน	การรักษาจำนวน ประชากรให้คงที่ คุณภาพชีวิต ความ มั่นคง การผลิตและ การกระจายอาหาร การจัดหาพลังงาน	แหล่งทรัพยากรที่ เกิดใหม่ได้และไม่ได้ การเพิ่มจำนวนของ ประชากร การใช้ ประโยชน์จาก สิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ อย่างยั่งยืน
คุณภาพสิ่งแวดล้อม	พฤติกรรมเป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อม การใช้และ การกำจัดวัสดุ และ อุปกรณ์	การกระจาย ประชากร การทิ้งขยะ ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม	ความหลากหลาย ทางชีววิทยา ความ ยั่งยืนของระบบนิเวศ การควบคุมมลพิษ

ตารางที่ 5 (ต่อ)

บริบท	ระดับส่วนตัว (ตัวเอง ครอบครัว เพื่อน)	ระดับท้องถิ่น/ชาติ (ชุมชน สังคม)	ระดับโลก (ชีวิตทั่วโลก)
			การเกิดและการ สูญเสียชีวิต/ชีวมวล
อันตราย	การประเมินความเสี่ยง ภัยจากทางเลือกการ ดำเนินชีวิต	การเปลี่ยนแปลง แบบกระทันหัน (แผ่นดินไหว สภาพ อากาศเลวร้าย) การเปลี่ยนแปลง อย่างช้า ๆ และ ต่อเนื่อง (การกัดเซาะ ชายฝั่ง การ ตกตะกอน) การ ประเมินความเสี่ยง	การเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ ผลกระทบจากการ สื่อสารสมัยใหม่
ความก้าวหน้าของ วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	แง่มุมทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับงานอดิเรก เทคโนโลยีที่ใช้ส่วน บุคคล กิจกรรมทาง ดนตรีและกีฬา	วัสดุ เครื่องมือ และ กระบวนการใหม่ การ ดัดแปลงพันธุกรรม เทคโนโลยีเกี่ยวกับ สุขภาพ การคมนาคม ขนส่ง	การสูญพันธุ์ของ สิ่งมีชีวิต การสำรวจอวกาศ การเกิดและ โครงสร้างของ จักรวาล

2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการพื้นฐานและ ทฤษฎีสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2560) ได้สรุปความรู้ทาง วิทยาศาสตร์จากการวิเคราะห์ข้อสอบ PISA 2015 โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความครอบคลุม 3 ด้าน คือ 1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) 2) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge) และ 3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (Epistemic Knowledge) ซึ่งในแต่ละ ด้านมีรายละเอียดดังนี้

2.1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของโลกรธรรมชาติและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทาง

กายภาพ ระบบสิ่งมีชีวิต ระบบโลกและอวกาศ โดยมีเกณฑ์ในการเลือกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้

2.1.1) เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง

2.1.2) แสดงให้เห็นถึงแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ หรือทฤษฎีที่สำคัญ ซึ่งใช้ได้ยาวนาน

2.1.3) เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของผู้เรียนอายุ 15 ปี

2.2) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา ค้นคว้า และสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดต่าง ๆ และเป็นความรู้ในเรื่องวิธีการลงมือปฏิบัติหรือแนวความคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้

2.3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (Epistemic Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับบทบาทและลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการที่ใช้ในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะสำคัญ คือ การสร้างและการระบุลักษณะที่ใช้ในการตัดสินความรู้ที่สร้างจากวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์

3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกหรือการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยความสนใจ ให้มีความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้เกิดความสนใจเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป้าหมายหนึ่งของการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้นั้นคือ การพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ หาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมในการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ PISA มีแนวคิดในการส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ต้องมีทั้งเจตคติ ความเชื่อในตนเอง และแรงบันดาลใจ การเห็นคุณค่าและมีการแสดงออกด้วยการกระทำเชิงบวก โดยประเมินเจตคติใน 3 ด้าน คือ

3.1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์

3.1) การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้

3.3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

4) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) โดยการประเมิน PISA 2015 ได้ให้ความสำคัญกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และใช้ในการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และมีการนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนในการแสดงออกตามสมรรถนะ 3 ประการ ดังนี้

4.1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้ เสนอแนะ และการประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี มีความสามารถในระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมถึงสามารถการวาดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม สามารถบรรยายและตีความปรากฏการณ์รวมทั้งสามารถคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

4.2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง มีความสามารถในการอธิบายวิธีการและความสามารถในการประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและสามารถตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

4.3) การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับจากการศึกษาค้นคว้าและสามารถทำการประเมินข้อมูลถึงข้อเท็จจริงหรือ คำกล่าวอ้าง รวมทั้งสามารถให้ข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 6 ลักษณะสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2560)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล - ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลอง รวมทั้งการนำเสนอข้อมูล - เสนอสมมติฐานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา ค้นคว้า - พยากรณ์ความเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในเชิงวิทยาศาสตร์ - อธิบายถึงศักยภาพและประสิทธิภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นและสามารถทำการสำรวจตรวจสอบโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ - แยกแยะได้ถึงข้อที่เป็นประเด็นปัญหาหรือข้อคำถามใดสามารถทำการตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ - เสนอวิธีที่ใช้สำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ - ประเมินวิธีการที่ใช้สำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	ลักษณะของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
3. การแปลความหมาย ข้อมูลและใช้ประจักษ์ พยานเชิงวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบอื่น ๆ ได้ - วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลง ข้อสรุป - ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และให้เหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง วิทยาศาสตร์ - แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่ หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร เป็นต้น

จากการศึกษาแนวทางการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า เป็น การประเมินผู้เรียนที่แสดงออกมาทางด้านความรู้เกี่ยวกับหลักการ แนวคิดและธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ ด้านทักษะที่มีการแสดงออกถึงลักษณะเด่นของวิทยาศาสตร์และการใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเจตคติที่มีการตระหนักต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การ ประเมินจะยึดกรอบการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 โดยประเมินใน 3 สมรรถนะ คือ การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินการออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิง วิทยาศาสตร์ ซึ่งสมรรถนะดังกล่าวจะครอบคลุมองค์ประกอบของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ใน ด้านบริบทหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในระดับต่าง ๆ สอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง วิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ โลกและอวกาศและยังให้ความสำคัญกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมเสริม หลักสูตรตามแนวคิด สะเต็มศึกษา	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		
	การอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	การประเมินและ ออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	การแปลความหมาย ข้อมูลและใช้ ประจักษ์พยานเชิง วิทยาศาสตร์
1. ระบุปัญหา (Identify Problem)		- ระบุปัญหาที่ต้องการ สำรวจตรวจสอบจาก การศึกษาค้นคว้าทาง วิทยาศาสตร์	- ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และ เหตุผล ในเรื่องที่ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. รวบรวมข้อมูลและ ค้นหาแนวคิด (Search Related Information)	- พยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์และให้ เหตุผลที่ สมเหตุสมผล	- แยกแยะถึงประเด็น ปัญหาหรือข้อคำถาม ทางวิทยาศาสตร์ที่ สามารถตรวจสอบได้	- แยกแยะระหว่างข้อ โต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มาที่ หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และ วารสาร เป็นต้น
3. ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา (Design Solution)	- เสนอสมมติฐานเพื่อ ใช้ในการอธิบาย	- เสนอวิธีสำรวจหรือ แนวทางตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ - ประเมินวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	- ประเมินแนวทาง การตรวจสอบการ ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา
4. วางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and Solve Problem)	- ระบุ ใช้ และสร้าง แบบจำลองและการ นำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ ในการอธิบาย	- ใช้ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการ แก้ปัญหาอย่างเหมาะสม	- ประเมินผลการ ดำเนินการแก้ปัญหา

ตารางที่ 7 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมเสริม หลักสูตรตามแนวคิด สะเต็มศึกษา	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		
	การอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	การประเมินและ ออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	การแปลความหมาย ข้อมูลและใช้ ประจักษ์พยานเชิง วิทยาศาสตร์
5. ทดสอบ ประเมินผลและ ปรับปรุง (Test Evaluation and Design Improvement)		- บรรยายและประเมิน วิธีการต่าง ๆ ของ นักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ใน การยืนยันถึงความ น่าเชื่อถือและความเป็น กลางของข้อมูล	
6. นำเสนอและ สะท้อนผล (Present and Reflect Feedback)	- นำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	- นำเสนอกระบวนการ สืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการ แก้ปัญหา	- แปลงข้อมูลที่ นำเสนอในรูปแบบ หนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม
7. ตกผลึกแนวคิด (Crystalize Core concept)	- อธิบายถึงศักยภาพ ของวิทยาศาสตร์ที่ สามารถนำไปใช้เพื่อ สังคม		- วิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูล ทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

จากการศึกษาการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบโครงสร้างการประเมินผลความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของ PISA 2015 ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ คือ บริบท สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ครอบคลุมใน 3 องค์ประกอบ คือ บริบท สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้เลือกใช้เป็นตัวแปรในการวิจัยและทำการประเมินโดยใช้แบบประเมินเพื่อที่จะสามารถเก็บข้อมูลได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

5.6 รูปแบบการวัดและประเมินผลความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมิน PISA จะเห็นได้ว่าการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการประเมินจากมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อศึกษารูปแบบของข้อสอบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบ PISA แต่ละหน่วยจะประกอบด้วยบริบทที่เป็นสถานการณ์ของข้อสอบ และมีการออกแบบข้อคำถามเพื่อประเมินการความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ใน 3 รูปแบบดังนี้ (สสวท., 2555)

รูปแบบที่ 1 ข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยให้ผู้เรียนเลือกเพียง 1 คำตอบจาก 4 ตัวเลือก (สสวท., 2555; นันทวัน นันทวนิช, 2557)

รูปแบบที่ 2 การเขียนตอบแบบสั้น ๆ หรือเลือกตอบเชิงซ้อน โดยรูปแบบการเขียนตอบแบบสั้น ๆ มีการตอบคำถามเพียงสั้น ๆ และมีคำตอบตายตัว ในส่วนของข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อนมีลักษณะการตอบคำถามที่ผู้เรียนต้องเลือก “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” อย่างใดอย่างหนึ่ง (สสวท., 2555; นันทวัน นันทวนิช, 2557) โดยการประเมินรูปแบบนี้มักจะเป็นการวัดความรู้ด้านกระบวนการหรือเป็นการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สมรรถนะที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากในการตอบคำถามผู้เรียนต้องสามารถบอกและประเมินเกี่ยวกับวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ (นันทวัน นันทวนิช, 2557)

รูปแบบที่ 3 ข้อสอบแบบเปิดที่ให้ผู้เรียนสร้างคำตอบอย่างอิสระหรือเขียนตอบ โดยการเขียนคำตอบ ถือว่าเป็นการวัดความรู้เกี่ยวกับการได้ของความรู้ (Epistemic Knowledge) และจัดอยู่ในข้อสอบเพื่อวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สมรรถนะที่ 1 คือ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนต้องสร้างความเข้าใจในความสัมพันธ์ของข้อมูลและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของตัวเองมาสร้างและอธิบายอย่างสมเหตุสมผล (สสวท., 2555; นันทวัน นันทวนิช, 2557)

สำหรับการให้คะแนนของข้อสอบแบบเลือกตอบ และข้อสอบตอบแบบสั้น ๆ หรือเลือกตอบเชิงซ้อนจะมีการให้คะแนน 2 แนวทางคือ มีคะแนนหากตอบได้ถูกต้องกับไม่มีคะแนนหากตอบผิด แต่ในส่วนของข้อสอบแบบเปิดจะมีการพิจารณาเพื่อให้คะแนน 3 แนวทางด้วยกัน คือ คะแนนเต็ม คะแนนบางส่วน และไม่มีคะแนน ซึ่งจะมีการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน เนื่องจากลักษณะของข้อสอบประเภทนี้เป็นการถามเพื่อให้ผู้เรียนได้ให้เหตุผล ดังนั้น การที่ผู้เรียนจะได้คะแนนเต็มบางครั้งคำตอบที่เขียนอาจจะไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ตามเนื้อหาวิชา แต่ผู้เรียนได้มีการให้เหตุผลที่เป็น การแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจ และอธิบายคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งถือว่าผู้เรียนได้มีการแสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ถือว่าเป็นผู้ที่มีความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามระดับความสามารถของผู้เรียน แต่หากตอบคำถามที่ไม่ใช่ตามโจทย์ต้องการ ไม่สมเหตุสมผล ไม่มีการอธิบายหรืออธิบายผิดก็ถือว่าไม่ได้คะแนนในข้อนั้น ๆ

จากการศึกษารูปแบบการวัดและประเมินผลความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมิน PISA สามารถสรุปได้ว่า มีรูปแบบการประเมิน 3 รูปแบบคือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ การเขียนตอบแบบสั้น ๆ หรือเลือกตอบเชิงซ้อนและข้อสอบแบบเปิด โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เนื่องจากเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้มีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรตามที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ซึ่งการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องใน 5 ประเด็น คือ ตัวแปรต้น กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และผลการวิจัย ซึ่งสามารถสรุปตามประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

5.5.1 ตัวแปรต้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน มีนักวิจัยและนักการศึกษาได้ออกแบบและพัฒนาตัวแปรต้นเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างหลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน (พลอยนัตตา ผาบาย, 2561) การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์, 2561) การจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (พัชรดนย์ อุดมสันติ, 2560) การเรียนรู้ตามแนวคิดห้องกลับด้าน (ภาณุวัฒน์ เวททำ, 2559) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (กฤติยาณี เจริญ, 2557) การจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) (กุลธิดา ชนาภิมุข, 2561; สุริยาวดี นีกรักษ์, 2559) การเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (คิระ ปินะสา, 2556) หรือมีพัฒนากิจกรรม 2 รูปแบบเข้าด้วยกัน เช่น การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวสารเป็นสื่อ (ศุภกร สุขยิ่ง, 2559) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ผวนกปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (มณีกานต์ จิตเอื้อเพื่อ, 2557) และการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ร่วมกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (Afriana et al., 2016) เป็นต้น จากการศึกษาตัวแปรต้นเพื่อใช้ในการศึกษาหรือพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนดังกล่าว ส่วนใหญ่มีการใช้รูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลักษณะของการจัดกิจกรรมโดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือคิด ลงมือทำ และเกิดการเรียนรู้ทางเนื้อหา หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริง จนผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยทำการสืบค้น และศึกษางานวิจัยในระดับชั้นที่มีความใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยทำการศึกษาในครั้งนี้มากที่สุด โดยเป็นงานวิจัยที่ทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นมัธยมศึกษา เนื่องจากความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินตามแนว PISA ที่มีการประเมินกับผู้เรียนที่มีอายุ 15 ปี ซึ่งเป็นผู้เรียนที่กำลังศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 แต่อย่างไรก็ตามก็มีงานวิจัยที่ทำการศึกษากับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษา (Afriana et al., 2016) โดยจากการศึกษาพบว่า มีหลายงานวิจัยที่ทำการศึกษาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนในห้องเรียนพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ (พลอยนัตตา ผาปโย, 2561; กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์, 2561; กุลธิดา ชนาภิมุข, 2561; ศุภกร สุขยั้ง, 2559) และหากพิจารณาขนาดของกลุ่มตัวอย่างพบว่ามีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 30-39 คน (พลอยนัตตา ผาปโย, 2561; กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์, 2561; กุลธิดา ชนาภิมุข, 2561) กลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 40-49 คน (พัทธดนย์ อุดมสันติ, 2560; ภาณุวัฒน์ เวททำ, 2559; สุริยาวดี นีกรักษ์, 2559) และที่มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (Afriana et al., 2016)

5.5.3 เครื่องมือ

การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีการใช้แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือสาระใดสาระหนึ่งที่ทำการศึกษา ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะมีการพัฒนาหรือออกแบบตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ PISA ที่มีการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์จากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 สมรรถนะ คือ 1) ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้บางงานวิจัยอาจมีการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ประกอบในการเก็บข้อมูล เช่น แบบสังเกตพฤติกรรมอย่างไม่เป็นทางการ แบบประเมินผลงานผู้เรียน และแบบบันทึกวิถีโอขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สุริยาวดี นีกรักษ์, 2559) หรือแบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อนุทินสะท้อนความคิดเห็นของผู้เรียน (กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์, 2561) เป็นต้น

5.5.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในด้านสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่จะมีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นส่วนใหญ่มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา

(พลอยนัตตา ผาปโย, 2561; กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์, 2561; มณีกานต์ จิตเอื้อเพื่อ, 2557; ศิวะ ปินะสา, 2556) และมีการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ (กุลธิดา ชนาภิมุข, 2561; พัทธดนย์ อุดมสันติ, 2560; ศุภกร สุขยั้ง, 2559; กฤติยาณี เจริญ, 2557) ในส่วนงานวิจัยที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจะมีการวิเคราะห์ด้วยสถิติต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เช่น การทดสอบ t-test (สุรียาวดี นีร์กฤษ, 2559; Afriana et al., 2016) และการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ Hotelling's T^2 (ภาณุวัฒน์ เวททำ, 2559)

5.5.5 ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลการวิจัยส่วนใหญ่เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด คือสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา การเรียนรู้ตามแนวคิดห้องกลับด้าน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) เป็นต้น ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมหรือปัญหาที่เกิดขึ้น และเป็นสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับผู้เรียน จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ชัดเจนจนเกิดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

6. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude toward Science)

6.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติ หรือทัศนคติ (attitude) เป็นพฤติกรรมการวัดทางด้านเจตพิสัย (Affective Domain) โดย คักดี สุนทรเสณี (2531) ได้กล่าวว่า เจตคติ (attitude) มาจากคำว่า "Aptus" ในภาษาลาติน ตรงกับคำว่าความเหมาะสม (fitness) หรือการปรองดอง (adaptedness) โดยเจตคติเป็นความรู้สึกภายในจิตใจหรือเป็นความคิดเห็นส่วนบุคคล ค่านิยมหรือความเชื่อที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งในทางบวกและทางลบ โดยบุคคลสามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงเจตคติได้ (นพคุณ แดงบุญ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ออกมาในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจเป็นการสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้ นอกจากนั้น คักดี สุนทรเสณี (2531) ได้กล่าวถึงเจตคติว่า เป็นพฤติกรรมเตรียมพร้อมของสมองเพื่อที่จะกระทำเกี่ยวกับสิ่งที่บ่งบอกถึงหน้าที่ของสภาวะจิตใจหรือสภาพของอารมณ์ที่มีความสลับซับซ้อน ก่อนที่คนเราจะตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหา ดังนั้นเจตคติ หมายถึง ความสลับซับซ้อนของความรู้สึก ความอยากหรือความกลัว ความลำเอียงหรือการมีอคติของผู้เรียน ซึ่งความรู้หรือความรู้สึกเหล่านี้มีความโน้มเอียงที่จะมีปฏิกิริยาต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ดีหรือต่อต้าน โดยสอดคล้องกับ สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2541)

กล่าวว่า เจตคติ เป็นอชฌาสัยหรือแนวโน้มที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งคน วัตถุ สิ่งของหรือความคิด อาจจะเป็นทางบวกหรือทางลบ ถ้าบุคคลมีเจตคติทางบวกต่อสิ่งใด ก็จะมีพฤติกรรมที่จะเผชิญกับสิ่งนั้น แต่หากบุคคลมีเจตคติทางลบต่อสิ่งใดก็จะหลีกเลี่ยง

ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย (สสวท., 2552) หรือเป็นความเชื่อหรือการเห็นคุณค่าต่อสิ่งที่เป็นผลมาจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ หรือผลกระทบของวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ต่อสังคม (Jonathan, 2003) รวมทั้งแนวโน้มของบุคคลที่จะมีความคิด ความรู้สึก หรือกระทำต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งในเชิงบวกและเชิงลบ หรือเป็นแนวโน้มเอียงในการประเมินต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งคน การกระทำ สถานการณ์ หรือข้อเสนอที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Anwer, 2012) ได้แบ่งลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ทาง คือ

1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในเชิงนิมานหรือทางบวก (Positive Attitude) คือ ความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อวิทยาศาสตร์ในลักษณะพึงพอใจ ผู้เรียนมีแนวโน้มที่จะเข้าหาสิ่งนั้นหรือสถานการณ์นั้นในลักษณะชอบ อยากเรียน เห็นด้วย หรือสนับสนุน อยากรู้ความจริงทางวิทยาศาสตร์

2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในเชิงนิเสธหรือทางลบ (Negative Attitude) คือ ความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่ไม่พึงพอใจ ผู้เรียนจะมีแนวโน้มที่จะถอยออกจากสิ่งนั้นหรือสถานการณ์นั้น ๆ ด้วยความเบื่อหน่าย ไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย หรือไม่สนับสนุน และไม่ชอบวิทยาศาสตร์

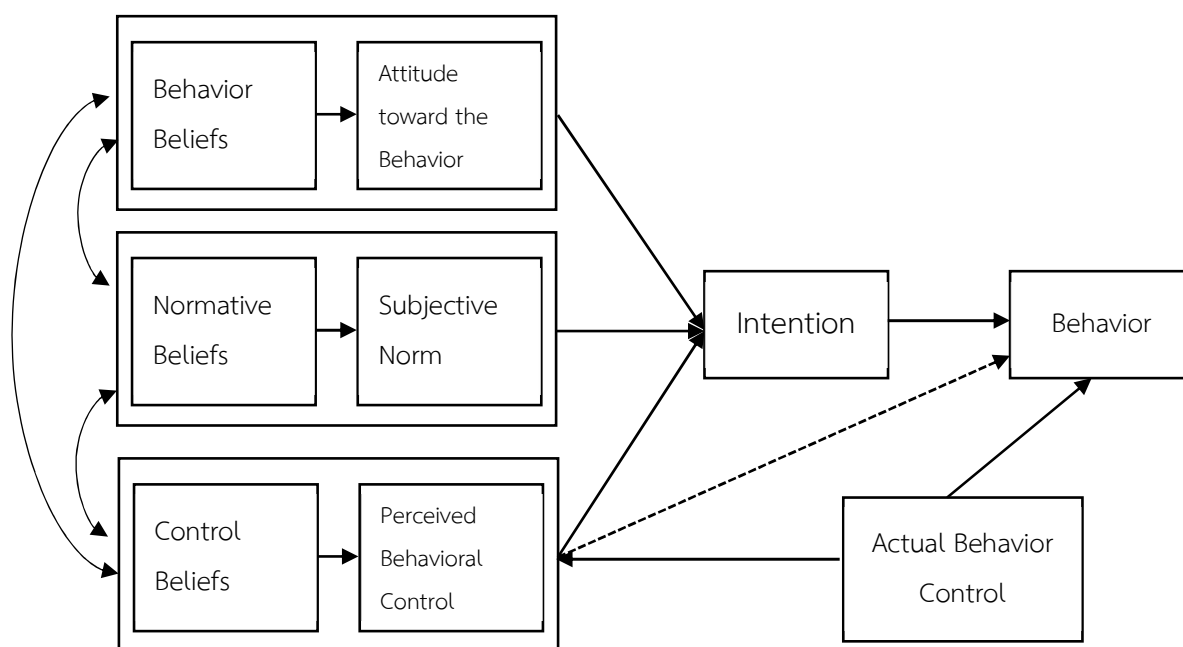
ดังนั้นเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้หรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นความพอใจ ความศรัทธาและซาบซึ้ง การเห็นคุณค่าและประโยชน์ มีการตระหนักในคุณและโทษของวิทยาศาสตร์ โดยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจะมีแนวโน้มไปในเชิงบวก (Positive Attitude) และเชิงลบ (Negative Attitude) ซึ่งหากเป็นเจตคติเชิงบวก ผู้เรียนจะแสดงถึงความตั้งใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ มีการใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและการปฏิบัติ และหากมีเจตคติเชิงลบผู้เรียนจะแสดงถึงความไม่พึงพอใจ ไม่สนใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และจะพยายามออกถอยจากการเรียนและกิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

6.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติเป็นความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ที่ได้แสดงออกถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนหรือการทำกิจกรรม การศึกษาเจตคติถือว่ามีผลสำคัญที่ทำให้ผู้สอนสามารถทำนายหรืออธิบายพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกมาได้ ซึ่งทฤษฎีที่มีสอดคล้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) เป็นทฤษฎีทาง

จิตวิทยาสังคม (Social Psychology) ที่ได้รับการพัฒนาโดย Icek Ajzen. (1991) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ได้พัฒนามาจากทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผล (Theory of Reasoned Action :TRA) ของ Icek Ajzen และ Martin Fishbein

ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) เป็นทฤษฎีที่ออกแบบมาเพื่อทำนายและอธิบายพฤติกรรมของมนุษย์ โดยได้อธิบายว่า พฤติกรรม (Behavior) ที่มีการแสดงออกมานั้นเกิดจากเจตนา (Intention) โดยมีโครงสร้างพื้นฐานทางทฤษฎีดังนี้



ภาพประกอบที่ 3 แบบจำลองทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Ajzen, 2002)

จากโครงสร้างทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน เป็นการแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของมนุษย์จะเกิดจากการชี้แนะโดยความเชื่อ 3 ประการ คือ 1) ทศนคติต่อพฤติกรรม (Attitude toward the Behavior) 2) การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norm) และ 3) การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control) ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1) ทศนคติต่อพฤติกรรม (Attitude toward the Behavior) คือ การประเมินของผู้เรียนที่มีต่อภาพรวมของพฤติกรรม มีทั้งด้านบวกและด้านลบ เป็นความเชื่อเกี่ยวกับพฤติกรรม (Behavior Beliefs) ซึ่งเป็นความเชื่อเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำ กล่าวคือ ถ้าบุคคลมีความเชื่อจากการแสดงพฤติกรรมและส่งผลให้การประเมินผลของพฤติกรรมที่ได้กระทำเป็นทางด้านบวก จะทำให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะมีเจตคติที่ดีต่อพฤติกรรมนั้น แต่ในทางกลับกันหากบุคคลมีความเชื่อจากการแสดงพฤติกรรมและส่งผลให้การประเมินผลของพฤติกรรมที่ได้กระทำเป็นทางด้านลบ จะทำ

ให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อพฤติกรรมนั้น โดยถ้าบุคคลมีเจตคติที่ดีหรือทางบวกก็จะเกิดเจตนาหรือตั้งใจ (Intention) ที่จะแสดงพฤติกรรมออกมา (Ajzen, 1991; Ajzen, 2002)

2) การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norm) คือ การรับรู้ของบุคคลเกี่ยวกับความต้องการหรือความคาดหวังของสังคมที่มีต่อบุคคล เป็นความเชื่อเกี่ยวกับกลุ่มอ้างอิง (Normative Beliefs) ที่เป็นตัวกำหนดหรือการคล้อยตาม เช่น พ่อ แม่ พี่น้อง ครูอาจารย์ หรือเพื่อนร่วมงาน เป็นต้น ซึ่งถือว่ากลุ่มอ้างอิงเป็นบุคคลที่มีความสำคัญหรือมีอิทธิพลที่ทำให้มีการแสดงพฤติกรรมออกมา โดยในการกระทำหรือการแสดงพฤติกรรมออกมา หากบุคคลมีการประเมินว่ากลุ่มอ้างอิงเป็นผู้ที่มีความสำคัญหรือมีอิทธิพลต่อเขาและต้องการให้แสดงพฤติกรรม แนวโน้มที่จะมีการแสดงพฤติกรรมออกจะเพิ่มมากขึ้น และในทางกลับกันบุคคลจะไม่แสดงพฤติกรรม หากมีการประเมินว่ากลุ่มอ้างอิงที่มีความสำคัญหรือมีอิทธิพลต่อเขาไม่ต้องการให้มีการแสดงพฤติกรรม (Ajzen, 1991; Ajzen, 2002)

3) การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control) คือ ความสามารถของบุคคลที่มีต่อการแสดงพฤติกรรม รวมทั้งความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (Control Beliefs) ให้เป็นไปตามต้องการหรือความตั้งใจ ซึ่งหากบุคคลเชื่อว่ามีสามารถในการแสดงพฤติกรรมนั้นได้และสามารถควบคุมผลที่ออกมาได้ตามความตั้งใจ บุคคลก็จะมีแนวโน้มในการแสดงพฤติกรรมหรือมีการกระทำออกมา และในทางตรงกันข้าม หากบุคคลมีความเชื่อว่าไม่มีความสามารถหรือสามารถแสดงพฤติกรรมได้ยาก และไม่สามารถควบคุมพฤติกรรมออกมาได้ตามความตั้งใจ ก็จะมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมนั้นลดลง โดยการควบคุมพฤติกรรมที่แท้จริง (Actual Behavior Control) จะส่งผลต่อการควบคุมพฤติกรรมและการแสดงพฤติกรรมของบุคคล (Ajzen, 1991; Ajzen, 2002)

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรมที่แสดงออกมามีเกิดจากการเจตนา (Intention) ซึ่งประกอบด้วยความเชื่อ 3 ประการ คือ ทศนคติต่อพฤติกรรม การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง และการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม โดยความเชื่อดังกล่าวมีอิทธิพลที่จะทำให้บุคคลมีการแสดงพฤติกรรมไปในทางบวกหรือทางลบ ซึ่งในการแสดงพฤติกรรมของบุคคลเกิดจากการที่บุคคลมีทัศนคติที่เห็นด้วยต่อพฤติกรรม ได้รับการสนับสนุนจากกลุ่มอ้างอิงที่มีความสำคัญและมีอิทธิพล และมีความเชื่อว่าพฤติกรรมนั้นตนมีความสามารถในการควบคุม ก็จะเกิดเจตนาและมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมนั้นออกมา

6.3 ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติของคนมีบทบาทสำคัญที่จะทำให้เกิดความสนใจในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยทั่ว ๆ ไป หรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับตนเองโดยตรง เป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์คือการทำให้ผู้เรียนพัฒนาเจตคติ ให้ผู้เรียนรู้จักส่งเสริม สนับสนุนวิทยาศาสตร์ ให้มีความรู้ และใช้ความรู้ที่เหมาะสม การประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ PISA (2006) ตั้งอยู่บนความเชื่อที่ว่าความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของคนต้องมีเจตคติ ความเชื่อ แรงบันดาลใจ ความเชื่อในตนเอง การให้คุณค่า และแสดงออกด้วยการกระทำในที่สุด โดยมีขอบเขตการประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน (สสวท., 2555; สสวท., 2560) ซึ่งแต่ละด้านมีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 8 ลักษณะเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
1. ความสนใจในวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์ และเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ - แสดงออกถึงความตั้งใจที่จะแสวงหาความรู้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม โดยใช้แหล่งข้อมูลและวิธีการที่หลากหลาย - แสดงความตั้งใจที่จะค้นหาสาระ และแสดงความสนใจอย่างต่อเนื่อง รวมถึงพิจารณาอาชีพการงานทางวิทยาศาสตร์
2. ให้ ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้	<ul style="list-style-type: none"> - ยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่างมุมมอง และข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ - สนับสนุนการใช้ความเป็นจริง และการอธิบายที่สมเหตุสมผล - แสดงออกว่าในการสร้างข้อสรุป มีกระบวนการและความเป็นเหตุเป็นผล (ตรรกะ)อย่างระมัดระวัง
3. การตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงออกถึงความรับผิดชอบส่วนบุคคลในอันที่จะรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน - แสดงความตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการกระทำของคน - แสดงความเต็มใจที่จะมีบทบาทในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

ในการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้มีการศึกษาเจตคติใน 3 ด้าน ตามกรอบการประเมินทางด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2018 ได้แก่ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) ให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ 3) ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

5.1 แนวทางการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนถือว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่สำคัญสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ โดย พาสนา จุฬรัตน์ (2548) ได้เสนอแนวทางในการสร้างเจตคติทางบวกต่อการเรียนด้วยการจัดสิ่งแวดล้อมหรือจัดประสบการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจและสนุกสนาน รวมทั้งการเป็นแบบอย่างที่ดี ทั้งทางด้านความคิด การปฏิบัติและการมีระเบียบวินัยในทางการเรียนรู้และสังคม ซึ่งสอดคล้องกับ อัญชลี นพภาภักย์ (2543) ที่ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์คือ เริ่มจากครูผู้สอนที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์ มอบหมายให้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่น่าสนใจ จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนโดยการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งผู้เรียนจะได้มีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2. การใช้คำถามกระตุ้นหรือการสร้างสถานการณ์ในการเรียนรู้ เป็นการช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีได้

3. นำหลักจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในขณะที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์หลายๆ ทาง และพยายามสอดแทรกลักษณะเจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสมของเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทางด้านเจตคติ

4. นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาสังคม และให้ผู้เรียนช่วยกันคิดเพื่อหาทางแก้ปัญหาดังกล่าว รวมทั้งเสนอแนะแบบอย่างของผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนอาจจะศึกษาหรือเลียนแบบได้ เช่น นักวิทยาศาสตร์ ครู บิดามารดา เพื่อนในชั้นเรียน เป็นต้น

นอกจากนี้ พาสนา จุฬรัตน์ (2548) ยังได้เสนอแนวทางในการเปลี่ยนแปลงเจตคติทางลบให้เป็นบวก ไว้ดังนี้

1. การแนะนำ โดยการชี้แนะการปฏิบัติต่อการเรียนรู้ให้ถูกต้องและเหมาะสม โดยเฉพาะชี้ให้เห็นถึงคุณประโยชน์ที่จะได้รับ เนื่องจากผู้เรียนจะมีแนวโน้มที่จะตอบสนองในทางบวกต่อสิ่งที่ทำประโยชน์แก่ตนเอง

2. พยายามให้การเสริมแรงที่ตรงกับความถนัด และความต้องการแก่ผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้มีกำลังใจที่จะเรียนรู้มากกว่าการใช้การลงโทษ

3. พยายามให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำเอง และมีส่วนรับผิดชอบต่องานนั้น ๆ

จากการศึกษาแนวทางในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาเจตคติให้ดีขึ้นนั้น ครูผู้สอนถือว่าเป็นตัวกลางสำคัญโดยการปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการจัดการเรียนรู้ที่เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์จากการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสนุกสนานและมีความพึงพอใจ ควรมีการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ดี การสอนมีการนำหลักจิตวิทยาการศึกษามาใช้จะทำให้ได้รู้จักและใช้วิธีการในการเรียนรู้หรือ

การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และนอกจากนี้การเป็นแบบอย่างที่ดีของครูถือ
ว่าสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้เรียนสามารถนำมาเป็นแบบอย่างได้

6.4 การวัดและประเมินผลเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลความรู้ทางด้านเจตคติสามารถวัดด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดย ล้วน
สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่าเครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันโดย
ส่วนใหญ่มี 5 วิธี คือ การวัดโดยใช้แบบสังเกตทั่วไป การวัดโดยวิธีการประมาณค่า การวัดด้วยแบบ
ประเมินตนเอง วัดโดยการสัมภาษณ์ และการรายงานข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง และนอกจากนี้
พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) กล่าวว่าแนวทางในการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้ส่วนใหญ่มี
3 แนวทาง คือ 1) วิธีของ Thurstone 2) วิธีของ Osgood 3) วิธีของ Likert โดยเครื่องมือวัดทั้ง 3 วิธี
มีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนี้

แนวทางของ Thurstone (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) มองว่าเจตคติคือ
ความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น บุคคล สิ่งของ ข้อความ หรือองค์กร หรืออื่น ๆ ที่มีระดับความมาก
น้อยในด้านความรู้สึกที่เป็นบวกและลบ ซึ่งจะแสดงถึงความรู้สึกที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย โดย
ขั้นตอนแรกในการสร้างเครื่องมือวัดจะเป็นการเลือกข้อความเพื่อเลือกเป้าของเจตคติ (attitude
object) และกำหนดมาตราวัดหรือกำหนดค่านำหนักของข้อความ เช่น 5 มาตรา หรือ 11 มาตรา
ที่แสดงถึงความรู้สึกที่เป็นบวก เป็นกลาง จนถึงลบ หรือจากมากไปน้อย เป็นต้น ในการสร้างเครื่องมือ
วัดเจตคติของเทอร์สโตนจะไม่มีตัวเลขกำกับไว้ให้ผู้ตอบเห็น โดยจะมีเพียงข้อความที่แสดงถึง
ความรู้สึกทั้งบวก เป็นกลาง หรือลบ

วิธีการประเมินของ Osgood (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) โดย Osgood เป็น
หัวหน้าที่ได้พัฒนาเครื่องมือวัดเจตคติ “มาตราวัดแบบนัยจำแนก (Semantic Differential Scale
หรือ SDS) ในปี ค.ศ. 1957 โดยมีความเชื่อว่า ภาษาเป็นสื่อความหมายของมนุษย์ที่สามารถนำมาวัด
ความรู้สึก เจตคติ และพฤติกรรมของมนุษย์ได้ ดังนั้นในการสร้างเครื่องมือวัดเจตคติจะใช้คำใน
ประโยคที่แสดงความรู้สึกของประโยคนั้น เช่น ครูเป็นอาชีพที่น่ายกย่อง คำสำคัญที่แสดงถึงประโยคนี
คือ คำว่า ยกย่อง โดยวิธีการของ Osgood มีเป้าเจตคติ (Concept) อยู่ 3 องค์ประกอบ แต่ละ
องค์ประกอบจะมีคำคุณศัพท์ที่แสดงลักษณะของเจตคติด้านนั้น ๆ ซึ่งสามารถจัดคำเป็นคู่ ๆ ที่ม
ความหมายตรงข้ามกัน (Bipolar adjective) ดังนี้

- 1) องค์ประกอบด้านการประเมินค่า (evaluation factor) เป็นองค์ประกอบที่แสดงถึง
คุณค่า เช่น คำว่า ดี – เลว เมตตา – โหดร้าย ซื่อสัตย์ - คดโกง เป็นต้น
- 2) องค์ประกอบด้านอำนาจ (Potency factor) เป็นองค์ประกอบที่แสดงถึงพลังอำนาจ
เช่น คำว่า แข็งแรง – อ่อนแอ หนัก – เบา ใหญ่ - เล็ก เป็นต้น
- 3) องค์ประกอบด้านกิจกรรม (activity factor) เป็นองค์ประกอบที่แสดงถึงกริยาอาการ

เช่นคำว่า ว่องไว – ฉะฉาน เร็ว – ช้า ร่าเริง - หงอยเหงา เป็นต้น

โดยในการสร้างเครื่องมือวัดจะใช้คำตรงข้ามของแต่ละคู่มาสร้างเป็นมาตราวัดความรู้สึกต่อเป้าเจตคติ ที่แบ่งเป็น 3, 5, 7 หรือ 9 ช่องก็ได้ ซึ่งช่วงที่เหมาะสมที่สุดคือ 7 ช่อง อาจจะมีเลขกำกับหรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีการกำกับตัวเลข ถ้าทางบวกนิยมขึ้นต้นด้วยเลขมาก เช่น 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 แต่ถ้าทางลบนิยมขึ้นต้นด้วยเลขน้อย 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 เป็นต้น

แนวทางการประเมินของ Likert (ลิวน์ สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) เป็นวิธีที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเทคนิคของ Likert เป็นวิธีการประเมินน้ำหนักของความรู้สึกจากข้อความที่ได้สร้างไว้ ซึ่งข้อความนั้นข้อความที่แสดงถึงความรู้สึกต่อเป้าเจตคติที่มีความครอบคลุมและมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในแบบวัดหนึ่งอาจเป็นข้อความที่แสดงถึงเจตคติทางบวกหรือทางลบทั้งหมด หรืออาจเป็นข้อความที่ผสมกันก็ได้ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) กำหนดเป้าหมายของเจตคติ (attitude object) ในการศึกษาครั้งนี้คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จากนั้นให้มีการนิยามหรือให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อย่างแจ่มชัด

2) สร้างข้อความที่แสดงถึงความรู้สึกต่อวิทยาศาสตร์ หรือเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ แยกแยะให้ครอบคลุมลักษณะของข้อความ และครบถ้วนทุกแง่มุม ซึ่งลักษณะของข้อความต่าง ๆ ควรเป็นข้อความที่แสดงถึงเจตคติทางบวกหรือนิมาน (Positive) หรือข้อความที่เป็นเจตคติทางลบหรือนิเสธ (Negative) และควรหลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นกลาง ๆ ในการเขียนข้อความทางด้านเจตคติควรมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

- 2.1. เป็นข้อความที่แสดงถึงความรู้สึกต่อวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน มีความเป็นปรนัย
- 2.2. เป็นข้อความที่สั้นๆ ได้ใจความ และไม่คลุมเครือ
- 2.3. ไม่ควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อน อ้างอิงอดีต หรือข้อความที่มีคำว่า ทั้งหมด ไม่เคย เสมอ ๆ
- 2.4. ไม่ควรใช้ข้อความที่มีแนวโน้มว่าคนส่วนใหญ่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย
- 2.5. หลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นข้อเท็จจริง (fact) ต้องเป็นข้อความที่เป็นความคิดเห็น

3) กำหนดมาตรวัดคำตอบของข้อความที่แสดงถึงความรู้สึกในแต่ละข้อความ ทั้งทางบวกและทางลบ การตอบจะเป็นการให้คำตอบว่า ชอบ – ไม่ชอบ ดี – ไม่ดี หรือเห็นด้วย – ไม่เห็นด้วย สามารถกำหนดมาตรา 3 มาตรา 4 มาตรา 5 มาตรา เป็นต้น

4) การให้น้ำหนักหรือคะแนนเป็นค่าระดับของแต่ละระดับความเห็น โดย Likert แนะนำให้ใช้วิธีการกำหนดตัวเลขโดยพลการได้เลย โดยให้เรียงค่าตามลำดับความสำคัญของมาตราวัด ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกที่จะได้มาตราวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์คำว่า เห็นด้วย - ไม่เห็นด้วย

5) นำข้อความและมาตราวัดมาจัดทำเป็นแบบประเมินเจตคติในรูปแบบตาราง 2 มิติ

6) นำแบบประเมินเจตคติไปทดลองใช้เพื่อให้ผู้ตอบตอบตามความรู้สึกที่แท้จริงและตรงกับความคิดเห็นของผู้ตอบมากที่สุด โดยกลุ่มที่ทดลองตอบหรือแหล่งข้อมูลที่ทดลองใช้จะต้องมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการศึกษามากที่สุด

7) นำคำตอบของผู้ตอบแต่ละคนมาให้คะแนนตามระดับคะแนนที่ได้กำหนดไว้ โดยมีการพิจารณาตามทิศทางของข้อความในแต่ละข้อว่าเป็นข้อความทางบวก (นิมาน) หรือเป็นข้อความทางลบ (นิเสธ) ซึ่งข้อความทางลบต้องมีการกลับค่ามาตรงกันข้ามจากนั้นนำคะแนนมารวมกันถึงจะได้คะแนนของเจตคติของแต่ละคน

8) นำคะแนนจากแบบทดสอบฉบับร่างไปหาค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรง

จากการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้วิธีการวัดของ Likert เนื่องจากเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดประสงค์ โดยใช้มาตราวัดเห็นด้วย - ไม่เห็นด้วย โดยกำหนดมาตราวัด 5 มาตรา ที่สามารถวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน

6.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้มีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรตามที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (Attitude toward Science) ซึ่งการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องใน 5 ประเด็น คือ ตัวแปรต้น กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และผลการวิจัย ซึ่งสามารถสรุปตามประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

6.5.1 ตัวแปรต้น

ในการศึกษางานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งในการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้เกิดการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีการใช้ตัวแปรต้นต่าง ๆ อย่างหลากหลายตามความสนใจของนักการศึกษาหรือนักวิจัย เช่น การเรียนรู้แบบโครงงาน (ลูภูพี ดอเลาะ, 2560) สืบเสาะหาความรู้ (5Es) (อาติละห์ เจ๊ะแมม, 2559) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (สาริญา และสุม, 2560) การจัดการเรียนรู้ตามแนวประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (แสงแก้ว พานจันทร์, 2562) การสอนตามบริบทและการเรียนรู้ (CTL) (Suryawati & Osman, 2018) ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยเพื่อพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรต้นต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบหรือพัฒนามานั้นสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และทำให้เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีความแตกต่างกันหรือไม่ มากน้อยเพียงใด

6.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเพื่อพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในครั้ง นี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกงานวิจัยในระดับประถมศึกษา (อาดีละห์ เจ๊ะแม, 2559; Akpinar et al, 2009; Dilek Eren et al, 2015) และระดับมัธยมศึกษา (ลฎฎพี ดอเลาะ, 2560; สารีญา และสุม, 2560; แสงแก้ว พานจันทร์, 2562; Suryawati & Osman, 2018) ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีความใกล้เคียงกับการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยในครั้ง นี้ โดยงานวิจัยดังกล่าวมีขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันตามบริบทหรือวัตถุประสงค์ของการวิจัย และมีการเก็บข้อมูลกับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนใดโรงเรียนหนึ่ง ซึ่งสามารถสรุปขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยตั้งแต่ 25-34 คน (อาดีละห์ เจ๊ะแม, 2559) กลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 35-45 คน (ลฎฎพี ดอเลาะ, 2560; สารีญา และสุม, 2560; แสงแก้ว พานจันทร์, 2562) และในส่วนของงานวิจัยเชิงสำรวจจะมีขนาดในการเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่มากกว่า 200 คนขึ้นไปและมีการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมากกว่า 2 โรงเรียน (Akpinar et al, 2009; Dilek Eren et al, 2015; Suryawati & Osman, 2018) เป็นต้น

6.5.3 เครื่องมือ

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยงานวิจัยดังกล่าวส่วนใหญ่มีการใช้ แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด และงานวิจัยส่วนใหญ่มีการออกแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของ Likert (ลฎฎพี ดอเลาะ, 2560; สารีญา และสุม, 2560; อาดีละห์ เจ๊ะแม, 2559) และมีงานวิจัยที่มีการออกแบบแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้การประยุกต์จากแบบประเมินของ Chin & Lim ที่พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2016 และมีการใช้แบบสะท้อนผลสำหรับงานวิจัยที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (แสงแก้ว พานจันทร์, 2562) ในส่วนของงานวิจัยเชิงสำรวจ เช่น งานวิจัยของ Dilek Eren et al, (2015) จะใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลที่พัฒนาโดย Barmby er al ในปี ค.ศ. 2005 หรืองานวิจัยของ Akpinar et al, (2009) ที่ใช้แบบวัดเจตคติเฉพาะสำหรับนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ASST) เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

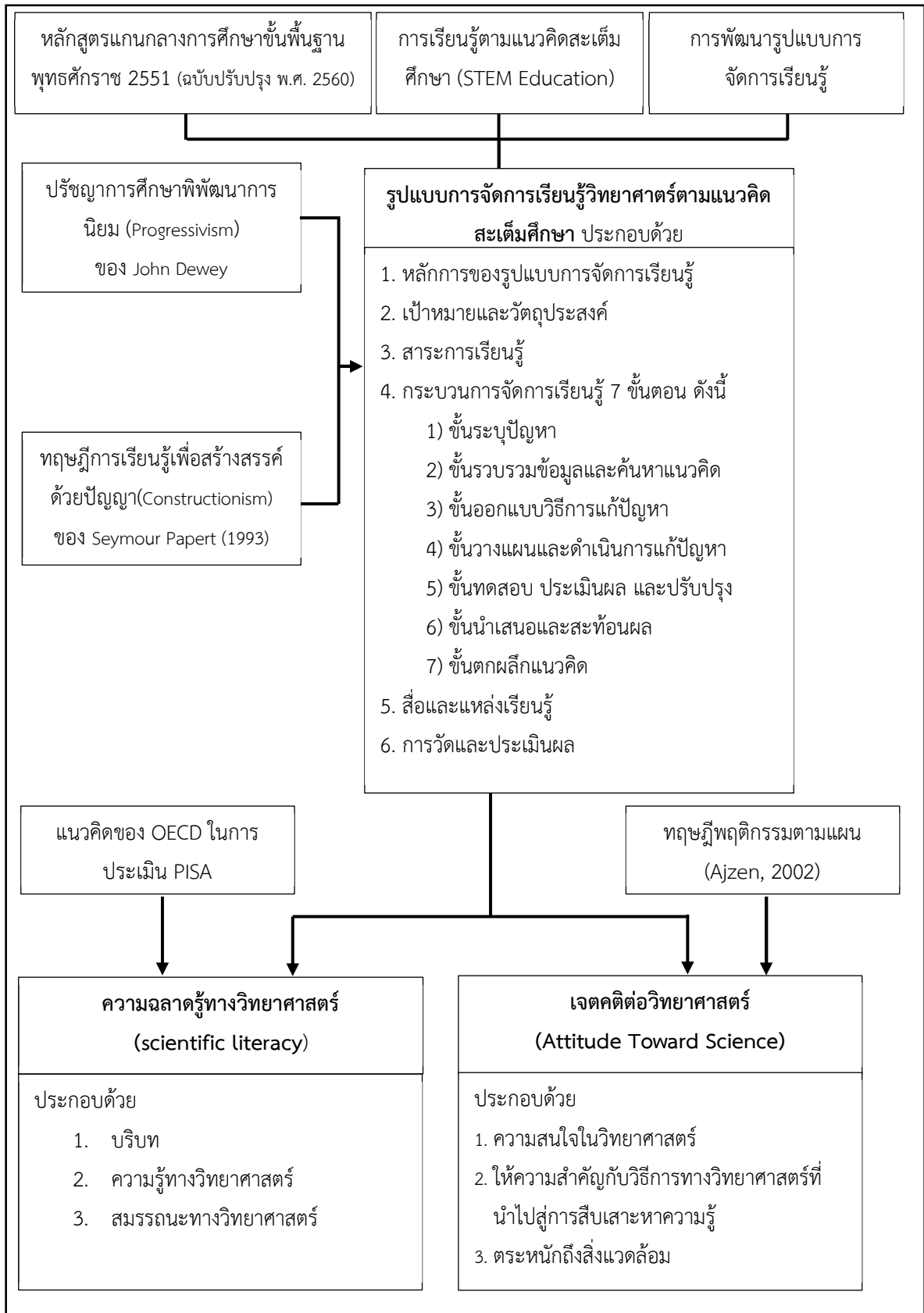
6.5.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาจากงานวิจัยดังกล่าว เห็นได้ว่าการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลที่หลากหลายและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่จะใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยงานวิจัยที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณที่มีการใช้ T-test ในการวิเคราะห์ข้อมูล (ลฎฎพี ดอเลาะ, 2560; สารีญา และสุม, 2560) บางงานงานวิจัยเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา

(แสงแก้ว พานจันทร์, 2562) และมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับคะแนนพัฒนาการ (อาดีละห์ เจ๊ะแม, 2559) โดยการหาค่าคะแนนพัฒนาการ (Gain Score) ด้วยวิธีการวัดคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ (Relative Gain Score)

6.4.5 ผลการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เห็นได้ว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตามตัวแปรหนึ่งของผู้วิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษาที่มีความสนใจที่จะศึกษา โดยผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเรียนรู้แบบโครงงาน (ลฎฎพี ดอละาะ, 2560) สืบเสาะหาความรู้ (5Es) (อาดีละห์ เจ๊ะแม, 2559) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (สาริญา และสุม, 2560) การจัดการเรียนรู้ตามแนวประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (แสงแก้ว พานจันทร์, 2562) เป็นต้น สามารถทำผู้เรียนมีเจตคติที่ดีหรือเจตคติเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบตามรูปแบบต่าง ๆ ดังกล่าวนั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติตามสิ่งที่สนใจ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ไม่ได้เรียนด้วยการท่องจำจากเนื้อหาในหนังสือและอยู่ในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว มีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และสอดคล้องกับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาได้ดีและมีความคุ้นเคยทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้มากขึ้น ได้พัฒนาศักยภาพของตนเอง และเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความชอบและสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และในงานวิจัยเชิงสำรวจที่มีการเปรียบเทียบในประเด็นต่าง ๆ เช่น เพศ พบว่า ผู้เรียนเพศหญิงจะมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์มากกว่าผู้เรียนเพศชาย ส่วนประเด็นด้านระดับชั้นพบว่า ผู้เรียนที่มีระดับชั้นยิ่งสูงจะมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์น้อยกว่า และในประเด็นที่น่าสนใจอีกประเด็นคือ ประเภทของโรงเรียน ซึ่งพบว่า ผู้เรียนที่ศึกษาในโรงเรียนเอกชนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีกว่าผู้เรียนที่ศึกษาในโรงเรียนรัฐ ซึ่งจากผลการวิจัยสามารถนำไปปรับใช้ในการทำการศึกษาในครั้งนี้



ภาพประกอบที่ 4 สรุปกรอบแนวคิดของงานวิจัยบทที่ 2

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์ในการวิจัย ได้แก่ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาดำเนินการโดยการประยุกต์ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งผู้วิจัยมุ่งเน้นการวิเคราะห์เชิงปริมาณควบคู่กับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยแบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เป็นการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.สำรวจสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลาเขต 2 โดยวิธีการดังนี้

1.1 ศึกษาความสำคัญและเป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมทั้งแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับผู้เรียน และวิธีการที่ส่งเสริมพัฒนาการในการเรียนรู้ของผู้เรียนในปัจจุบัน

1.2 การศึกษาเอกสารรายงานผลการทดสอบในแผนพัฒนาคุณภาพผู้เรียนของโรงเรียนบ้านสาคร ผลการทดสอบต่าง ๆ เพื่อศึกษาปัญหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และดำเนินการสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ทั้งหมด 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบ

การจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ 3) สารการเรียนรู้ 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้อยู่ และ 5) สื่อ และแหล่งเรียนรู้ และ 6) การวัดและประเมินผล

3. ศึกษาทฤษฎี หลักการ วิธีการและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมาทำการสังเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งได้องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้งหมด 6 องค์ประกอบ

4. การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีวิธีการดังนี้

4.1 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากนักการศึกษาและงานวิจัย เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมสำหรับพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้งหมด 7 ขั้นตอน คือ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง 6) นำเสนอและสะท้อนผล และ 7) ตกผลึกแนวคิด

4.2 นำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ได้พัฒนาขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมและนำขั้นตอนมาพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.3 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดกิจกรรม ลักษณะเป็นการจัดอันดับคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

- 5 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ มากที่สุด
- 4 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ มาก
- 3 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ น้อย
- 1 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

4.4 นำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ได้แก้ไขแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของขั้นตอนในแต่ละขั้นตอน

4.5 นำข้อมูลจากการประเมินมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) แล้วนำค่าไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การวิเคราะห์ผลการประเมิน โดยใช้วิธีการแปลผลตามเกณฑ์สัมบูรณ์ (Absolute Criteria) ของบุญชม ศรีสะอาด (2553) ซึ่งแบ่งคะแนนเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงมีความหมาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง ขั้นตอนมีความเหมาะสม/สอดคล้องมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง ขั้นตอนมีความเหมาะสม/สอดคล้องมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง ขั้นตอนมีความเหมาะสม/สอดคล้องปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง ขั้นตอนมีความเหมาะสม/สอดคล้องน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ขั้นตอนมีความเหมาะสม/สอดคล้องน้อยที่สุด

เมื่อผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่าผลรวมของขั้นตอนการจัดกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.69 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.41 ซึ่งอยู่แปลผลอยู่ในเกณฑ์ มากที่สุด

4.6 นำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขและนำไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

5. การสร้างและพัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีวิธีการดังนี้

5.1 ศึกษาเอกสารการพัฒนาคู่มือประกอบการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และทำการกำหนดองค์ประกอบของคู่มือการใช้รูปแบบ ดังนี้

5.1.1 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

5.1.2 วัตถุประสงค์

5.1.3 สาระการเรียนรู้

5.1.4 กระบวนการจัดการเรียนเรียนรู้

5.1.5 สื่อและแหล่งเรียนรู้

5.1.6 การวัดและประเมินผล

5.1.7 บทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียน

5.1.8 แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

5.1.9 แนวทางในการนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้

5.2 ร่างคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้ครบตามองค์ประกอบของคู่มือที่กำหนดไว้

5.3 นำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมตาม

องค์ประกอบ ความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมและการใช้ภาษา พร้อมให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมและนำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาปรับปรุงแก้ไข

5.4 สร้างแบบประเมินคุณภาพของรูปแบบ ลักษณะเป็นการจัดอันดับคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

- 5 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ มากที่สุด
- 4 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ มาก
- 3 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ น้อย
- 2 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

5.5 นำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน ทำการประเมินตามมาตรฐานที่กำหนดโดย The Joint Committee on Standards of Educational Evaluation ประกอบด้วยมาตรฐานการประเมิน 4 มาตรฐาน (Gullickson & Howard, 2009) คือ

- มาตรฐานด้านความเป็นไปได้ (Feasibility Standards)
- มาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ (Utility Standards)
- มาตรฐานด้านความเหมาะสม (Propriety Standards)
- มาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy Standards)

5.6 นำข้อมูลจากการประเมินมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) แล้วนำค่าไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การวิเคราะห์ผลการประเมิน โดยใช้วิธีการแปลผลตามเกณฑ์สัมบูรณ์ (Absolute Criteria) ของบุญชม ศรีสะอาด (2553) ซึ่งแบ่งคะแนนเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงมีความหมาย ดังนี้

- คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก
- คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี
- คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้
- คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปรับปรุง
- คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปรับปรุงเร่งด่วน

5.7 ทำการวิเคราะห์คุณภาพของรูปแบบตามมาตรฐาน และนำไปปรับปรุงพัฒนารูปแบบ

6. ออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีวิธีการดังนี้

6.1 โดยการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบ้านสาकु

6.2 วิเคราะห์เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 และวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันที่สอดคล้องกับผู้เรียน เพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เหมาะสมกับผู้เรียน

6.3 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และสร้างแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 4 กิจกรรม ประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 น้ำสะอาดด้วยมือเรา

กิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สิ่งประดิษฐ์รักษ์โลก

กิจกรรมที่ 3 อาหารจอมพลัง

กิจกรรมที่ 4 แพน้อยส่องใส

6.4 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมตามตัวชี้วัด ความเหมาะสมในการจัดกิจกรรม ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมและนำแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาปรับปรุงแก้ไข

6.5 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะเป็นการจัดอันดับคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

5 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ มาก

3 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ น้อย

1 หมายถึง รายการประเมินนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

6.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 2 ท่าน และ

ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน เกี่ยวกับองค์ประกอบของแผน ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรม การใช้ภาษา

6.7 นำข้อมูลจากการประเมินมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) แล้วนำค่าไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การวิเคราะห์ผลการประเมิน โดยใช้วิธีการแปลผลตามเกณฑ์สัมบูรณ์ (Absolute Criteria) ของบุญชม ศรีสะอาด (2553) ซึ่งแบ่งคะแนนเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงมีความหมาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปรับปรุง

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปรับปรุงเร่งด่วน

เมื่อผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 (\bar{X} = 4.80 S.D. = 0.13) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 (\bar{X} = 4.86 S.D. = 0.11) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 (\bar{X} 4.84 = S.D. = 0.12) และแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 (\bar{X} 4.90 = S.D. = 0.10) ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

6.8 นำความเห็นและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แนวคิดสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 9 รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผน	ชื่อเรื่อง	ปัญหา/สถานการณ์	ระดับปัญหา	เนื้อหาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	ชิ้นงาน
1	น้ำสะอาดด้วยมือเรา	โรงเรียนและชุมชนจัดอยู่ในพื้นที่ห่างไกลจากเมือง มีลักษณะเป็นหุบเขาน้ำที่ใช้จะเป็นน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติและไม่มีน้ำประปาเพราะไม่สามารถเข้าถึงได้ ดังนั้นน้ำที่ชาวบ้านส่วนใหญ่ใช้ คือ น้ำคลอง น้ำในแม่น้ำบนเขาหรืออาจมีบางครอบครัวจะใช้น้ำใต้ดินโดยการเจาะบาดาล โดยในช่วงฤดูฝนหรือเกิดมรสุมมักจะเกิดน้ำท่วมหรือดินถล่มหรือน้ำกัดเซาะ ทำให้น้ำในแม่น้ำดังกล่าวมีลักษณะที่ไม่ค่อยสะอาด เช่น น้ำคลองหรือแม่น้ำบนเขามักจะมีเศษไม้ เศษดินหรือตะกอนต่าง ๆ น้ำที่ใสสะอาดก็จะมีลักษณะปนโคลนหรือมีสีน้ำตาลและมีกลิ่นของดิน	ระดับชุมชน	<p>S: - น้ำ แหล่งน้ำและประโยชน์ของน้ำ</p> <p>- ภัยธรรมชาติ การเกิดมรสุม</p> <p>- การแยกสาร เช่น การกรอง การตกตะกอน การร่อน</p> <hr/> <p>T: - สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจอย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ</p> <p>- รวบรวมข้อมูล ใช้คอมพิวเตอร์ในการสืบค้นข้อมูล เลือกวิธีการออกแบบโดยถ่ายทอดความคิด และร่างภาพ</p> <hr/> <p>E: - กระบวนการเชิงวิศวกรรมในการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำ</p> <hr/> <p>M: - การตวงและการใช้เครื่องตวง ปริมาตรและความจุ</p> <p>- การวัดน้ำสะอาดที่ได้รับด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำ</p>	เครื่องกรองน้ำอัจฉริยะ

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แผน	ชื่อเรื่อง	ปัญหา/สถานการณ์	ระดับปัญหา	เนื้อหาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	ชิ้นงาน
2	มหัศจรรย์ สิ่งประดิษฐ์รักษ์ โลก	ในแต่ละวันโรงเรียนบ้านสาคูมีการ เพิ่มขึ้นของปริมาณขยะจำพวกของ ขนมและขวดน้ำพลาสติกเป็นจำนวน มาก โดยปัจจุบันโรงเรียนใช้วิธีการ กำจัดขยะเหล่านั้นด้วยวิธีการเผา ซึ่ง วิธีการดังกล่าวก่อให้เกิดการสะสมของ แก๊สเรือนกระจกที่ส่งผลให้อุณหภูมิของ โลกสูงขึ้น และเกิดภาวะโลกร้อน	ระดับโลก	S: - ก๊าซเรือนกระจก ภาวะโลกร้อน T: - ประดิษฐ์เก้าอี้จากขวดน้ำพลาสติกที่ สามารถนำมาใช้งานได้ - รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบ โดยถ่ายทอดความคิด และร่างภาพ - ใช้คอมพิวเตอร์ในการสืบค้นข้อมูล E: - กระบวนการเชิงวิศวกรรมในการ ออกแบบและประดิษฐ์เก้าอี้จากขวดน้ำ พลาสติก M: - การวัดความยาว ความกว้าง ความสูง - สร้างแผนภูมิแท่งในการนำเสนอข้อมูล	สิ่งประดิษฐ์ จากขวดน้ำ พลาสติก

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แผน	ชื่อเรื่อง	ปัญหา/สถานการณ์	ระดับปัญหา	เนื้อหาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	ชิ้นงาน
3	อาหารจอมพลัง	นักเรียนส่วนใหญ่ประมาณ 90% จะมีผู้ปกครองที่ประกอบอาชีพการเกษตร เช่น การปลูกกล้วย ทุเรียน ลองกอง มังคุด และสวนยาง โดยตอนเช้าชาวบ้านส่วนใหญ่จะออกไปกรีดยาง ตั้งแต่เช้าตรู่ จึงทำให้ไม่มีเวลาในการดูแลเรื่องอาหารเช้าของนักเรียน ดังนั้นจึงใช้วิธีการวางแผนการเงินเพื่อให้นักเรียนไปซื้อกินด้วยตัวเอง ในขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่จะไม่ค่อยอยากอาหารในตอนเช้า จึงมักจะไปซื้อขนมที่ไม่ค่อยมีประโยชน์ต่อร่างกาย ส่งผลให้นักเรียนได้รับสารอาหารที่ไม่ตรงกับสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย และเป็นสารอาหารที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ทำให้นักเรียนหลายคนมีการ	ระดับบุคคล	<p>S: - สารอาหาร ประเภทของสารอาหาร และประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภท</p> <p>- พลังงานที่พบในสารอาหารแต่ละชนิด</p> <p>- แนวทางในการรับประทานอาหารให้ครบถ้วนตามสัดส่วน</p> <p>- วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสาร</p> <hr/> <p>T: - รวบรวมข้อมูลและใช้คอมพิวเตอร์ในการสืบค้นข้อมูล</p> <p>- เลือกวิธีการ และวัสดุที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม</p> <p>- ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดและร่างภาพ</p> <hr/> <p>E: -การออกแบบรายการอาหารที่ครบถ้วน และได้พลังงานเพียงพอต่อเพศและช่วงวัยของนักเรียน</p>	<p>เมนูอาหาร</p> <p>ลักษณะ</p> <p>เหมือน</p> <p>Power ball</p> <p>ด้วยวัตถุดิบ</p> <p>ที่หาได้ง่าย</p> <p>ในพื้นที่ เช่น</p> <p>กล้วยตาก</p> <p>ถั่ว อินท</p> <p>ผาลัม ผง</p> <p>โกโก้ ทุเรียน</p> <p>กวนเป็นต้น</p>

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แผน	ชื่อเรื่อง	ปัญหา/สถานการณ์	ระดับปัญหา	เนื้อหาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	ชิ้นงาน
3 (ต่อ)		เจริญเติบโตที่ช้ากว่าวัยคือ มีน้ำหนัก และส่วนสูงที่ต่ำกว่าเกณฑ์ หรือนักเรียนบางคนมีน้ำหนักที่เกินกว่าวัย และก่อให้เกิดโรคอ้วน		- การออกแบบหรือเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ รูปแบบต่าง ๆ M: - อัตราส่วนและปริมาณ - เลือกใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม วัดและบอกน้ำหนัก - การอ่านกราฟเส้นแสดงเกณฑ์อ้างอิง การเจริญเติบโต	
4	แพนน้อยส่องใส	เขื่อนบางลางจัดอยู่ในอำเภอบันนังสตา ซึ่งมีเศรษฐกิจการท่องเที่ยวที่ขึ้นชื่อคือ “กิจกรรมล่องแพในเขื่อนบางลาง” มีกิจกรรมทั้งในช่วงกลางวันและกิจกรรมชมความงามในช่วงกลางคืนเพื่อสัมผัสธรรมชาติของป่าสาละบาโล โดยปัญหาของกิจกรรมล่องแพคือ การใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่มีจำกัด เมื่อแบตเตอรี่หมดก็จะใช้วิธีการจุดเทียนไขซึ่งถือว่ามี	ระดับชุมชน	S: - ดวงอาทิตย์และการใช้เซลล์สุริยะ - การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน T: - สร้างแพจำลองที่ใช้ไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะที่สามารถใช้งานอย่างปลอดภัย - รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิด และร่างภาพ - ใช้คอมพิวเตอร์ในการสืบค้นข้อมูล	แพที่ใช้ไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะ

ตารางที่ 9 (ต่อ)

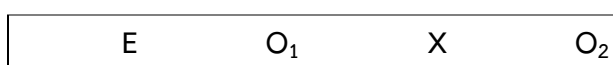
แผน	ชื่อเรื่อง	ปัญหา/สถานการณ์	ระดับปัญหา	เนื้อหาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	ชิ้นงาน
		ความเสี่ยงสูงที่อาจจะก่อให้เกิดไฟไหม้ได้		E: - กระบวนการเชิงวิศวกรรมในการออกแบบและประดิษฐ์แพคเกจใช้ไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะ M: - การวัดความยาว ความกว้าง ความสูง - สร้างแผนภูมิแท่งในการนำเสนอข้อมูล	

ตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เป็นการนำรูปแบบที่ได้มาทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายและทำการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษากับกลุ่มเป้าหมายกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-group pretest-posttest design) (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยดังนี้



ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- | | | |
|----------------|-----|--|
| E | แทน | กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 |
| O ₁ | แทน | การทดสอบก่อนการจัดกิจกรรม วัดโดยใช้ <ul style="list-style-type: none"> - แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ - แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ |
| X | แทน | การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้ <ul style="list-style-type: none"> - แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 น้ำสะอาดด้วยมือเรา - แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 มหัศจรรย์สิ่งประดิษฐ์รักษ์โลก - แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 อาหารจอมพลัง - แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 แพน้อยส่องใส |
| O ₂ | แทน | การทดสอบหลังการจัดกิจกรรม วัดโดยใช้ <ul style="list-style-type: none"> - แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ - แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ |

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนบ้านสาคุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 2 จำนวน 13 คน โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดกลาง อยู่ในชุมชนที่ห่างไกลจากเมืองและเป็นโรงเรียนที่ได้เข้าร่วมโครงการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการบูรณาการสู่การสร้างนวัตกรรม ที่จัดโดยสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 2

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการศึกษาวิจัย ประกอบด้วย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน ประกอบด้วย 4 กิจกรรม กิจกรรมละ 6 คาบเรียน (คาบละ 50 นาที) ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 24 คาบเรียน จำนวน 8 สัปดาห์ ซึ่งมีแผนการจัดกิจกรรมดังนี้

กิจกรรมที่ 1 น้ำสะอาดด้วยมือเรา

กิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์เก้าอี้รักโลก

กิจกรรมที่ 3 อาหารจอมพลัง

กิจกรรมที่ 4 แพน้อยส่องไสว

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่

3.2.1 แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดในลักษณะของการยกตัวอย่างสถานการณ์จำนวน 3 สถานการณ์ และมีข้อคำถามที่เป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ

3.2.2 แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ Likert (Likert Scale) โดยประเมินเจตคติ 3 ด้าน ตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 จำนวน 20 ข้อ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย เป็นแบบบันทึกเหตุการณ์หรือผลการจัดกิจกรรมที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลในรูปความเรียง

4. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

4.1 แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะของการยกสถานการณ์ จำนวน 4 สถานการณ์ และทดสอบโดยการใช้คำถามปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎี วิธีสร้าง เทคนิคการสร้างข้อสอบ ศึกษาเนื้อหาและสถานการณ์ที่ใช้ในการวิจัย ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 หนังสือเรียน กิจกรรมสะเต็มศึกษา ปัญหาที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

2) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อสามารถดำเนินการออกข้อสอบได้ครอบคลุมกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาและองค์ประกอบของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

ได้แก่ บริบท ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

3) แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของสถานการณ์ ข้อคำถาม ตัวเลือกและตัวลวง ภาษาที่ใช้ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อความให้ถูกต้อง ชัดเจนและเข้าใจง่าย

4) นำแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 1 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) รวมทั้งความสอดคล้องกับตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ องค์ประกอบของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยใช้สูตรดังนี้ (วรรรณี แกมเกต, 2555)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
Σ	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
R	แทน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์มาพิจารณาตามเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสิน ซึ่งหากค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เหมาะสมกับผู้เรียน และครอบคลุมตัวชี้วัด สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้ และจัดพิมพ์แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฉบับทดลองใช้ (Try out) ซึ่งได้ผลการคำนวณค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6 – 1.0 ซึ่งถือว่านำไปใช้ได้

6) นำแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฉบับทดลองใช้ไปทดลองใช้ (Try out) กับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบางกลาง อำเภอบ้านนิงस्ता จังหวัดยะลา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 2 จำนวน 20 คน เพื่อนำข้อมูลมาหาคุณภาพของเครื่องมือ

7) นำคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (Difficulty Index) เพื่อประเมินระดับความยากของข้อคำถามแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเลือกข้อคำถามที่มีเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 โดยใช้สูตรดังนี้ (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2561)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย
R แทน จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อนั้นถูก
N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

8) นำคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เพื่อประเมินข้อคำถามในการจำแนกความแตกต่างระหว่างผู้เรียน โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 1.00 โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ, 2543)

$$r = \frac{H - L}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
N แทน จำนวนคนในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

9) นำคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach โดยแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.76 โดยใช้สูตร (วรรรณี แกมเกต, 2555)

$$\alpha = \left(\frac{K}{K-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
K คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 S_i^2 คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ
 S_t^2 คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

10) นำแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการประเมินและปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

4.2 แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยการประเมินเจตคติ 3 ด้าน ตามกรอบการประเมินตามแนว PISA 2015 โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยยึดตามกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

PISA 2015แยกเป็นรายด้านทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

2) สร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องและครอบคลุมกับคำนิยามของเจตคติ ต่อวิทยาศาสตร์ โดยแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ Likert ที่ประกอบไปด้วยข้อคำถามเชิงบวกและข้อคำถามเชิงลบ โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

ข้อความที่แสดงถึงเจตคติเชิงนิมาน (ทางบวก) ให้ระดับคะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1

ข้อความที่แสดงถึงเจตคติเชิงนิเสธ (ทางลบ) ให้ระดับคะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5

3) นำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถาม จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

4) นำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้อง ความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถาม และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยใช้สูตรดังนี้ (วรวิณี แกมเกตุ, 2555)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

Σ	แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
R	แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มาพิจารณาตามเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสิน ซึ่งหากค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามมีความถูกต้อง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยและเหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งได้ผลการคำนวณค่า IOC ของแบบประเมินเจตคติอยู่ระหว่าง 0.6 – 1.0 ซึ่งถือว่าสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้และมาสร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นฉบับทดลองใช้ (Tryout)

6) นำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นฉบับทดลองใช้ไปทดลองใช้ (Tryout) กับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบางกลาง อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 2 จำนวน 20 คน เพื่อนำข้อมูลมาหาคุณภาพของเครื่องมือ

7) นำคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0.70 และนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้มีความเหมาะสมในการวิจัย ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ที่ 0.73 โดยใช้สูตร (วรรรณี แกมเกต, 2555)

$$\alpha = \left(\frac{K}{K-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S_i^2 คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

8) นำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

4.3 แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย

แบบบันทึกภาคสนามมีลักษณะปลายเปิดสำหรับให้ผู้วิจัยใช้ในการบันทึกเหตุการณ์ขณะสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยการบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมเกี่ยวกับความเหมาะสมของกิจกรรม ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง ปัญหาที่พบ และแนวทางการแก้ไขปัญหา เพื่อนำผลไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) สร้างแบบบันทึกภาคสนาม ใน 3 ประเด็น คือ ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง ปัญหาที่พบเจอและแนวทางการแก้ไขปัญหา

2) นำแบบบันทึกภาคสนามเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความถูกต้อง ครอบคลุมและความเหมาะสมของข้อคำถาม จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3) นำแบบบันทึกภาคสนามที่ผ่านการประเมินและปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 8 สัปดาห์ โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

5.1 ปฐมนิเทศเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และทำการทดสอบก่อนการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

5.1.1 ผู้เรียนทำแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์จำนวน 15 ข้อ ระยะเวลา 40 นาที

5.1.2 ผู้เรียนทำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ระยะเวลา 10 นาที

5.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจำนวน 4 กิจกรรม จำนวน 24 คาบเรียน (คาบละ 50 นาที) และเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยแบบบันทึกภาคสนาม

5.3 เมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินการจัดกิจกรรมแล้วทำการทดสอบหลังเรียน ดังนี้

5.3.1 ผู้เรียนทำแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ ระยะเวลา 40 นาที

5.3.2 ผู้เรียนทำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ระยะเวลา 10 นาที

5.4 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกภาคสนาม และแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ด้วยสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ประมวลผลและเรียบเรียง นำเสนอในรูปความเรียง

ตารางที่ 10 รายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
	การทดสอบก่อนเรียน	1
1	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 น้ำสะอาดด้วยมือเรา	6
2	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 มหัศจรรย์สิ่งประดิษฐ์รักษ์โลก	6

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
3	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 อาหารจอมพลัง	6
4	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 แพน้อยส่องไสว	6
	การทดสอบหลังเรียน	1
	รวมทั้งหมด	26

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มาวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพจากแบบประเมินคุณภาพของรูปแบบ

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบบันทึกภาคสนาม โดยการเรียบเรียงข้อความที่สะท้อนผลการปฏิบัติ (reflect) ตามแนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kimmis and McTaggart (1988) โดยสะท้อนการพัฒนากิจกรรมที่มีการประยุกต์ทฤษฎีมาใช้ในแผนการจัดกิจกรรมตามประเด็นต่าง ๆ เช่น แนวทางการเลือกสถานการณ์ การออกแบบกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ผลการจัดกิจกรรมและผลการตอบสนองของผู้เรียน

6.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

6.3.1 นำคะแนนจากแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

6.3.2 นำคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาทำการทดสอบ Tests of Normality ผลการทดสอบ Normality พบว่า ข้อมูล Pretest และ Posttest มีค่า sig > .05 สรุปได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ สามารถใช้สถิติพารามตริกหรือ Dependent Samples t-test ได้

6.3.3 เปรียบเทียบคะแนนความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนทำกิจกรรมและหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้สถิติค่าที (Dependent Samples t-test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่าง ของคะแนนความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

6.3.4 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยผู้วิจัยนำข้อมูลมาจัดระเบียบข้อมูล ด้ความลงข้อสรุปตามหัวข้อและนำเสนอผลเชิงบรรยาย

6.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

6.5 นำคะแนนจากแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาตามเกณฑ์ ของบุญชม ศรีสะอาด (2553) ซึ่งแบ่งคะแนนเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงมีความหมาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับ ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับ ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับ ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับ ค่อนข้างไม่ดี

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับ ไม่ดี

6.5.1 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนทำกิจกรรมและหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้สถิติค่าที (t-test dependent) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่าง ของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

6.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยผู้วิจัยนำข้อมูลมาจัดระเบียบข้อมูล ด้ความลงข้อสรุปตามหัวข้อและนำเสนอผลเชิงบรรยาย

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 สถิติพื้นฐาน

7.1.1 การหาค่าคะแนนเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) คือ ค่ากลางโดยคำนวณได้จากการนำค่าของข้อมูลทุกตัวมารวมกันและหารด้วยจำนวนทั้งหมด โดยใช้สูตร (วรณณี แกมเกต, 2555)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่ม

7.1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นค่าวัดการกระจายที่สำคัญทางสถิติ โดยใช้สูตร (วรรรณี แกมเกตู, 2555)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

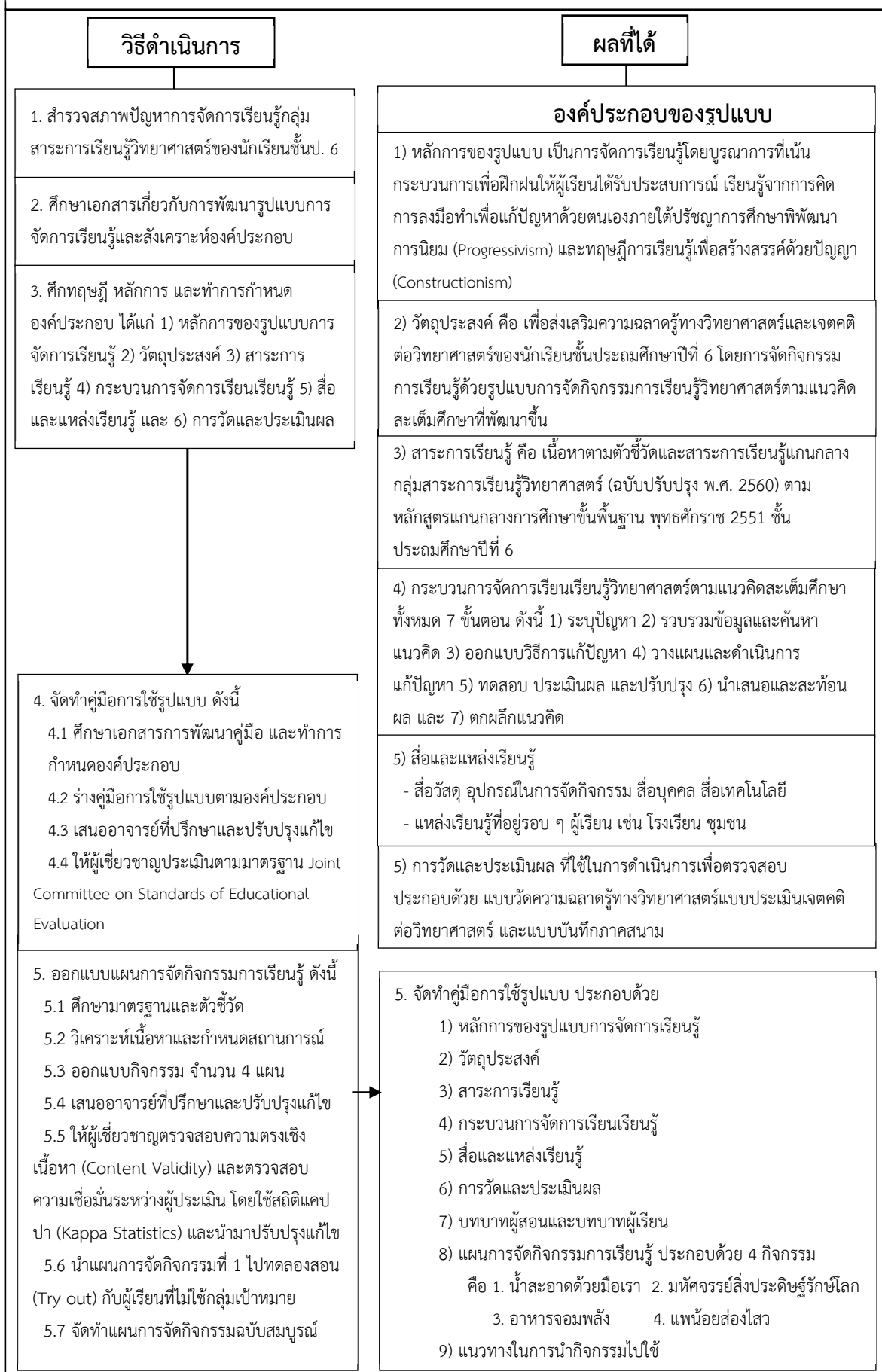
7.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

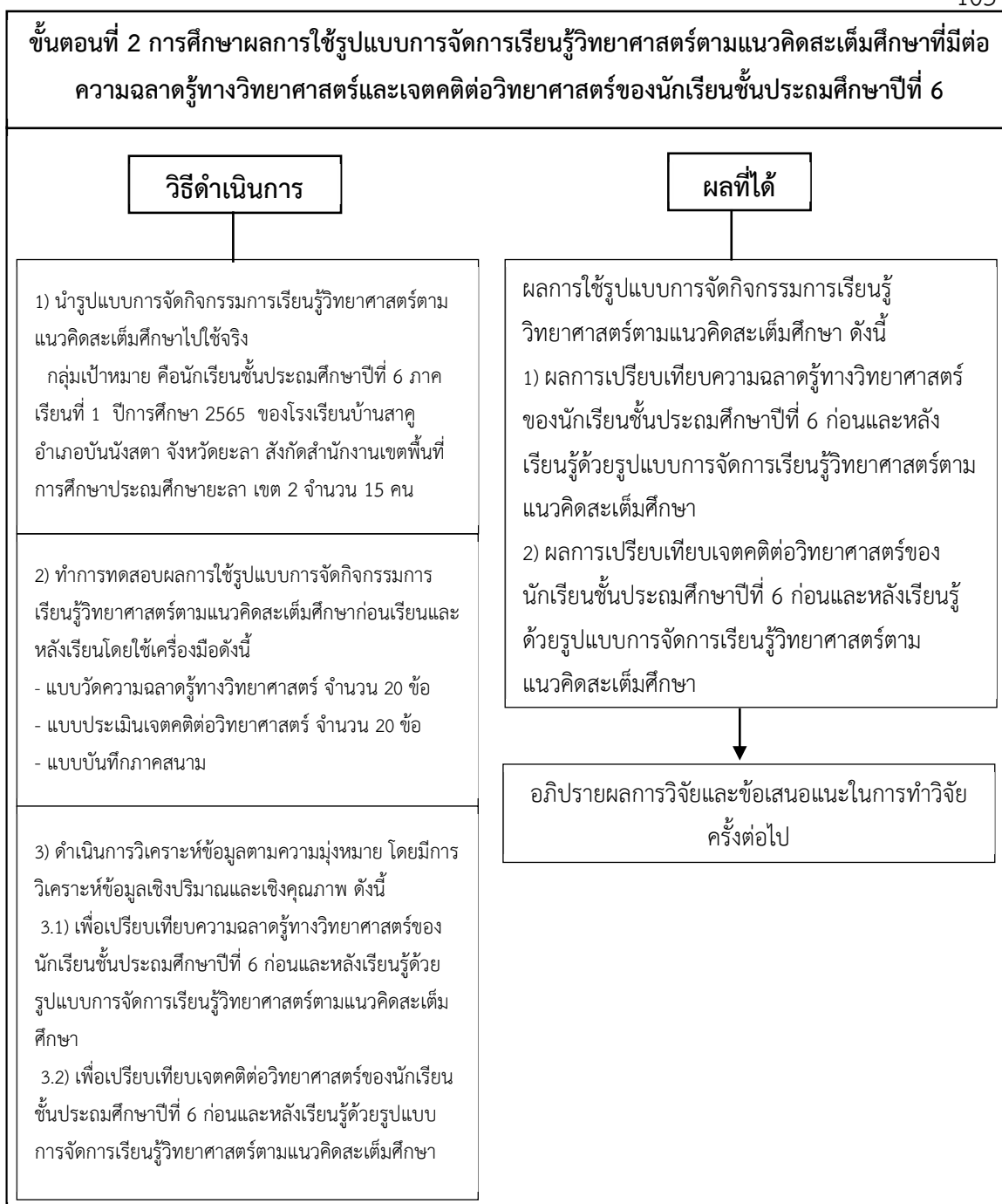
การทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย คำนวณโดยใช้การทดสอบค่าที (Dependent Samples t-test) จากสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติจากการแจกแจงแบบที (t-distribution)
 D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
 N แทน กลุ่มที่ศึกษาหรือจำนวนคู่
 $\sum D$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
 $\sum D^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

**ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา**





ภาพประกอบที่ 5 กรอบดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 11 วิธีการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

วัตถุประสงค์	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	1. แบบบันทึกการสังเกตองค์ประกอบของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2. แบบบันทึกการสังเกตกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	1. สัมภาษณ์ปัญหาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นป. 6 2. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และสังเกตองค์ประกอบ 3. ศึกษาทฤษฎี หลักการ และทำการสังเกตองค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ 3) สาระการเรียนรู้ 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างไร 5) การวัดและประเมินผล 4. ศึกษาหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและทำการสังเกตขั้นตอน	องค์ประกอบของรูปแบบ ความถี่ขององค์ประกอบจากนักศึกษา ขั้นตอนการจัดกิจกรรม 1. ความถี่ของขั้นตอนแต่ละขั้นตอน 2. วิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยการเรียงเรียงข้อความที่สะท้อนผลการปฏิบัติ (reflect) ตามแนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kimmis & McTaggart (1988) โดยสะท้อนการพัฒนากิจกรรมที่มีการประยุกต์ทฤษฎีมาใช้ในแผนตามประเด็นต่างๆ เช่น แนวทางการเลือกสถานการณ์การออกแบบกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ผลการจัดกิจกรรมและตอบสนองของนักเรียน

ตารางที่ 11 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)	<p>เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรม</p> <p>1. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา</p> <p>2. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจำนวน 4 แผน โดยใช้เวลากิจกรรมละ 6 คาบเรียน (คาบละ 50 นาที) รวมระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 24 คาบเรียน</p>	<p>1. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจำนวน 4 กิจกรรม</p> <p>2. นำไปตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ</p> <p>3. นำกิจกรรมที่ 1 ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น จากนั้นนำวิเคราะห์และปรับปรุง</p> <p>4. ออกแบบคู่มือการใช้รูปแบบตามองค์ประกอบที่กำหนด</p> <p>5. นำแผนการจัดกิจกรรมและคู่มือการใช้รูปแบบฉบับสมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย</p>	<p>คู่มือการใช้รูปแบบ</p> <p>1. ประเมินตามมาตรฐาน 4 มาตรฐานตาม Joint Committee on Standards of Educational Evaluation</p> <p>แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>1. ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยหาความตรงเชิงเนื้อหา</p> <p>2. เทียบความเหมาะสมของแผนตามเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2553)</p>

ตารางที่ 11 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
2. เพื่อเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	<p>เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล</p> <p>1. แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>1. สร้างแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ นำไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาจากนั้นนำไปตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ</p> <p>2. นำแบบวัด ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น จากนั้นนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขเป็นฉบับสมบูรณ์จำนวน 15 ข้อ</p> <p>3. นำแบบวัดความฉลาดรู้ฉบับสมบูรณ์ไปใช้</p>	<p>1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติค่าที (t-test dependent)</p> <p>2. วิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยข้อสรุปตามหัวข้อและนำเสนอผลเชิงบรรยาย</p>
	<p>2. แบบบันทึกภาคสนาม</p>	<p>1. สร้างแบบบันทึกภาคสนาม ใน 3 ประเด็น คือ ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง ปัญหาที่พบเจอ และแนวทางการแก้ไขปัญหา</p> <p>2. นำไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและปรับปรุงแก้ไข</p> <p>3. นำแบบบันทึกภาคสนามที่สมบูรณ์ไปใช้บันทึกระหว่างการทำกิจกรรม</p>	<p>2. วิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยการนำข้อมูลที่ได้นำรวบรวมจัดระบบให้เป็นหมวดหมู่ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสร้างข้อสรุปตามหัวข้อที่กำหนดแล้วนำเสนอผลเชิงบรรยาย</p>

ตารางที่ 11 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลัง การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษา	1. แบบประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์	1. สร้างแบบประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ นำไปปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาจากนั้นตรวจสอบ คุณภาพเครื่องมือ 2. นำแบบประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่ม อื่น จากนั้นนำมาวิเคราะห์และปรับปรุง เป็นฉบับสมบูรณ์ 3. นำแบบประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ไปใช้กับ กลุ่มเป้าหมาย	2. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และสถิติค่าที่ (t-test dependent) 3. วิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยข้อสรุป ตามหัวข้อและนำเสนอผลเชิงบรรยาย

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และ 3) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมิน โดยแบ่งออกเป็นดังนี้

1.1 ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2 ผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การศึกษาผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินเจตคติ และแบบบันทึกภาคสนาม โดยแบ่งออกเป็นดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.2 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ความหมายสัญลักษณ์ที่ใช้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
df	แทน	ระดับความอิสระ (Degree of freedom)
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา ค่าคะแนน t
P	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผลการศึกษาตอนที่ 1 ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์แบบมีทิศทางและแบบประเมิน โดยแบ่งออกเป็นดังนี้

1.1 ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความฉลาดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์องค์ประกอบจากนักการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ Anderson (1997); Joyce and Weil (2000); วารินทร์ รัศมีพรหม (2541); บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556) และทีศนา แคมมณี (2559) ดังตารางที่ 4 ได้ทั้งหมด 6 องค์ประกอบ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎี หลักการ แนวคิดและมาใช้ในการพัฒนารูปแบบตามองค์ประกอบที่ได้สังเคราะห์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

เป็นการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการที่เน้นกระบวนการเพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ เรียนรู้จากการคิด การลงมือทำเพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเองจนผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะ ซึ่งจัดกิจกรรมภายใต้ปรัชญาการศึกษาพิพัฒนาการนิยม (Progressivism) เป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำหรือ “Learning by Doing” ที่เสนอโดย John Dewey (ทีศนา แคมมณี, 2559) อีกทั้งยัง

เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาโดยการสร้างสรรค์หรือประดิษฐ์ชิ้นงานผ่านวัสดุอุปกรณ์ สื่อและมีการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองที่ สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ที่พัฒนาโดย Seymour Papert ที่กล่าวว่าผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นรูปธรรมและสามารถจับต้องได้ (Papert, 1993) และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งปัญหาหรือสถานการณ์ นั้นเป็นปัญหาที่เกิดในบริบทพื้นที่ของผู้เรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ควรเข้าใจวัฒนธรรมทางสังคม ของผู้เรียนและเข้าใจพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อที่จะสามารถจัดการเรียนรู้ภายใต้บริบทและ วัฒนธรรมที่สอดคล้องกับผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

2) วัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อิง วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้น

3) สารระการเรียนรู้

เนื้อหาตามตัวชี้วัดและสารระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสารระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยที่มี การบูรณาการผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกำหนดหัวข้อใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

กิจกรรมน้ำสะอาดด้วยมือเรา

กิจกรรมมหัศจรรย์สิ่งประดิษฐ์รักษ์โลก

กิจกรรมอาหารจอมพลัง

กิจกรรมแพนน้อยสองไสว

4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ จากการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อิง วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอและสะท้อนผล

ขั้นตอนที่ 7 ตกลงหลักการแนวคิด

5) สื่อและแหล่งเรียนรู้

5.1) สื่อที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ประกอบในการจัดกิจกรรมโดยเน้นสื่อที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิต เช่น สื่อวัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการประดิษฐ์ สื่อเทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ สื่อบุคคล เช่น ผู้รู้ในชุมชนเพื่อทำการสอบถามหรือสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล

5.2) แหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรม เป็นแหล่งที่อยู่รอบ ๆ ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าไปค้นหา ศึกษา เรียนรู้และดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงกับตัวเอง โรงเรียนหรือชุมชน

6) การวัดและประเมินผล

สำหรับการวัดและประเมินผลที่ใช้ในการดำเนินการเพื่อตรวจสอบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ ประกอบด้วย

- 6.1) แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 6.2) แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- 6.3) แบบบันทึกภาคสนาม

1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ได้พัฒนาขึ้นมาตรวจสอบและประเมินคุณภาพของรูปแบบตามมาตรฐานที่กำหนดโดย The Joint Committee on Standards of Educational Evaluation ประกอบด้วยมาตรฐานการประเมิน 4 มาตรฐาน เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดก่อนนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยมีรายละเอียดการประเมินดังนี้

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาตามมาตรฐานด้านความเป็นไปได้ (n = 5)

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับคุณภาพ ของรูปแบบ
1. รูปแบบสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงกับโรงเรียนบ้านสาคร หรือโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษายะลา เขต 2 หรือโรงเรียนอื่น ๆ ที่มีบริบทใกล้เคียง	4.60	0.55	ดีมาก

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ ของรูปแบบ
2. รูปแบบมีความสอดคล้องกับเป้าหมายของรายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	5.00	0.00	ดีมาก
3. รูปแบบมีความสอดคล้องกับบริบทชุมชน	4.40	0.55	ดี
4. ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถนำรูปแบบไปใช้เพื่อ พัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	5.00	0.00	ดีมาก
5. ผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ สามารถนำรูปแบบไปปรับใช้ในการ เรียนรู้แบบบูรณาการ หรือการเรียนรู้ในลักษณะของการ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง	4.80	0.45	ดีมาก
6. บุคลากรในสถานศึกษาอื่นที่มีบริบทใกล้เคียงสามารถ นำรูปแบบไปปรับใช้ได้	4.60	0.55	ดีมาก
รวม	4.73	0.25	ดีมาก

จากตารางที่ 12 คุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด
สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ภายใต้มาตรฐานด้านความเป็นไปได้ (Feasibility Standards) จำนวน 6 ข้อ
พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{X} = 4.73$, S.D. = 0.25) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า
มาตรฐานด้านความเป็นไปได้ (Feasibility Standards) มีค่าเฉลี่ยรายข้อสูงที่สุดเท่ากับ 5.00 ในข้อที่
2 รูปแบบมีความสอดคล้องกับเป้าหมายของรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และข้อที่ 4
ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถนำรูปแบบไปใช้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อ
วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับ ดีมาก และมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด
เท่ากับ 4.40 ในข้อที่ 3 รูปแบบมีความสอดคล้องกับบริบทชุมชน ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับ ดี ตามลำดับ

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาตามมาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ (n = 5)

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับคุณภาพ ของรูปแบบ
1. รูปแบบได้ให้แนวทางการทำงานที่ชัดเจนและสามารถดำเนินงานได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนด	5.00	0.00	ดีมาก
2. รูปแบบมีการกำหนดบทบาทผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.80	0.45	ดีมาก
3. การดำเนินการตามรูปแบบสามารถส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพในการปฏิบัติหน้าที่ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้	5.00	0.00	ดีมาก
4. การจัดกิจกรรมตามรูปแบบสามารถส่งเสริมและพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้	5.00	0.00	ดีมาก
5. การดำเนินการตามรูปแบบสามารถสร้างประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนบ้านสาคุหรือโรงเรียนอื่น ๆ ได้	4.80	0.45	ดีมาก
6. การดำเนินการตามรูปแบบสร้างประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาหรือการพัฒนาชุมชนได้	4.40	0.55	ดี
รวม	4.83	0.17	ดีมาก

จากตารางที่ 13 คุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภายใต้มาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ (Utility Standards) จำนวน 6 ข้อ พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.17) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ (Utility Standards) มีค่าเฉลี่ยรายข้อสูงที่สุดเท่ากับ 5.00 จำนวน 3 ข้อ คือข้อที่ 1 รูปแบบได้ให้แนวทางการทำงานที่ชัดเจนและสามารถดำเนินงานได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนด ข้อที่ 3 การดำเนินการตามรูปแบบสามารถส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพในการปฏิบัติหน้าที่ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้ และข้อที่ 4 การจัดกิจกรรมตามรูปแบบสามารถส่งเสริมและพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับ ดีมาก และมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 4.40 ในข้อที่ 6 การดำเนินการตามรูปแบบสร้างประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาหรือการพัฒนาชุมชนได้ ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับ ดี ตามลำดับ

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาตามมาตรฐานด้านความเหมาะสม (n = 5)

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับคุณภาพ ของรูปแบบ
1. รูปแบบมีองค์ประกอบที่เหมาะสมกับสภาพการปฏิบัติงาน จริงของโรงเรียนบ้านสาकुหรือโรงเรียนอื่น ๆ ที่มีบริบท ใกล้เคียง	4.60	0.55	ดีมาก
2. รูปแบบมีแนวคิดการดำเนินการเป็นไปตามหลักการและ ทฤษฎีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่าง เหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
3. รูปแบบมีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดการจัด การศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้	4.20	0.45	ดี
4. รูปแบบได้เรียงลำดับขั้นตอนได้เหมาะสมและสะดวกต่อ การนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
5. การนำรูปแบบไปใช้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนในการ จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	5.00	0.00	ดีมาก
6. การนำรูปแบบไปใช้มีความเหมาะสมกับผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ	4.20	0.45	ดี
รวม	4.67	0.20	ดีมาก

จากตารางที่ 14 คุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด
สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ภายใต้มาตรฐานด้านความเหมาะสม (Propriety Standards) จำนวน 6 ข้อ
พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.17) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า
มาตรฐานด้านความเหมาะสม (Propriety Standards) มีค่าเฉลี่ยรายข้อสูงที่สุดเท่ากับ 5.00
จำนวน 3 ข้อคือ ข้อที่ 2 รูปแบบมีแนวคิดการดำเนินการเป็นไปตามหลักการและทฤษฎีในการจัดการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างเหมาะสม ข้อที่ 4 รูปแบบได้เรียงลำดับขั้นตอนได้เหมาะสมและ
สะดวกต่อการนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และข้อที่ 5 การนำรูปแบบไปใช้มีความเหมาะสม
กับผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับ ดีมาก และมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ
4.20 ในข้อที่ 3 รูปแบบมีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการศึกษาในจังหวัดชายแดน
ภาคใต้ และข้อที่ 6 การนำไปใช้รูปแบบมีความเหมาะสมกับผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับ
ดี ตามลำดับ

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาตามมาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (n = 5)

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับคุณภาพ ของรูปแบบ
1. รูปแบบมีการอธิบายรายละเอียดการดำเนินการอย่าง ถูกต้อง ครอบคลุม	4.60	0.55	ดีมาก
2. รูปแบบมีการอธิบายรายละเอียดการดำเนินการชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
3. รูปแบบมีการดำเนินการที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ กำหนดไว้	5.00	0.00	ดีมาก
4. รูปแบบมีตัวชี้วัดความสำเร็จสะท้อนผลการดำเนินงาน ที่แท้จริง นั่นคือ สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทาง วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้ สูงขึ้นได้	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.90	0.14	ดีมาก

จากตารางที่ 15 คุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภายใต้มาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy Standards) จำนวน 4 ข้อ พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{x} = 4.90$, S.D. = 0.14) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy Standards) มีค่าเฉลี่ยรายข้อสูงที่สุดเท่ากับ 5.00 จำนวน 3 ข้อ ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 4.60 คือข้อที่ 1 รูปแบบมีการอธิบายรายละเอียดการดำเนินการอย่างถูกต้อง ครอบคลุม ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับ ดีมาก ตามลำดับ

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้ง 4 มาตรฐาน (n = 5)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ ของรูปแบบ
1. มาตรฐานด้านความเป็นไปได้ (Feasibility Standards)	4.73	0.25	ดีมาก
2. มาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ (Utility Standards)	4.83	0.17	ดีมาก
3. มาตรฐานด้านความเหมาะสม (Propriety Standards)	4.67	0.20	ดีมาก
4. มาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy Standards)	4.90	0.14	ดีมาก
รวม	4.78	0.17	ดีมาก

จากตารางที่ 16 คุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามมาตรฐานที่กำหนดโดย The Joint Committee on Standards of Educational Evaluation ประกอบด้วยมาตรฐานการประเมิน 4 มาตรฐาน พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.17) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีค่าเฉลี่ยรายข้ออยู่ในระดับสูงที่สุดเท่ากับ 4.90 คือ มาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy Standards) ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับ ดีมาก ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือด้านที่ 3 มาตรฐานด้านความเหมาะสม (Propriety Standards) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับ ดีมาก ตามลำดับ

1.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผน โดยแผนการจัดกิจกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นไปตามหลักการสำคัญของรูปแบบและกิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนการจัดกิจกรรม 7 ขั้นตอน และได้นำแผนการจัดกิจกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรม ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสมของแผน
แผนที่ 1 เรื่อง น้ำสะอาดด้วยมือเรา	4.80	0.13	ดีมาก
แผนที่ 2 เรื่อง มหัศจรรย์สิ่งประดิษฐ์รักโลก	4.86	0.11	ดีมาก
แผนที่ 3 เรื่อง อาหารจอมพลัง	4.84	0.12	ดีมาก
แผนที่ 4 เรื่อง แพน้อยส่องไสว	4.90	0.10	ดีมาก

จากตารางที่ 17 ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผน พบว่า ทั้ง 4 แผนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดีมาก โดยแผนการสอนที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.90 คือ แผนที่ 4 เรื่อง แพน้อยส่องไสว และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 4.80 คือแผนที่ 1 เรื่อง น้ำสะอาดด้วยมือเรา ตามลำดับ

ดังนั้นสามารถวิเคราะห์ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผ่านการสร้างและพัฒนารูปแบบจากการศึกษาหลักการ ทฤษฎี และกำหนดรูปแบบตามองค์ประกอบที่ผ่านการสังเคราะห์ ส่งผลให้คุณภาพของรูปแบบโดยภาพรวมและคุณภาพรายด้านทั้ง 4 มาตรฐานมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดีมาก และเมื่อผู้วิจัยนำรูปแบบมาพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม ผลการประเมินโดยภาพรวมทั้ง 4 แผน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญและที่ได้จากการสังเกตตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบบันทึกภาคสนามและแบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรม เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพตามแนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kimmis and McTaggart (1988) เพื่อวิเคราะห์รายละเอียดขององค์ประกอบว่าควรแก้ไขหรือเพิ่มเติมในส่วนใดบ้าง รวมทั้งการกำหนดนิยามของกิจกรรมให้มีความชัดเจนและหลากหลายมากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ใน 6 ประเด็นแยกตามองค์ประกอบของรูปแบบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีหลักการที่ชัดเจน ทำให้ครูผู้สอนสามารถนำหลักการของรูปแบบมาใช้ในการจัดกิจกรรมเพื่อให้สอดคล้องและตรงตามปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม (Progressivism) ออกแบบกิจกรรมโดยยึดทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นที่ตรงกันเกี่ยวกับความชัดเจนในการกำหนดหลักการของรูปแบบที่มีการใช้ปรัชญา ทฤษฎี และหลักจิตวิทยาดังกล่าว ทำให้ผลการประเมินด้านมาตรฐาน

ด้านความเหมาะสม (Propriety Standards) ข้อที่ 1 รูปแบบมีองค์ประกอบที่เหมาะสมกับสภาพการปฏิบัติงานจริงของโรงเรียนบ้านสาครหรือโรงเรียนอื่น ๆ ที่มีบริบทใกล้เคียง (ตารางที่ 13) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดีมาก

2. เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของรูปแบบที่กำหนดขึ้นมีความชัดเจน จะเห็นได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านจากการประเมินมาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy Standards) ข้อที่ 3 รูปแบบมีการดำเนินการที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และข้อที่ 4 รูปแบบมีตัวชี้วัดความสำเร็จสะท้อนผลการดำเนินงานที่แท้จริง นั่นคือ สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้ ที่มีการลงความเห็นตรงกันอยู่ในระดับ 5 มากที่สุด (ตารางที่ 14) จะเห็นได้ว่ารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีเป้าหมายเพื่อต้องการพัฒนาเกี่ยวกับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ทำให้เกิดความสนุกและท้าทายในการเรียนรู้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีมากยิ่งขึ้นได้

3. สารการเรียนรู้ มีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะของการบูรณาการผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยทั้ง 4 กิจกรรมมีตัวชี้วัดที่ชัดเจนของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เช่น กิจกรรมที่ 1 เรื่องน้ำสะอาดด้วยมือเรา เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการแยกสารเนื้อผสม (ว 2.1 ป 6/1) ผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย (ว 3.2 ป.6/5) แต่ในการทำกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมที่มีการบูรณาการการเรียนรู้ในลักษณะของกิจกรรมนั้นผู้เรียนจำเป็นต้องใช้เนื้อหาหรือความรู้เดิมที่ได้เรียนมาแล้วในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เช่น การเปรียบเทียบปริมาณน้ำในแต่ละแหล่ง และระบุปริมาณน้ำที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จากข้อมูลที่รวบรวมได้ (ว 3.2 ป.6/5) เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้มีการกำหนดตัวชี้วัดดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยควรกำหนดตัวชี้วัดดังกล่าวหากต้องการให้กิจกรรมมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ในส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 กิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ออกแบบมีความหลากหลาย น่าสนใจและมีความสอดคล้องกับปัญหาหรือบริบทพื้นที่ของผู้เรียน ดังตัวอย่างจากการข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

กิจกรรมนำเสนองาน: 500 ที่ สัปดาห์ที่ 10 ของภาคที่ 1 ของโรงเรียนชั้นป.5
ได้มีส่วนร่วม

ภาพประกอบที่ 6 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 3, 20 มิถุนายน 2565

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ขั้นตอนจากนักการศึกษาจำนวน 7 ท่าน ได้แก่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557), NGSS (2012), Reeve (2015), Margan et al (2013), ปาลิตา สุขสำราญ (2559), สุธิดา การิณี (2561), และทรศนีย์ บุญตันบุตร (2562) โดยการนับความถี่ทำให้ได้ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้งหมด 7 ขั้นตอน ผู้วิจัยขอวิเคราะห์ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมเพื่อพิจารณารายละเอียดในขั้นต่าง ๆ ว่าควรแก้ไขหรือเพิ่มเติมในประเด็นใดบ้างเพื่อกำหนดนิยามในการจัดกิจกรรมตามรูปแบบให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ชั้นระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการเริ่มต้นการเรียนรู้ จะเห็นได้จากความถี่ของนักการศึกษาที่ผู้วิจัยทำการศึกษา พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมีชั้นการระบุปัญหา (ตารางที่ 2) และเมื่อทำการประเมินความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และจากการจัดกิจกรรมสังเกตเห็นได้ว่าชั้นระบุปัญหาถือว่าเป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสังเกตปัญหาต่าง ๆ รอบ ๆ ตัวเอง หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนได้

4.2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนทำการศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จากการวิเคราะห์แบบบันทึกภาคสนามจะเห็นได้ว่าในช่วงแรกผู้เรียนยังไม่สามารถระบุวิธีการในการศึกษาข้อมูลที่หลากหลาย โดยผู้เรียนยังคงยึดการค้นคว้าเพียงแคในหนังสือหรืออินเทอร์เน็ตเท่านั้น อีกทั้งยังไม่สามารถใช้วิธีการที่เหมาะสมในการศึกษาหรือหาข้อมูล เช่น การตรวจสอบสภาพปัญหาโดยการลงสำรวจพื้นที่จริง การศึกษาบริบทหรือจุดเด่นในพื้นที่โดยการสอบถามผู้รู้ เป็นต้น และนอกจากนี้ผู้เรียนยังขาดทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็น การใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานต่าง ๆ มาอ้างอิงเพื่อศึกษาความน่าเชื่อถือของข้อมูล แต่ผู้เรียนเริ่มมีพัฒนาการและใช้วิธีการในการศึกษา ค้นคว้าข้อมูลได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นในกิจกรรมต่อไป

4.3 ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยขั้นตอนนี้ผู้เชี่ยวชาญให้ความเหมาะสมของขั้นตอนอยู่ในระดับมาก ในส่วนของสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยได้ออกแบบถือว่าเป็นแนวทางสำคัญที่ชี้ทางให้ผู้เรียนคิดค้นวิธีการในการแก้ปัญหา บางสถานการณ์ผู้วิจัยมีการเพิ่มกติกาให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ (ภาพประกอบที่ 7) และจากการสังเกตในขณะจัดกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้

บันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนาม พบว่า การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่มักจะยึดหรือทำตามวิธีการที่ได้ศึกษาจากอินเทอร์เน็ต ยังขาดความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบตามแนวทางของตัวเอง และการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่จะมีความคล้ายคลึงกัน แต่แนวทางที่เลือกถือว่าเป็นการเสนอวิธีการที่สอดคล้องกับสมมติฐานในการแก้ปัญหา ซึ่งถือว่านักเรียนมีการประเมินวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

.....
 ในทศ ออกแบบ ภาพ อาจ ให้ สัก หุ ดิบ ที่ สัก ก. ใน ก้อง ฉ. ม. ไร่ ๓๖
 เพื่อ ให้ สัก ม. สด ก. ล้อ ก. บ. น. ไร่ ก. พง. พ. ๕๖

ภาพประกอบที่ 7 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 4, 22 มิถุนายน 2565

4.4 ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือสร้างชิ้นงานโดยผู้เรียนต้องทำการวางแผนขั้นตอนที่จะใช้ในการดำเนินการให้ชัดเจนก่อนสร้างชิ้นงาน จากการสังเกตการทำกิจกรรมของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนยังขาดทักษะการวางแผนหรือการกำหนดขั้นตอนในการสร้างชิ้นงาน การกำหนดหน้าที่การทำงานของสมาชิกให้ชัดเจน รวมทั้งขาดความละเอียดรอบคอบในการกำหนดสัดส่วนของชิ้นงานและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้ แต่นักเรียนจะเริ่มมีทักษะการวางแผนที่ดีขึ้นในกิจกรรมที่ 2 ขึ้นไป และนอกจากนี้ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ยังมีข้อจำกัดในส่วนของความสามารถในการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือบางอุปกรณ์อาจจะต้องให้ครูผู้สอนหรือผู้ที่ชำนาญเป็นคนช่วยทำให้แทนเพื่อความปลอดภัย

4.5 ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะตรวจสอบคุณภาพหรือความสามารถในการใช้งานจริงของชิ้นงานที่ได้สร้างสรรค์ จะเห็นได้ว่ากิจกรรมที่ 1 น้ำสะอาดด้วยมือเรา กิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สิ่งประดิษฐ์รักษ์โลก และกิจกรรมที่ 4 แพน้อยส่องใส ซึ่งเป็นกิจกรรมในลักษณะของการประดิษฐ์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา หลังจากที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการสร้างชิ้นงานนำมาตรวจสอบและทำการประเมินผลแล้ว พบว่า ชิ้นงานของแต่ละกลุ่มมีส่วนที่ต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขส่วนใดส่วนหนึ่งเพื่อให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น และนอกจากนี้ผู้วิจัยได้มีการเพิ่มรายละเอียดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ (ภาพประกอบที่ 8) คือการออกแบบเกณฑ์ในการประเมินชิ้นงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการประเมินคุณภาพชิ้นงานของตัวเอง รวมทั้งประเมินคุณภาพชิ้นงานของกลุ่มเพื่อน ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ จากการสังเกต พบว่า ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบและประเมินผลตามสภาพจริงของชิ้นงาน และสามารถมองเห็นจุดที่ควรนำไปปรับปรุงแก้ไขได้ชัดเจน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

..... ทศบาลสอนประวัติศาสตร์ในทศโรงเรียนของเครื่องทรงของมี ๑๑เพิ่มเติมชื่อในทศโรงเรียน.....
 ในส่วนของคุณภาพของมีที่ทรงได้
 รายละเอียด.....

ภาพประกอบที่ 8 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 4, 22 มิถุนายน 2565

4.6 ขั้นนำเสนอและสะท้อนผล เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน หรือขั้นตอน กระบวนการที่ทำการพัฒนา ในช่วงแรกของการเก็บข้อมูล พบว่า ผู้เรียนขาดทักษะการนำเสนอ คือไม่มีความกล้าในการพูด และเริ่มมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในกิจกรรมที่ 2 ขึ้นไป นอกจากนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการนำเสนอที่ไม่มีความหลากหลาย ดังนั้นจึงแก้ไขวิธีการนำเสนอให้มีความหลากหลายและมีการนำเทคโนโลยีในปัจจุบันมาใช้ประกอบ เช่น การให้ผู้เรียนทำวิดีโอสั้น ๆ เป็น Reels ลงใน Facebook เป็นต้น ในส่วนของการสะท้อนผลในแต่ละกิจกรรม พบว่า ผู้เรียนร่วมกันตั้งคำถามและให้ข้อเสนอแนะ อีกทั้งผู้สอนมีการสะท้อนผลการพัฒนาที่ชัดเจน ตรงประเด็นและผู้เรียนเข้าใจได้

4.7 ขั้นตกลึกแนวคิด เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้สรุปความรู้ทั้งหมดที่ได้รับจากการทำกิจกรรม เพื่อร่วมกันอภิปรายถึงเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้รับและเป็นการประเมินเกี่ยวกับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอีกด้วย โดยในกิจกรรมมีการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแผนผังความคิดในรูปแบบเดียว ดังนั้นผู้วิจัยได้มีการแก้ไขวิธีการให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เช่น การให้นักเรียนร่วมกันเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้ลงในกระดาน เป็นต้น ดังตัวอย่างจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

.....
 ในขั้นตกลึกแนวคิด ควร มี ๑ ๕ ที่นำดาบทกลง ของบทที่ ๑๑ ทศ ม.๕ ม.๕ ม.๕ ม.๕
 ความคิด เพื่อเพิ่มความสนใจ กระตุ้น ความคิด ไม่จำกัด นำเรียนดาบทที่ ๑๑ ม.๕.....

ภาพประกอบที่ 9 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 4, 22 มิถุนายน 2565

นอกจากขั้นตอนการจัดกิจกรรมข้างต้น ผู้วิจัยพบว่า ระยะเวลาที่กำหนดในแต่ละกิจกรรมกับความสามารถในการทำกิจกรรมของผู้เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นปัจจัยสำคัญเนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถดำเนินกิจกรรมตามแผนให้สำเร็จได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด เช่น ชั้นระบุปัญหาที่อยู่ในชั่วโมงเดียวกับขั้นรวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด หรือขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยจำเป็นต้องเพิ่มเวลาในการทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ทำกิจกรรมจนสำเร็จ

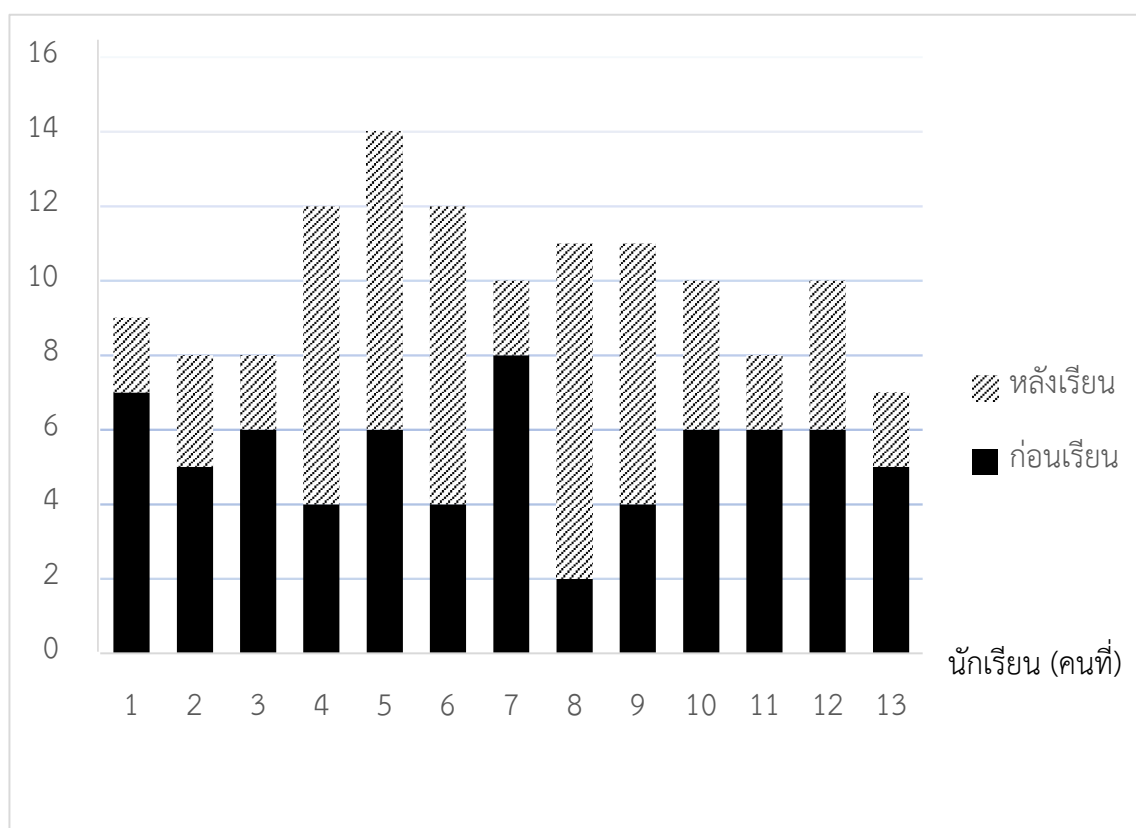
5. สื่อและแหล่งเรียนรู้ พบว่า มีการกำหนดแนวทางการใช้สื่อที่หลากหลาย ทำให้ครูผู้สอนและผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมกับกิจกรรม ในส่วนของสื่อที่เป็นลักษณะของเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ พบว่า ในบางอุปกรณ์นักเรียนยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน และปัญหาที่พบอีกประการหนึ่งสำหรับโรงเรียนขนาดเล็ก คือ ขาดสื่อคอมพิวเตอร์เพื่อให้นักเรียนสามารถนำมาใช้ในการสืบค้นข้อมูล ในส่วนของแหล่งเรียนรู้ตามนิยามของรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นคือแหล่งเรียนรู้ที่มีในชุมชน พบว่า นักเรียนสามารถเข้าถึงได้แต่อาจต้องมีครูผู้สอนหรือผู้ปกครองคอยสังเกตการณ์อย่างใกล้ชิด

6. การวัดและประเมินผล พบว่า มีการใช้วิธีการวัดและประเมินโดยเครื่องมือที่กำหนด แต่ควรเพิ่มวิธีการที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีการวัดโดยใช้แบบวัดและแบบประเมิน ซึ่งจากการสังเกต พบว่า เครื่องมือดังกล่าวมีข้อจำกัดสำหรับผู้เรียนบางคนที่มีปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการอ่าน หรือผู้เรียนที่มีปัญหาทางด้านความเข้าใจในภาษาไทย โดยอาจจะเพิ่มวิธีการวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลักษณะของการพูดหรือการให้ผู้เรียนที่มีปัญหาดังกล่าวได้อธิบายความคิดเห็นที่เกิดจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เป็นการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินเจตคติ และแบบบันทึกภาคสนาม โดยแบ่งออกเป็นดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยขอนำเสนอผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนดังภาพประกอบที่ 10



ภาพประกอบที่ 10 เปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

การเปรียบเทียบผลการทดสอบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยนักเรียนทั้ง 13 คน มีคะแนนความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ด้วยสถิติ Dependent Samples t-test

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	df	t	P
ก่อนเรียน	13	15	5.38	1.56	12	5.68**	.000
หลังเรียน			10.00	2.00			

จากตารางที่ 18 พบว่า ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

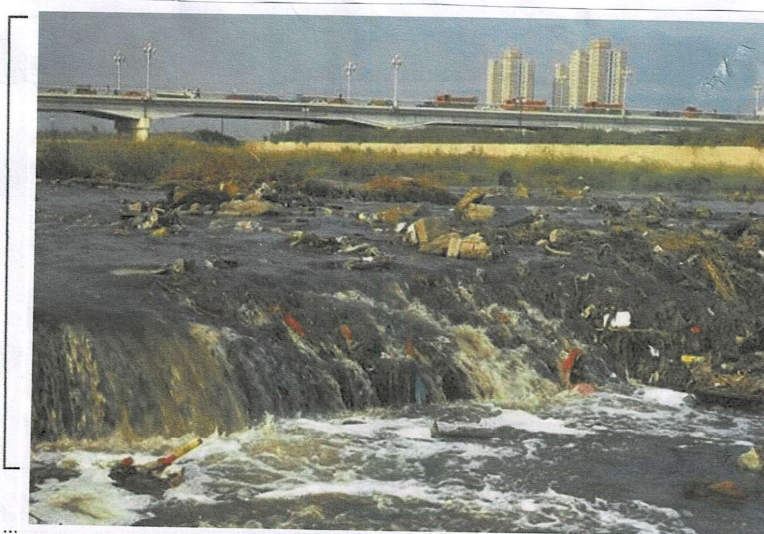
สมรรถนะความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์	ก่อนใช้รูปแบบ		หลังใช้รูปแบบ		ความต่าง	ร้อยละ	ลำดับที่
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.			
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (6)	2.23	0.93	3.85	1.57	1.62	27.00	3
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (5)	1.69	0.85	3.46	0.88	1.77	35.40	1
การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์(4)	1.46	1.05	2.69	0.95	1.23	30.75	2
รวม(15)	5.38	1.56	10.00	2.00	4.62	30.80	-

จากตารางที่ 19 พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมากที่สุดร้อยละ 35.40 รองลงมาคือ การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 30.75 และสมรรถนะที่มีความต่างของค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 27.00

ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากแบบบันทึกภาคสนาม แบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสังเกตในขณะที่ผู้เรียนกำลังปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม และจากใบกิจกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนที่ได้ทำการสืบค้นและบันทึกในสิ่งที่ได้ศึกษาค้นคว้าหรือลงข้อสรุปในประเด็นต่าง ๆ ร่วมกัน โดยผู้วิจัยขอนำเสนอเป็นประเด็นตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ใน 3 สมรรถนะ ดังต่อไปนี้

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง น้ำสะอาดด้วยมือเรา นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการเกี่ยวกับน้ำ ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม แต่เริ่มมีการแสดงให้เห็นหลังจากจัดกิจกรรมที่ 2 ขึ้นไป โดยนักเรียนเริ่มมีการแสดงให้เห็นถึงการอธิบายและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาที่ครูได้นำเสนออย่างสมเหตุสมผล ซึ่งนักเรียนบางคนเริ่มมีการเชื่อมโยงเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำการสืบค้นข้อมูลหรือจากการพบเห็นในชีวิตกับการทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้น เช่น หมอกกับควันต่างกันอย่างไร ทำไมควันถึงมีอันตราย หรือมีการคาดคะเนหรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมได้ เช่น กิจกรรมการสร้างแพควรถือจะใช้ขวดน้ำก็ขวดถึงจะรองรับน้ำหนักของแพได้ หรือการวางแผนเซลล์สุริยะจุดใดถึงจะสามารถรับพลังงานแสงได้ดี เป็นต้น มีการอธิบายให้เห็นถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาชีวิตและสังคมได้มากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างจากการเขียนคำตอบของนักเรียนจากแบบกิจกรรมต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนคิดรูปปัญหาหรือสถานการณ์ พร้อมเขียนบรรยายปัญหาดังกล่าว



กลุ่มน้ำดื่มใช้ น้ำจากคลองที่ใกล้จากหน้าผาใหญ่ทางระยอง เชื้อปนสกปรกทำให้
น้ำเป็นสีน้ำตาลไม่สะอาดใช้ไม่ได้

ภาพประกอบที่ 11 การอธิบายของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ในกิจกรรมที่ 1 , 5 กรกฎาคม 2565

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีการพัฒนาในส่วนของความสามารถในการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็นปัญหาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่กิจกรรมที่ 1 และแสดงให้เห็นการพัฒนาได้ชัดเจนมากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงกิจกรรมสุดท้าย ซึ่งนักเรียนสามารถแยกแยะประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้ว่าปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีการร่วมมือกันเสนอเกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหา รวมทั้งเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับสถานการณ์และความสามารถของนักเรียนในการออกแบบวิธีการหรือพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เพื่อใช้แก้ปัญหาดังกล่าวได้ ดังตัวอย่างจากภาพกิจกรรมต่อไปนี้

4. ให้นักเรียนสำรวจสภาพของแหล่งน้ำในชุมชน



4.1 ลักษณะของน้ำ

มีสีขุ่นใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส

ใส ไม่มีกลิ่น

4.2 ปัญหาของแหล่งน้ำที่สำรวจ

น้ำไม่สะอาด

4.3 สาเหตุของปัญหา

ฝนตก น้ำสกปรก และ อากาศสกปรก

สกปรก

4.4 แนวทางการแก้ปัญหาหรือแนวทางการแก้ปัญหา ก่อนนำมาใช้ประโยชน์

ตอบ ให้อ่างกรองน้ำไว้ก่อน

ภาพประกอบที่ 12 การอธิบายของนักเรียนกลุ่มที่ 3 ในกิจกรรมที่ 1 , 5 กรกฎาคม 2565

จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกที่นักเรียนทำการออกแบบและพัฒนาชิ้นงานเพื่อนำมาแก้ไขปัญหานั้น มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับความละเอียดที่เกิดขึ้นจากการออกแบบ เช่น สัดส่วนของชิ้นงาน ความเหมาะสมเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความสูง การเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม ทำให้นักเรียนได้มองเห็นถึงความเป็นไปได้มากยิ่งขึ้นเมื่อทำการประเมินชิ้นงาน และทำการพัฒนาชิ้นงานให้เหมาะสมและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่นักเรียนได้กำหนดขึ้นในการพัฒนาชิ้นงาน

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ในการทำกิจกรรมที่มีการให้นักเรียนได้ทำการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ อย่างหลากหลาย เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต การลงพื้นที่สำรวจ หรือการสอบถามผู้รู้ ทำให้นักเรียนเริ่มมีทักษะและความสามารถในการวิเคราะห์เกี่ยวกับข้อเท็จจริงของข้อมูล สามารถนำข้อมูลที่ได้อามาตีความตาม

ประเด็นและแปลงความหมายของข้อมูลได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น อีกทั้งนักเรียนรู้จักที่จะศึกษาความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้รับโดยมีการบันทึกเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ศึกษาและสามารถนำมาอ้างอิงในขณะทำการอภิปรายร่วมกันในห้องได้อย่างชัดเจน

2.2 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 20 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	ก่อนใช้รูปแบบ			หลังใช้รูปแบบ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับ	\bar{x}	S.D.	ระดับ
1. ความสนใจในวิทยาศาสตร์	2.94	0.36	ปานกลาง	3.85	0.32	ดี
1.1 ฉันรู้สึกสนุกเมื่อได้ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์	3.85	1.07	ดี	4.54	0.52	ดีมาก
1.2 วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่เครียดและน่าเบื่อ	2.85	1.07	ปานกลาง	3.85	0.69	ดี
1.3 ฉันมักจะเข้าร่วมโครงการหรือกิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์	2.85	1.28	ปานกลาง	4.08	0.95	ดี
1.4 ฉันมักจะยินดีที่จะอาสาทำกิจกรรมหรือบอกเล่าเรื่องราวต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์	3.46	1.05	ปานกลาง	3.69	0.85	ดี
1.5 ฉันมักจะอาสาช่วยทำกิจกรรมอื่นเมื่อถึงเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	2.69	1.18	ปานกลาง	4.00	0.91	ดี
1.6 ฉันมักติดตามข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ	1.92	0.95	ค่อนข้างไม่ดี	2.92	1.12	ปานกลาง
2. ให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้	3.49	0.37	ปานกลาง	3.72	0.36	ดี
2.1 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ช่วยทำให้ฉันเกิดการเรียนรู้และเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น	4.31	0.85	ดี	4.23	0.73	ดี
2.2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ฉันสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ	3.23	0.83	ปานกลาง	3.92	0.76	ดี

ตารางที่ 20 (ต่อ)

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	ก่อนใช้รูปแบบ			หลังใช้รูปแบบ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับ	\bar{x}	S.D.	ระดับ
2.3 ในขณะที่ทำกิจกรรม วิทยาศาสตร์ฉันจะตั้งคำถามและตอบ คำถามของคุณ	3.15	1.34	ปานกลาง	3.92	1.26	ดี
2.4 ฉันสามารถวิเคราะห์และ รายงานผลการทำกิจกรรมทาง วิทยาศาสตร์	2.85	1.21	ปานกลาง	3.69	0.85	ดี
2.5 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ สามารถนำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน	2.92	1.66	ปานกลาง	4.54	0.78	ดีมาก
2.6 วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อ สังคมและสามารถพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น	3.92	1.19	ดี	4.23	0.73	ดี
2.7 ฉันหลีกเลี่ยงกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เพราะใช้เวลาปฏิบัติงาน	3.54	1.05	ดี	3.46	0.52	ปานกลาง
2.8 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ ช่วยให้ฉันพัฒนาความรู้ของตนเอง	4.00	1.15	ดี	1.77	0.93	ค่อนข้างไม่ ดี
3. ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม	3.59	0.59	ดี	4.00	0.42	ดี
3.1 วิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้ สิ่งแวดล้อมดีขึ้นในอนาคต	4.23	0.83	ดี	4.38	0.65	ดี
3.2 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถพิสูจน์เพื่อแก้ปัญหาสิ่งที่ เกิดขึ้นตามธรรมชาติได้	3.31	1.25	ปานกลาง	3.62	1.12	ดี
3.3 การทำการทดลองทาง วิทยาศาสตร์ทำให้สิ่งมีชีวิตมีความ ผิดปกติจากเดิม	3.31	0.63	ปานกลาง	3.92	0.86	ดี
3.4 ฉันเป็นแบบอย่างที่ดีในการ ปฏิบัติตนเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน	3.54	0.88	ดี	4.00	0.58	ดี
3.5 การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ส่งผล ให้สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติลดลง	3.31	1.49	ปานกลาง	4.08	0.95	ดี

ตารางที่ 20 (ต่อ)

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	ก่อนใช้รูปแบบ			หลังใช้รูปแบบ		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
3.6 ฉันมักจะอาสาทำกิจกรรมเพื่อ รักษาสิ่งแวดล้อมในชุมชนให้ดีขึ้น	3.85	1.34	ดี	4.00	1.08	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม (เจตคติ 3 ด้าน)	3.34	0.34	ปานกลาง	3.86	0.27	ดี

จากตารางที่ 20 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ภาพรวมเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ปานกลาง ($\bar{X} = 3.34$, S.D. = 0.34) เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน พบว่า ด้านตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ ($\bar{X} = 3.59$, S.D. = 0.59) อยู่ในระดับ ดี รองลงมาคือ ด้านให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ ($\bar{X} = 3.49$, S.D. = 0.37) อยู่ในระดับ ปานกลาง และด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 2.94$, S.D. = 0.36) อยู่ในระดับ ปานกลาง ตามลำดับ

ภาพรวมเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดี ($\bar{X} = 3.86$, S.D. = 0.27) เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่า ด้านตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.42) อยู่ในระดับ ดี รองลงมาคือ ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 3.85$, S.D. = 0.32) อยู่ในระดับ ดี และด้านให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ ($\bar{X} = 3.72$, S.D. = 0.36) อยู่ในระดับ ดี ตามลำดับ

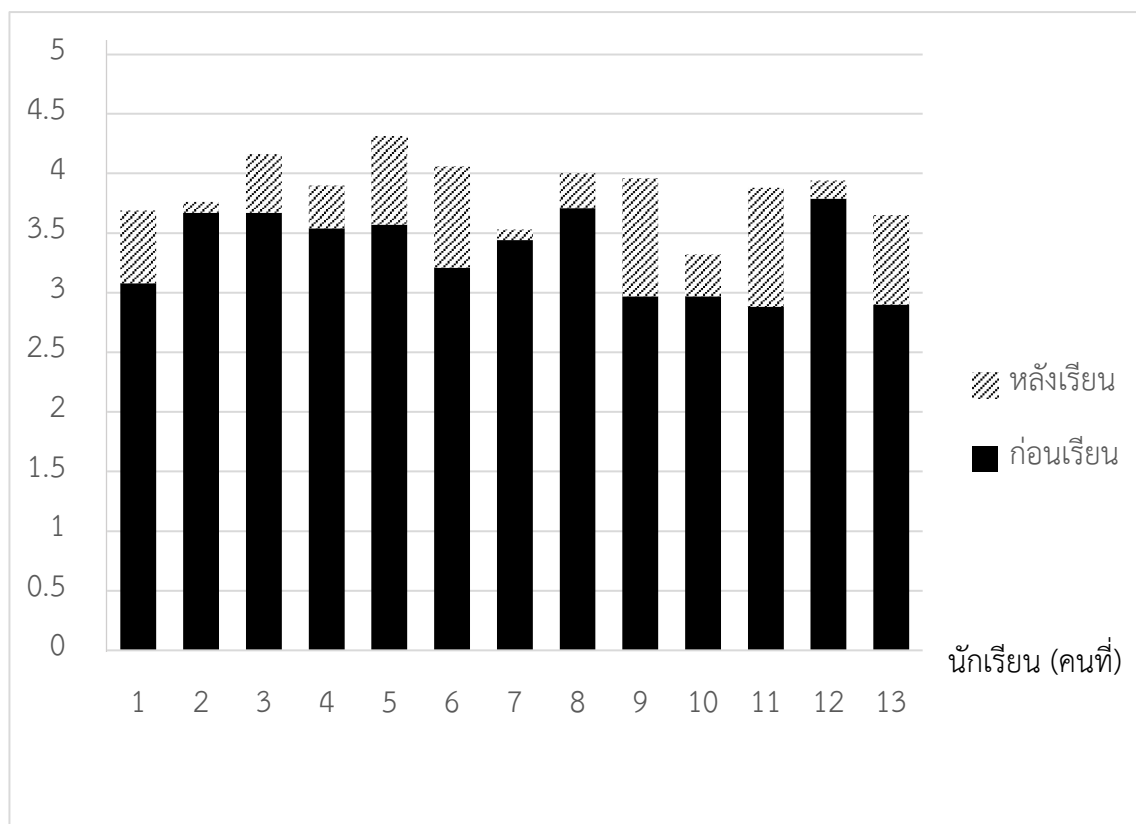
ตารางที่ 21 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การทดสอบ	n	\bar{X}	S.D.	df	t	P
ก่อนเรียน	13	3.34	0.34	12	5.66**	.000
หลังเรียน		3.86	0.27			

จากตารางที่ 21 พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่านักเรียนทั้ง 13 คน มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 13

คะแนน



ภาพประกอบที่ 13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากการวิเคราะห์คำตอบในส่วนของคุณคิดเห็นเพิ่มเติมต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเขียนคำตอบในเชิงอัตนัยถึงความคิดเห็นและความรู้สึกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่าคำตอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความแตกต่างกันระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีตัวอย่างของนักเรียนดังต่อไปนี้

ความคิดเห็นของนักเรียนก่อนเรียน

- นักเรียน A ตอบว่า “หนูชอบวิทยาศาสตร์นิดๆ”
- นักเรียน B ตอบว่า “ผมชอบวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้ชีวิตง่ายขึ้น”

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ผมชอบวิชาวิทยาศาสตร์ ให้ชีวิตง่ายขึ้น

ภาพประกอบที่ 14 คำตอบของนักเรียน B ในแบบประเมินเจตคติก่อนเรียน, 28 มิถุนายน 2565

จะเห็นว่านักเรียนบางคนมีการตอบคำถามเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงความชอบหรือเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่มีนักเรียนบางคนที่ตอบคำถามแสดงถึงความรู้สึกเชิงลบต่อวิทยาศาสตร์ เช่นคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

- นักเรียน C ตอบว่า “หนูชอบวิชาวิทยาศาสตร์ แต่มันยาก”
- นักเรียน D ตอบว่า “หนูไม่ค่อยชอบวิชาวิทยาศาสตร์”
- นักเรียน E ตอบว่า “ผมคิดว่ามันน่าเบื่อเกินไป”

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

หนูชอบวิชาวิทยาศาสตร์ แต่มันยาก

ภาพประกอบที่ 15 คำตอบของนักเรียน C ในแบบประเมินเจตคติก่อนเรียน, 28 มิถุนายน 2565

ความคิดเห็นของนักเรียนหลังเรียน

- นักเรียน B ตอบว่า “ฉันชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ฉันอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์”
- นักเรียน C ตอบว่า “หนูอยากไปเรียนรู้สถานที่ที่นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลอง”
- นักเรียน F ตอบว่า “ผมอยากให้อาจารย์เรียนด้วยกิจกรรมและทดลอง”
- นักเรียน G ตอบว่า “ผมอยากทดลอง เพราะทำให้เข้าใจและได้ความรู้มากขึ้น”

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

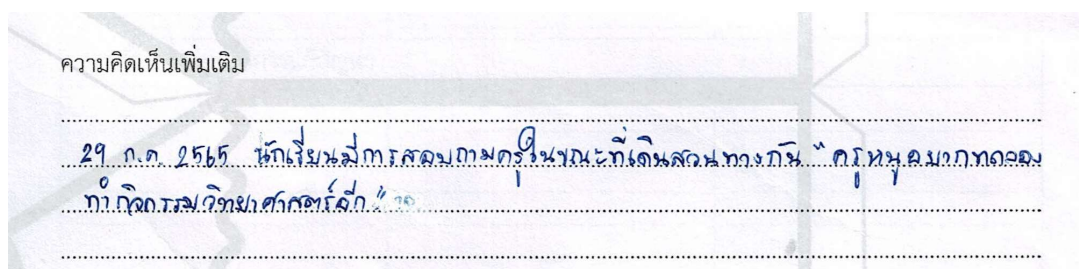
ฉันชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ฉันอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์

ภาพประกอบที่ 16 คำตอบของนักเรียน B ในแบบประเมินเจตคติหลังเรียน, 4 ตุลาคม 2565

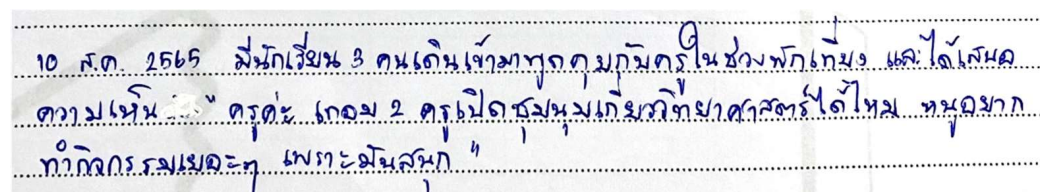
จะเห็นว่าหลังเรียนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นักเรียนทุกคนมีการตอบคำถามเชิงบวก เช่น ชอบเรียน อยากทดลอง เข้าใจมากขึ้น รวมทั้งมีความคิดที่อยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ และบางคนได้ตอบคำถามที่แสดง

ให้เห็นถึงคุณค่า หรือประโยชน์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเริ่มมีความอยากรู้อยากเห็นถึงสถานที่ที่นักวิทยาศาสตร์ทำงาน

นอกจากคำตอบของนักเรียนในส่วนของ การเขียนความคิดเห็นเพิ่มเติมในแบบประเมิน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น ยังมีในส่วนของคำพูดของนักเรียนที่ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกในแบบบันทึกภาคสนามในขณะที่อยู่ในช่วงเวลาดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่แสดงถึงความสนใจในวิทยาศาสตร์ (ภาพประกอบที่ 17) และแสดงถึงอยากใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ (ภาพประกอบที่ 18) โดยมีตัวอย่างดังต่อไปนี้



ภาพประกอบที่ 17 แบบบันทึกภาคสนามที่บันทึกโดยผู้วิจัย, 28 กรกฎาคม 2565



ภาพประกอบที่ 18 แบบบันทึกภาคสนามที่บันทึกโดยผู้วิจัย, 11 สิงหาคม 2565

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. การอภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.1 ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้องค์ประกอบของรูปแบบทั้งหมด 6 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) สารการเรียนรู้ 4) กระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5) สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 6) การวัดและประเมินผล และขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน คือ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง 6) นำเสนอและสะท้อนผล และ 7) ตกผลึกแนวคิด

1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดีมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายมาตรฐาน พบว่า ทั้ง 4 มาตรฐานมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก

1.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นจำนวน 4 แผน พบว่า ทั้ง 4 แผนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดีมาก

ตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.1 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่าความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาที่มีต่อความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยนำมาอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยรูปแบบมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบตามแนวคิดการพัฒนารูปแบบของ Joyce & Weil (2000) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวทางการพัฒนารูปแบบและทำการสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบจากนักการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ Anderson (1997), Joyce and Weil (2000), วารินทร์ รัตมีพรหม (2541), บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556) และทิตนา แชมมณี (2559) ได้ทั้งหมด 6 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) สารการเรียนรู้ 4) กระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5) สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 6) การวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีประเด็นครอบคลุมสำหรับการนำไปพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับ ปาลิตา สุขสำราญ (2560) ที่ได้ทำการศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบจากนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน เพื่อให้ได้องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อใช้ในการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับประถมศึกษา จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการกำหนดแนวคิดขององค์ประกอบให้มีความครอบคลุมและชัดเจน โดยผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของรูปแบบตามปรัชญาการศึกษาพิพัฒนาการนิยม (Progressivism) และทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ซึ่งสอดคล้องกับ ทิตนา แชมมณี (2559) ที่กล่าวเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับทฤษฎี หลักการหรือความเชื่อพื้นฐานของรูปแบบนั้น ๆ ในส่วนของกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีการสังเคราะห์ขั้นตอนจากหน่วยงานและนักการศึกษา ได้แก่ สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557), NGSS (2012), Reeve (2015), Margan et al (2013), ปาลิตา สุขสำราญ (2559), สุธิดา การิณี (2561), และทรศนีย์ บุญตันบุตร (2562) ซึ่งได้ทั้งหมด 7 ขั้นตอน คือ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง 6) นำเสนอและสะท้อนผล และ 7) ตกผลึกแนวคิด ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์และแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่มีความสอดคล้องกับหลักการและวัตถุประสงค์ของรูปแบบ เหมาะสมในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ ปราณี พงษ์สุพรรณ (2562) ที่ได้พัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ส. จากการศึกษาวิธีการสอน 4 แนวคิด คือ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานจนได้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมสำหรับการนำไปส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดผลิตภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จะเห็นได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ แต่ละกระบวนการที่ได้มีความน่าเชื่อถือเนื่องจากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและดำเนินการไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังที่ Arends (1997) ได้กล่าวเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบต้องดำเนินการไปตามจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่างหรือดำเนินการตามเป้าหมายของรูปแบบเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน

การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทำการประเมินเพื่อหาคุณภาพของรูปแบบ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตามมาตรฐานการประเมิน 4 มาตรฐานที่กำหนดโดย The Joint Committee on Standards of Educational Evaluation พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายมาตรฐานพบว่า ทั้ง 4 มาตรฐานมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก โดยมาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy Standards) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือมาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ (Utility Standards) มาตรฐานด้านความเป็นไปได้ (Feasibility Standards) และมาตรฐานด้านความเหมาะสม (Propriety Standards) ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีองค์ประกอบที่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายโดยมีแนวคิดการดำเนินการที่เป็นไปตามหลักการและทฤษฎีที่กำหนด มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญและสามารถนำรูปแบบไปใช้เป็นแบบแผนในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์

ให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดได้ (ทศนา แคมมณี, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับ นูร์เอ็ชชาน บอดอ (2565) ที่ทำการประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการความรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยประเมินใน 4 มาตรฐานที่กำหนดโดย JCSEE ผลการประเมินพบว่า ภาพรวมและแต่ละมาตรฐานมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือมาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์และมาตรฐานด้านความเหมาะสม รองลงมาคือ มาตรฐานด้านความถูกต้องครอบคลุมและมาตรฐานด้านความเป็นไปได้ตามลำดับ

ดังนั้นสรุปได้ว่าการดำเนินการดังกล่าวทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ครอบคลุมและเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญมาออกแบบแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 4 แผน จากนั้นนำแผนที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของแผน พบว่าทั้ง 4 แผนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก โดยแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แพน้อยสองไสว ที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือแผนที่ 3 เรื่อง อาหารจอมพลัง แผนที่ 2 เรื่อง มหัศจรรย์สิ่งประดิษฐ์รักโลก และแผนที่ 1 เรื่อง น้ำสะอาดด้วยมือเรา ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยออกแบบตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการจัดการตามหลักการของรูปแบบโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญและเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำ ซึ่งสอดคล้องกับ ทรรศนีย์ บุณตันบุตร (2563) ที่ทำการพัฒนาหลักสูตรการทำโครงการสะเต็มศึกษาโดยผลการใช้หลักสูตรพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งทำให้ผู้เรียนได้รับอิสระในการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการลงมือทำตามสิ่งที่คิดเพื่อแก้ปัญหาจากสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างอิสระภายใต้ข้อมูลที่ทำการศึกษาอย่างเป็นระบบ ดังปรัชญาการศึกษาพิพัฒนาการนิยม (Progressivism) ที่เน้นการเรียนรู้โดยการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์และเรียนรู้จากการคิด การลงมือทำและการแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ทศนา แคมมณี, 2559)

2. การเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยได้ทำการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนใช้รูปแบบและหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผลการเปรียบเทียบพบว่า ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการ

เรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้สูงขึ้นได้ เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้ในลักษณะของการบูรณาการตั้งแต่เริ่มต้นด้วยการสังเกตและศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวเองหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนของนักเรียน โดยปัญหานั้นเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถนำมาตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ พลอยนัตตา ผาไชย (2561) ที่ใช้บริบทเป็นพื้นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยนำสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันมาใช้ในการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยได้ใช้เกณฑ์การประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ OECD พบว่า การทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน คือ ผลการทดสอบก่อนเรียนอยู่ในระดับ 1b ส่วนผลการทดสอบหลังเรียนอยู่ในระดับ 4 และยิ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ที่อยู่ในระดับ 3 อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลายและลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างชิ้นงานที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาดังกล่าวจนสำเร็จ ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ตามประเด็นปัญหาหรือเรื่องที่ทำการศึกษาผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองตามทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ที่กล่าวว่าผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นรูปธรรมและสามารถจับต้องได้ (Papert, 1993) ซึ่งสอดคล้องกับ รักษศิริ วิจิตร และคณะ (2560) ที่ทำการเสริมสร้างความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยการพัฒนาแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM Education ผลการศึกษาพบว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเข้าร่วมกิจกรรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมตามรูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ทั้งในเรื่องของทักษะความสามารถในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล การพูดหรือการร่วมกันอภิปรายหรือให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับพร้อมมีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่ทำการศึกษาอีกด้วย เนื่องจากกิจกรรมมีกระบวนการที่ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจในเรื่องราวนั้น ๆ ได้อย่างแจ่มแจ้งจนสามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้รับสู่ผู้อื่นและสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) ที่กล่าวว่า บุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์จะต้องสามารถเชื่อมโยง อภิปราย และให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล

ในส่วนของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยได้ออกแบบข้อสอบที่มีการแยกสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทั้ง 3 ด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จะเห็นได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้พัฒนาขึ้นและมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนที่สูงขึ้นได้ เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีกระบวนการที่นำปัญหาจริงมาใช้ในการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถเลือกวิธีการและพิสูจน์สมมุติฐานเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ โดยอาศัยวิธีการทดลอง สร้างแบบจำลองหรือประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์ (2561) ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งผลการศึกษาพบว่าความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ อีกทั้งมีการใช้ทักษะการสื่อสารเพื่ออธิบายและนำเสนอข้อมูล มีการอภิปรายในสิ่งที่ค้นพบอย่างมีเหตุผลภายใต้ข้อมูลที่ศึกษาอย่างรอบคอบ มีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2558) เมื่อพิจารณาผลการศึกษาของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นรายด้าน สามารถสรุปข้อค้นพบได้ดังนี้

2.1 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยหลังใช้กิจกรรมอยู่ที่ 3.85 ซึ่งก่อนใช้รูปแบบมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.23 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับความสามารถในการนำความรู้มาใช้ในการสร้างคำอธิบายและพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นพร้อมให้เหตุผลได้จากการทำกิจกรรม โดยสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะเกิดขึ้นตั้งแต่ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด ที่นักเรียนได้นำสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้สอนเสนอขึ้นมาค้นหาข้อมูลด้วยรูปแบบต่าง ๆ ทำให้นักเรียนสามารถที่จะนำข้อค้นพบมาพยากรณ์และให้เหตุผลได้ ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอและสะท้อนผล และขั้นที่ 7 ตกผลึกแนวคิด โดยการที่นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมมาสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและเข้าใจเกี่ยวกับการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง โดยสมรรถนะที่มีความต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังอยู่ที่ 1.62 ซึ่งต่ำกว่าสมรรถนะอื่น ๆ เนื่องจากผู้เรียนยังไม่สามารถอธิบายหรือให้เหตุผลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีได้อย่างชัดเจน รวมทั้งการแสดงทักษะโดยการอาศัยข้อมูลเพื่อนำไปพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งสอดคล้องกับ สังวร ังตกระโทก และอนุสรณ์ เกิดศรี (2561) ที่ทำการสร้างข้อสอบเพื่อประเมินและวินิจฉัยความบกพร่องทางความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้วยโมเดล G-DINA ผลการประเมินพบว่า ทักษะการอธิบายหรือแปลผลปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่นักเรียนมีความบกพร่องมากที่สุด

2.2 สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยหลังใช้กิจกรรมอยู่ที่ 2.69 ซึ่งก่อนใช้รูปแบบมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.46 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับความสามารถในการการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สามารถระบุแยกแยะประเด็นปัญหาและเลือกวิธีการสืบเสาะที่เหมาะสมได้ โดยสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะเกิดขึ้นตั้งแต่ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด คือการที่นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่เสนอขึ้นและแยกแยะประเด็นได้ว่าปัญหาหรือคำถามใดที่สามารถนำมาตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยการเลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือแนวทางที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง คือการที่ผู้เรียนนำวิธีการหรือชิ้นงานที่ได้ออกแบบขึ้นมาประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้จริงหรือไม่ ควรปรับปรุงหรือพัฒนาเพิ่มเติมอย่างไรให้ได้วิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังอยู่ที่ 1.23 ซึ่งเป็นสมรรถนะที่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมากที่สุด เนื่องจากการจัดกิจกรรมจะเห็นได้ว่าผู้เรียนให้ความสนใจในขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีความท้าทายให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา จากนั้นให้ผู้เรียนลงมือออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ให้สำเร็จและสามารถใช้ได้จริง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการตรวจสอบและเลือกวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

2.3 สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า มีค่าเฉลี่ยหลังใช้กิจกรรมอยู่ที่ 3.46 ซึ่งก่อนใช้รูปแบบมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.46 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับความสามารถในการวิเคราะห์ ตีความและแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับจากคำกล่าวอ้างหรือข้อโต้แย้งต่าง ๆ ได้ โดยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะเกิดขึ้นตั้งแต่ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด คือการที่นักเรียนสามารถแยกแยะข้อมูลที่ทำการสืบค้นว่ามีความน่าเชื่อถือหรือไม่ ผ่านการตรวจสอบแหล่งข้อมูลและประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ปรากฏ ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอและสะท้อนผล และขั้นตอนที่ 7 ตกลงถึงแนวคิด การที่ผู้เรียนสามารถแปลงข้อมูลที่ได้รับเป็นรูปแบบที่เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น และสามารถที่จะวิเคราะห์และลงข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องหรือสาระใด โดยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์มีความต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังใช้รูปแบบอยู่ที่ 1.62 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยรองลงมาจากสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีปัญหาทางด้านภาษาไทยจะเห็นได้จากการทดสอบด้านการอ่านพบว่า

นักเรียนมีปัญหาในเรื่องของการอ่านรู้เรื่อง ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นหรือข้อมูลที่ทำการศึกษาได้ไม่ค่อยชัดเจนเท่าที่ควร ส่งผลกระทบต่อทักษะในการวิเคราะห์ การตีความและแปลความหมายข้อมูลของนักเรียน

ดังนั้นในการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจำเป็นต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นทั้ง 3 ด้าน ซึ่งผู้สอนต้องออกแบบกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยมีความเชื่อที่ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราทุกคน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถที่จะนำมาอธิบายหรือทำการตรวจสอบได้และสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีการค้นพบหลักฐานใหม่ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานอกจากจะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการระบุปัญหา การพิสูจน์สมมติฐาน ทำการทดลองหรือประดิษฐ์แล้ว ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาได้เรียนรู้วิธีการนำความรู้มาสร้างคำอธิบาย อภิปราย ให้เหตุผล หรือสะท้อนความคิดเห็นซึ่งกันและกันให้มากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการประเมินความถูกต้องของความรู้ที่ตนได้ทำการศึกษามาหรือมีการเปลี่ยนความหมายของความรู้เดิมด้วยแนวคิดใหม่ที่ได้จากการอภิปรายหรือการถกเถียงกันโดยอาศัยข้อมูลและประจักษ์พยานหลักฐาน

3. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำการประเมินเจตคติด้วยตนเองก่อนและหลังใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นโดยใช้แบบประเมินเจตคติ ผลการประเมินพบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้านหลังเรียนอยู่ที่ 3.86 ระดับ ดี ซึ่งพัฒนาขึ้นจากก่อนเรียนที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.34 ระดับ ปานกลาง แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ โดยสามารถพัฒนาความรู้สึกรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น จะเห็นได้จากการแสดงพฤติกรรมหรือความคิดเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกมากยิ่งขึ้น มีความเข้าใจใน ความสำคัญหรือเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อชีวิตและโลกในอนาคต รวมทั้งเกิดความตระหนักในผลกระทบของวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ต่อสังคมที่อาจเกิดขึ้นได้ (Jonathan, 2003) เนื่องจากผู้เรียนได้รับการเรียนรู้หรือรับประสบการณ์ตามหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบที่เรียนรู้จากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงหรือเรื่องราวที่นักเรียนมีความสนใจ อีกทั้งกิจกรรมมีการใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยและกระตุ้นความอยากรู้อยากเรียนและอยากค้นหาความจริงหรือพิสูจน์วิธีการหรือแนวทางที่เลือกที่สามารถใช้ได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับ ชนัต อินทะกนก (2559) ที่ใช้กรณีตัวอย่างเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามแบบสืบสอบ ซึ่งผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์รายด้านของนักเรียนสามารถสรุปข้อค้นพบได้ดังนี้

3.1 ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์เป็นเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยก่อนใช้รูปแบบอยู่ที่ 2.94 ระดับปานกลางและหลังใช้กิจกรรมอยู่ที่ 3.85 ระดับดี แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการแสดงออกถึงความสนใจในวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนสนใจด้วยการลงมือทำกิจกรรมเพื่อค้นหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาภายใต้เนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวชีวิตและมาตรฐานการเรียนรู้ระดับชั้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีการแสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์และเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ รวมทั้งผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบกิจกรรมแต่ละกิจกรรมโดยการเสนอปัญหาหรือสิ่งที่อยากพัฒนา ส่งผลให้นักเรียนมีความตั้งใจที่จะทำกิจกรรมหรือการแสวงหาความรู้และทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

3.2 ด้านให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้มีค่าเฉลี่ยก่อนใช้รูปแบบอยู่ที่ 3.49 ระดับปานกลาง และหลังใช้กิจกรรมอยู่ที่ 3.72 ระดับดี แสดงให้เห็นว่านักเรียนให้ความสำคัญและเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ แต่เจตคติด้านนี้มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดจากทั้งหมด 3 ด้าน เนื่องจากผู้เรียนเป็นนักเรียนในชั้นประถมศึกษาจึงมีข้อจำกัดในเรื่องของการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์บางวิธีมาใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ขั้นตอนเก็บรวบรวมข้อมูลหรือวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น และปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจทางภาษาของนักเรียน อีกทั้งความพร้อมในเรื่องของสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในโรงเรียนเพื่อใช้ในการค้นคว้าข้อมูลหรือการทำกิจกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และเห็นความสำคัญของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ ที่น้อยลง

3.3 ด้านตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยก่อนใช้รูปแบบอยู่ที่ 3.59 ระดับดี และหลังใช้กิจกรรมอยู่ที่ 4.00 ระดับดี แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความห่วงใยและพยายามส่งเสริมพฤติกรรมเพื่อต้องการรักษาสิ่งแวดล้อมให้มีความยั่งยืน ส่งผลให้ด้านตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เนื่องจากผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดกิจกรรมที่ใช้ปัญหา 3 ใน 4 ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นปัญหาเกี่ยวกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงในบริบทหรือรอบ ๆ ตัวของนักเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาเหตุของปัญหาและอันตรายหรือความร้ายแรงของปัญหาดังกล่าวที่อาจจะเกิดขึ้นได้หากไม่ได้รับการแก้ไข อีกทั้งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักและมีความพร้อมในการรับมือกับผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต (Hurd, 1997)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูควรศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนนำไปออกแบบแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสามารถออกแบบกิจกรรมในลักษณะของการบูรณาการและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบ

1.2 การจัดกิจกรรมตามรูปแบบการเรียนรู้อัตนศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรปรับหรือเปลี่ยนสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบริบทพื้นที่ของแต่ละโรงเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นปัญหาหรือเข้าใจสถานการณ์นั้น ๆ ได้อย่างแจ่มแจ้ง จนสามารถวิเคราะห์และออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ไปใช้ในการออกแบบแผนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้อัตนศาสตร์ในชั้นการตผลึกแนวคิดถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ แนวคิดหรือหลักการต่าง ๆ ที่ได้จากการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ดังนั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องใช้วิธีการหรือคำถามที่กระตุ้นการเรียนรู้อัตนศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิด ไตร่ตรองจนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากกิจกรรม

1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อัตนศาสตร์ตามรูปแบบในระดับชั้นประถมศึกษาครูผู้สอนควรคำนึงถึงความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคลในแต่ละช่วงวัย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและความปลอดภัย เนื่องจากรูปแบบมีขั้นตอนที่นักเรียนต้องดำเนินการปฏิบัติโดยการใช้อุปกรณ์จริง ซึ่งบางอุปกรณ์มีความเสี่ยงที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายกับผู้เรียนได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปเปรียบเทียบกับรูปแบบการอื่น ๆ เช่น การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หรือ STEM-BCG เป็นต้น เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพของรูปแบบในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หรือมีส่วนใดที่ควรปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม

2.2 ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรตามอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตามรูปแบบการเรียนรู้อัตนศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เช่น ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการออกแบบ ทักษะการทำงานกลุ่ม เป็นต้น เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบที่มีต่อทักษะอื่น ๆ ที่อาจจะสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้

บรรณานุกรม

- กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์. (2561). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็น เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2562). การพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). รัตนสุวรรณการพิมพ์.
- กมลรัตน์ ห้าสูงษ์. (2527). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. <http://sknpeo.go.th/home/datas/file/1562129459.pdf>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. <http://skn-peo.go.th/home/datas/file/1562129481.pdf>
- กฤติยาณี เจริญ. (2557). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กุลธิดา ชนาภิมุข. (2561). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- จักรเพชร สุริยะกมล. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เท่าทันและพฤติกรรมในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนัด อินทะกนก. (2559). ผลของการเรียนรู้โดยใช้กรณีตัวอย่างเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามแบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชนิษฐ์ศรา เทพจันตา. (2557). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ข่าวเป็นสื่อเพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโมเมนตัม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชัยวัฒน์ บวรวัฒนเศรษฐ์. (2559). ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเสริมต่อการเรียนรู้. วารสารแพรววาทศิลป์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, 3(2), 154-179.
- ดรรารัตน์ ชัยพิลา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์, 27(2), 98-109.
- ทรงศนีย์ บุญตันบุตร. (2562). การพัฒนาหลักสูตรส่งเสริมการทำโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- ทศนา แคมมณี. (2559). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 20). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรศักดิ์ อุปไมยอิชัย. (2557). พื้นฐานการจัดการศึกษา. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพคุณ แดงบุญ. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นพพงษ์ บุญจิตราตุล. (2527). หลักการบริหารการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). บริษัท เอส เอ็ม เอ็ม.
- นวลพรรณ สูงสมสกุล. (2563). การพัฒนาแบบตรวจสอบรายการประเมินนิมิตสำหรับการตรวจเยี่ยมประเมินคุณภาพโรงพยาบาลของผู้เยี่ยมสำรวจใหม่โดยใช้แนวคิดการประเมินนิมิตแบบตอบสนอง. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นัญชนก กองแก้ว. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง การดูดกลืนและคายความร้อน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นันทวัน นันทวนิช. (2557). การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015. นิตยสาร สสวท., 42(186), 40-43.
- เนชั่นแนล จีโอกราฟิก. (2561). 9 เทคโนโลยีเปลี่ยนโลกของอีลอน มัสก์ เศรษฐีนักประดิษฐ์. <https://ngthai.com/science/12222/9-innovation-from-elon-musk/>.

- นุรเอ็ฮซาน บอตอ. (2565). รูปแบบการจัดการความรู้เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการอิสลามของครูแกนนำสะเต็มศึกษาโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดชายแดนใต้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 33(2), 203-223.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน*. สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). สุวีริยาสาส์น.
- บุญเลี้ยง ทুমทอง. (2556). *ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้*. โรงพิมพ์เอส. พรินต์ติ้ง ไทยแพคคอรี่.
- ประสพชัย พสุนนท์. (2558). การประเมินความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินโดยใช้สถิติแคปปา. *วารสารวิชาการศิลปศาสตร์ประยุกต์*, 8(1), 2-20.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปราณี พงษ์สุพรรณ. (2562). การพัฒนาหลักสูตรเสริมสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดผลิตภาพสำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(1), 219-239.
- ปัญญา อุทัยพัฒน์ และอรรถดิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ. (2527). *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช: การจัดกิจกรรมในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. บริษัทประชาชนจำกัด.
- ปาไลตา สุขสำราญ. (2559). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุณบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2552). สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรที่วิทยาศาสตร์เป็น. *วารสารวิทยาศาสตร์*, 63(1), 84-89.
- พลอยนัลดดา ผาไชโย. (2561). *การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พัทธดนย์ อุดมสันติ. (2560). *การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- พาสนา จุฬรัตน์. (2548). *จิตวิทยาการศึกษา*. ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พินดา วราสุนันท์. (2554). บทความวิจารณ์หนังสือเรื่อง “The Program Evaluation Standards (3rd Edition) ปี ค.ศ. 2010”. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย*. 24(2): 273-278.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1*. เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- พูนสุข อุดม. (2556). *การพัฒนาหลักสูตร*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- เพียงขวัญ แสนมณี. (2563). *การศึกษามรรคนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2555). *ปรัชญาการศึกษาเบื้องต้น*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพโรจน์ งามสมพรพงศ์. (2559). *การเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างที่เรียนด้วยวิธีแบบหมวกคิดหกใบกับแบบอภิปรายกลุ่มย่อย*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภาณุวัฒน์ เวททำ. (2559). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มณีกันต์ จิตเอื้อเฟื้อ. (2557). *การส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง อาณาจักรสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ผนวกปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รารวรรณ ทิลาพันธ์. (2558). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- รักษศิริ วิจิตร, วิจิตร อุดอ้าย, และวาริรัตน์ แก้วอุไร. (2560). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM Education เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(2), 202-213.
- ลักสรดา จูเมฆา. (2555). *การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้แบบเน้นสมองเป็นฐานและกลวิธีการสอนอ่านเพื่อส่งเสริมการอ่านเชิงวิเคราะห์และการเขียนเพื่อการสื่อสารภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. [วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). สุวีริยาสาส์น. ลุภูพี ดอเลาะ. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วรรณิ์ แกมเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงพฤติกรรมศาสตร์*. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วารินทร์ รัชมีพรหม. (2541). *เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน. คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- วีรเดช เกิดบ้านตะเคียน. (2546). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนและความคงทนในการจำของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีระดับผลการเรียนต่างกันจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย รูปแบบต่างกักับการสอนตามคู่มือครู*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งชาติศตวรรษที่ 21*. บอส์การพิมพ์.
- ศักดิ์ สุนทรเสณี. (2531). *เจตคติ. รุ่งวัฒนา*.
- ศิวะ ปินะสา. (2556). *การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัม ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศุภกร สุขยิ่ง. (2559). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อเรื่อง สภาพสมดุล เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สถาบันการวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI). (2560). *พัฒนาคุณภาพครูสอนวิทยาศาสตร์ในยุค 4.0*. <https://tdri.or.th/2017/12/sciteacherreform/>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2535). *แนวการจัดชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน*. สถานสงเคราะห์เด็กชายบ้านปากเกร็ด.
- _____. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2552). *36 ปี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์*. อรุณการพิมพ์.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ตัวอย่างข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ PISA และ TIMSS: วิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2).* ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- _____. (2557). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม.* สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2560). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015.*
<https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa-2015-framework/>.
- _____. (2562). *ผลการประเมิน PISA 2018 นักเรียนไทยวัน 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง. FOCUS ประเด็นจาก PISA.* <https://drive.google.com/file/d/1D7IXCaYuXTMsznkD1O9-YeFfeSL-7zXU/view>.
- _____. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์.*
https://drive.google.com/file/d/1Y62NLj8zmr0FA_Y6B7lVMOYDosHUwF2a/view
- สยาม อรุณศรีมรกตและยงยุทธ วัชรกุล. (2559). เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน 17 ประการของสหประชาชาติเพื่อโลกอนาคต. *วารสารวิจัยสหวิทยาการไทย*, 11(3), 1-7.
- สังวร ภัตกระโทก และอนุสรณ์ เกิดศรี. (2561). การประเมินวินิจัยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยโมเดล G-DINA. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 41(4), 37-53.
- สาริญา และสุม. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน). (2561). *STEM EDUCATION.*
https://www.okmd.or.th/upload/pdf/magazine/The_Knowledge_vol_9.pdf%20.pdf.
- สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม. (2560). *บทสัมภาษณ์พิเศษ ดร.อุตตม สาวนายน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม เผยโรดแม็ปอุตสาหกรรม 4.0 คืบหน้า...พัฒนาทุกมิติ. วารสารอุตสาหกรรม. ฉบับเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2560. ซี แอด โปรโมชั่น (1997) จำกัด.*
- สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี. (2557). *คำแถลงนโยบายของคณะรัฐมนตรี พลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรีแถลงต่อสภานิติบัญญัติแห่งชาติ. สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา.*

- สุธิดา การิมี่. (2561). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. *นิตยสาร สสวท.*, 46(210), 44-49.
- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุริยาวิดี นีกรักษ์. (2559). การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- แสงแก้ว พานจันทร์. (2562). การจัดการเรียนรู้ตามแนวประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกันและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อภิสิทธิ์ ชงไชย. (2559). ความสำคัญของวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสทววรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 31(3), 48-53.
- อัญชลี นพภาภาคย์. (2543). การพัฒนาแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อาติละห์ เจ๊ะแม. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล. (2561). การวิจัยทางการศึกษา แนวคิดและการประยุกต์ใช้. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Implementation Project-Based Learning Integrated STEM to Improve Scientific Literacy Based on Gender. *Journal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202-212.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211.
- _____. (2002). Perceived behavioral control, Self-efficacy, Locus of control, and the theory of planned behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, 32(4), 665-683.
- Akpinar E., Yildir, E., Tatar, N., & Ergin, O. (2009). Students' attitudes toward science and technology: an investigation of gender, grade level, and academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2804-2808.

- Anderson, T.P. (1997). *Using models of instruction*. In C.R. Dills, & A.J. Romiszowski (Eds). Instructional development paradigms. Englewood Cliffs, Educational Technology.
- Anwer, M., Iqbal, H. M. (2012). Students' Attitude towards Science: A Case of Pakistan. *Pakistan Journal of Social and Clinical Psychology*, 10(1), 3-9.
- Arends, R.I. (1997). *Classroom instruction and management*. McGraw Hill.
- Bybee, R.W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Virginia: National Science Teacher Association Press.
- Ceylan, S., & Ozdike, Z. (2015). Improving a Sample Lesson Plan for Secondary Science Courses within the STEM Education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (177), 223-228.
- DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education*. Teachers College Press.
- Dilek Eren, C., Karadeniz Bayrak, B., & Benzer, E. (2015). The examination of primary school students' attitudes toward science course and experiments in terms of some variables. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 174, 1006-1014.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International journal of STEM education*, 2(14), 1-18.
- Gullickson, A.R., & Howard, B.B. (2009). *The Personnel Evaluation Standards: How to assess systems for evaluating educators* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Hurd, P. D. (1997). *Inventing Science Education for the New Millennium*. Teachers' College Press.
- Jonathan, O. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implicant. *International journal of Science Education*, 197(1), 788-792.
- Joyce, B., & Weil, M. (2000). *Model of teaching* (6th ed.) Prentice Hall.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner* (3rd ed.). Deakin University Press.
- Kusumastuti, F. A., Rombot, O., & Ariesta, F. W. (2019). The Effect of STEM Integration On Primary School Students' Scientific Literacy. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(12), 1551-1553.

- Laugksch, R. C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Margan, J. R., Moon, A. M., & Barroso, L. R. (2013). Engineering better projects. In R. M. Capraro, M.M. Capraro & J. R. Morgan (Eds.), *STEM project-based learning an integrated science, technology, engineering and mathematics (STEM) approach*. Sense Publishers, AW. (pp. 29-39).
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Reeve, E. M. (2015). *Science, technology, engineering & mathematics (STEM) education is here to stay*. <http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/08/STEM-Education-is-here-to-stay.pdf>.
- Saylor, J. G., Alexander, W., & Lewis, A. J. (1981). *Curriculum planning for better teaching and learning*. Holt, Rinehart and Winston.
- Stufflebeam, D.L.(2011). The Metaevaluation Imperative. *American Journal of Evaluation*. 22(2), 183-209.
- Suryawati, E. & Osman, K. (2018). Contextual Learning: Innovative Approach towards the Development of Students' Scientific Attitude and Natural Science Performance. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 61-76.
- Yarbrough, D.B., Shula, L.M., Hopson, R.K., & Caruthers, F.A. (2010). *The Program Evaluation Standards : A guide for evaluators and evaluation users* (3rd ed). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
2. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของขั้นตอนในการจัดจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินเจตคติ

1. ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยและ
ประเมินผล คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรีรัตน์ รวมเจริญ
อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
3. อาจารย์มุกดา ธรรมกิริติ
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียน
สาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
(ฝ่ายมัธยมศึกษา)
4. อาจารย์นุรอาซีกิน ยีสมัน
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียน
สาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
(ฝ่ายมัธยมศึกษา)
5. นางสาวฟาอีชะ อาลี
ครูชำนาญการพิเศษด้านการเรียน
การสอนวิทยาศาสตร์
โรงเรียนบ้านธารทิพย์
อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบบันทึกภาคสนาม

- | | |
|--|---|
| 1. ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ | อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยและ
ประเมินผล คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ สีเขียว | อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและ
การสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. อาจารย์มุกดา ธรรมกิริติ | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียน
สาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
(ฝ่ายมัธยมศึกษา) |
| 4. อาจารย์นุรอาซีกิน ยีสมัน | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียน
สาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
(ฝ่ายมัธยมศึกษา) |
| 5. นางสาวฟาอีชะ อาลี | ครูชำนาญการพิเศษด้านการเรียน
การสอนวิทยาศาสตร์
โรงเรียนบ้านธารทิพย์
อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา |

ตัวอย่างหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน โทร ๑๖๒๗

ที่ มอ ๒๐๒.๑๙/๖๕-๖๐๘๐

วันที่ ๒๑ มิถุนายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เรียน อาจารย์มุกดา ธรรมกิริติ

ด้วยนางสาวนาริมาห์ วาโต นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมี ดร.ฮามีดี๊ะ มูสอ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย โดยขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาและความสอดคล้องของข้อความกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย รวมถึงให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการทำวิจัยต่อไป โดยคณะศึกษาศาสตร์ มอบหมายให้ นางสาวนาริมาห์ วาโต หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๘๘-๗๐๑๖๖๓๘ อีเมลล์ narimahwado๖๓@gmail.com เป็นผู้ประสานงาน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.วรภาคย์ ไมตรีพันธ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต นวัตกรรมและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

1. คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
4. แบบบันทึกภาคสนาม

คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จัดทำโดย
นางสาวนาริมาห์ วาโต
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
พุทธศักราช 2565

คำนำ

คู่มือประกอบการใช้คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นคู่มือการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อมุ่งพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยจัดการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยองค์ประกอบในการพัฒนารูปแบบทั้งหมด 6 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ 3) สาระการเรียนรู้ 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5) สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 6) การวัดและประเมินผล

ผลการดำเนินการวิจัยและพัฒนาในครั้งนี้ทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งถือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรียนรู้วิธีการและแนวทางการแก้ปัญหาโดยการลงมือศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติจริง ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารฉบับนี้จะสามารถนำไปใช้เพื่อเสริมสร้างความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดการเรียนรู้ที่สามารถเท่าทันสถานการณ์ในปัจจุบัน เพื่อผู้เรียนสามารถพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น อีกทั้งสามารถสร้างภูมิคุ้มกันที่ดีในอนาคต

นาริมะห์ วาโต

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	163
วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	164
สาระการเรียนรู้	165
กระบวนการจัดการเรียนเรียนรู้	165
สื่อและแหล่งเรียนรู้	167
การวัดและประเมินผล	168
บทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียน	171
แนวทางในการนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้	172
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	172
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 น้ำสะอาดด้วยมือเรา	173
เอกสารอ้างอิง	199

คู่มือผู้สอน

เรื่อง รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริม ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและรอบด้าน ไม่ว่าจะเป็นทางด้านสังคม วัฒนธรรม และ เศรษฐกิจที่ได้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างโดยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการพัฒนาประเทศมากยิ่งขึ้น ดังนั้นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถือว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้กำหนดทิศทางการพัฒนาของสังคมในปัจจุบัน โดยเป้าหมายสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์คือ การให้ผู้เรียนเกิดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) คือ การที่ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ในแนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการมีจิตวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหา และสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

รัฐบาลจึงได้เสนอนโยบายการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการบูรณาการการศึกษาที่เรียกว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) (สำนักเลขาธิการ คณะรัฐมนตรี, 2557) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557; กมลฉัตร กล่อมอิม, 2562) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของความรู้ในแต่ละศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งและเชี่ยวชาญเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยอาศัยเครื่องมือและวิธีการทางเทคโนโลยีเข้ามาช่วยสนับสนุน เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผ่านการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ถือเป็นกิจกรรมที่ฝึกให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาแก้ไขปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นธรรมชาติ ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะที่เป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการนำแนวคิดปรัชญาการศึกษาพิพัฒนาการนิยม (Progressivism) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำหรือ “Learning by Doing” ที่เสนอโดย John Dewey (ทิศนา แคมมณี, 2559) อีกทั้งยังเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาโดยการสร้างสรรค์หรือประดิษฐ์ชิ้นงานผ่านการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ สื่อต่าง ๆ รวมทั้งมีการนำเทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองที่สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ที่พัฒนา

โดย Seymour Papert (1993) ที่กล่าวว่าผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือสร้าง สิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นรูปธรรมและสามารถจับต้องได้ (Papert, 1993) และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งปัญหา หรือสถานการณ์นั้นเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทพื้นที่ของผู้เรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ควรเข้าใจ วัฒนธรรมทางสังคมของผู้เรียนและเข้าใจพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคนโดยเฉพาะพัฒนาการด้าน ภาษา เพื่อที่จะสามารถจัด การเรียนรู้ภายใต้บริบทและวัฒนธรรมที่สอดคล้องกับผู้เรียนได้อย่างมี ประสิทธิภาพ

ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง แบบแผนใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติตาม สถานการณ์ที่ท้าทายหรือปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน โดยกิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งมีองค์ประกอบ หลักของรูปแบบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ สารการเรียนรู้ กระบวนการในการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจต คติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทาง วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการเรียนรู้และสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือเรียน ห้องสมุด สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต การลงพื้นที่สำรวจ การสอบถามผู้รู้ เป็นต้น มีการประเมินและตรวจสอบข้อมูล ติความและแปลความหมายข้อมูลที่ได้รับจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี มาสร้างคำอธิบาย หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างสมเหตุสมผล สามารถเสนอ สมมติฐาน ติความปรากฏการณ์และคาดเดาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นภายใต้ประจักษ์พยานหรือหลักฐาน
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถออกแบบและสร้างชิ้นงานหรือแบบจำลองเพื่อแก้ไขปัญหาจาก สถานการณ์ที่เกิดขึ้นและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนได้อย่างสร้างสรรค์และสามารถ นำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง

3. สารระการการเรียนรู้

สารระการการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาตามตัวชี้วัดและสารระการการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสารระการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยที่มีการบูรณาการกับสารระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี พร้อมทั้งใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรมผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกำหนดหัวข้อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบในชีวิตจริง โดยกิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และใช้กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งมีองค์ประกอบหลักของรูปแบบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ สารระการการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการสังเคราะห์ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้ยึดหลักปรัชญาการศึกษาพัฒนาการนิยม (Progressivism) และทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify Problem) หมายถึง การที่ผู้เรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนนำมาเสนอ และให้ผู้เรียนร่วมดำเนินการหาแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างตรงประเด็นภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ โดยปัญหาที่ทำการศึกษาเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการใช้ชีวิตประจำวัน หรือปัญหาที่พบเห็นในชุมชนของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด (Search Related Information) หมายถึง การที่ผู้เรียนร่วมดำเนินการศึกษาค้นคว้า เพื่อหาข้อมูลหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต หรือการสอบถามผู้รู้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และลงข้อสรุป เพื่อเป็นการทำความเข้าใจถึงแก่นแท้ของปัญหาดังกล่าวและสามารถเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Design Solution) หมายถึง การที่ผู้เรียนเลือกวิธีการหรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา จากนั้นดำเนินการร่างแบบเพื่อใช้เป็นแบบแผนในการสร้างชิ้นงานเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and Solve Problem) หมายถึง การที่ผู้เรียนร่วมกันกำหนดหรือวางลำดับขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามวิธีการหรือแบบแผนที่ได้เลือกไว้ จากนั้นลงมือดำเนินการสร้างชิ้นงานหรือแบบจำลองตามแผนที่ได้กำหนดไว้ โดยมีครูผู้สอนที่คอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือ รวมทั้งการจัดหาอุปกรณ์เพื่อให้ผู้เรียนนำมาใช้ในการสร้างชิ้นงานที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริง

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Test Evaluation and Design Improvement) หมายถึง การที่ผู้เรียนนำชิ้นงานที่ได้พัฒนาขึ้นมาวัดประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ และมีการประเมินผลประสิทธิภาพของงานใช้งานตามสภาพจริงที่ได้ดำเนินการประเมินโดยผู้เรียนเองและสมาชิกในกลุ่ม โดยมีเพื่อนในชั้นเรียนและครูผู้สอนร่วมกันชี้แนะและเสนอแนวทางการพัฒนาให้ดีขึ้น

ขั้นที่ 6 นำเสนอและสะท้อนผล (Present and Reflect Feedback) หมายถึง การที่ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจนสำเร็จ รวมถึงมีการนำเสนอเกี่ยวกับกระบวนการในการแก้ปัญหาที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการคิด เพื่อให้ครูผู้สอน เพื่อนๆ และผู้อื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือสนใจได้รับรู้และเข้าใจ มีการนำเสนอเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้จากการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยมีการสะท้อน (Feedback) ในลักษณะการให้ข้อมูลป้อนกลับจากครูผู้สอน เพื่อนๆ และผู้ที่ร่วมรับฟังเพื่อให้ผู้เรียนสามารถรับรู้ถึงผลงานหรือกระบวนการต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการว่ามีความถูกต้อง เหมาะสมหรือไม่ เพื่อที่สามารถนำไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมครั้งต่อไป

ขั้นที่ 7 ตกผลึกแนวคิด (Crystalize Core Concept) หมายถึง การที่ผู้เรียนทำการสรุปความรู้ที่ได้รับจากกระบวนการต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนของการทำกิจกรรม โดยมีการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงกับแนวคิดหรือความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม และมีการร่วมกันสรุปความรู้ในลักษณะของแผนผังความคิด (Mind Mapping) ให้เป็นระบบระเบียบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและจดจำสิ่งที่เรียนได้ง่ายและมีความคงทนในการจดจำมากยิ่งขึ้น

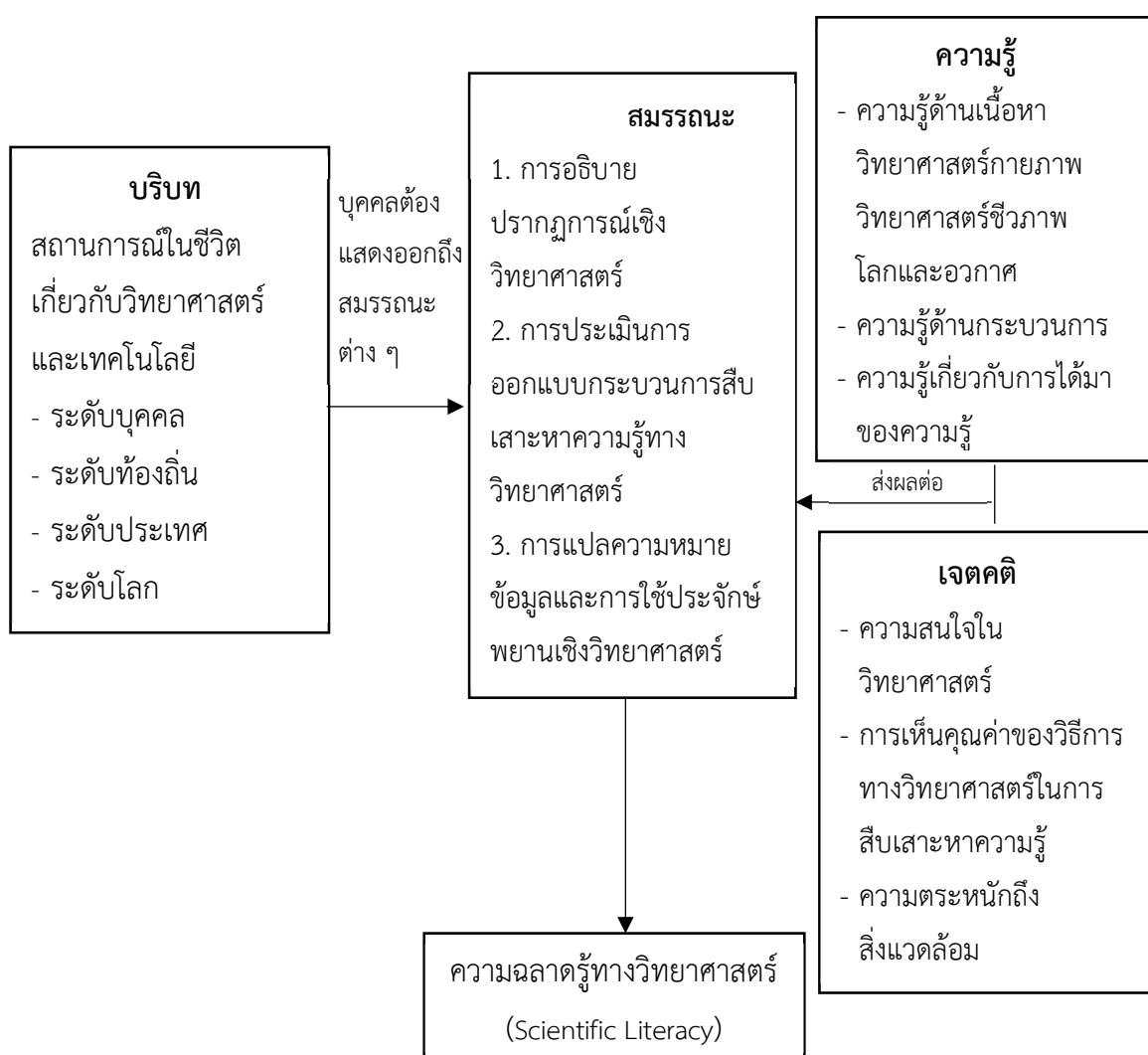
5. สื่อและแหล่งเรียนรู้

สื่อที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ประกอบในการจัดกิจกรรม โดยเน้นสื่อที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิต เช่น สื่อวัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการประดิษฐ์ สื่อเทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ สื่อบุคคล เช่น ผู้รู้ในชุมชนเพื่อทำการสอบถามหรือสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล

แหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรม เป็นแหล่งที่อยู่รอบ ๆ ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าไปค้นหา ศึกษา เรียนรู้ และดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงกับตนเอง โรงเรียน หรือชุมชน

6. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์ตามแนวทางของ PISA มีการประเมินที่ครอบคลุม 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องตามกรอบโครงสร้างการประเมินผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2015 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) โดยผู้วิจัยมีการปรับกรอบการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมกับการวิจัย ดังนี้



โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 2 เครื่องมือ ได้แก่

1) แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบในลักษณะของการตอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยสถานการณ์ที่อยู่ในบริบทแวดล้อมของนักเรียน จำนวน 3 สถานการณ์ คือ 1) เชื้อนบางนาง 2) ราชาแห่งผลไม้ (ทุเรียน) และ 3) แกะแบร์ก โดยมีข้อคำถามของแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 15 ข้อ

2) แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินที่สร้างตามแนวทางการประเมินของ Likert โดยกำหนดมาตราวัด 5 มาตรา ซึ่งในแบบประเมินเจตคติมีข้อความที่แสดงถึงเจตคติทางบวกหรือทางลบ โดยมีข้อความทั้งหมด 20 ข้อ

7. บทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียน

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยขอเสนอตามตารางดังต่อไปนี้

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
1. ระบุปัญหา (Identify Problem)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน (ระดับบุคคล)หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน (ระดับชุมชน) ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การเล่า นำเสนอภาพการเปิดวิดีโอทัศน์ - ครูใช้คำถามในการกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาและเห็นความจำเป็นที่จะต้องได้รับการแก้ปัญหาหลากหลายมิติ 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนร่วมกันสังเกต ตั้งคำถามวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา - ผู้เรียนร่วมกันเสนอสาเหตุของปัญหา และผลกระทบที่เกิดขึ้น - ผู้เรียนร่วมกันคาดคะเนแนวทางที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย
2. รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด (Search Related Information)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูแจกใบกิจกรรมเพื่อใช้สำหรับการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และแจกใบงานเพื่อใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและค้นหา 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนร่วมกันศึกษาและสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับประเด็นของปัญหาผลกระทบ หรือสถานการณ์ตัวอย่างที่เคยเกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไขปัญหา จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
	<ul style="list-style-type: none"> - ครูให้อิสระแก่ผู้เรียนในการสืบค้นข้อมูล จากแหล่งข้อมูลต่าง - ครูคอยสังเกต สนับสนุนและให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนเกิดอุปสรรคในการสืบค้นข้อมูล 	<p>เช่น ใบความรู้ หนังสือเรียน ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต สัมภาษณ์ผู้รู้ เป็นต้น</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลลงในใบงาน - ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์กันในกลุ่ม
<p>3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Design Solution)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ครูใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เลือกแนวทางที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา - ครูให้นักเรียนสังเกตวัสดุอุปกรณ์ที่ผู้เรียนสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในแต่ละกิจกรรม และบางกิจกรรมมีการติดตามเพื่อกำหนดเกณฑ์ในการเลือกใช้วัสดุ - ครูกำหนดเกณฑ์สำหรับประเมินการแก้ปัญหา หรือประสิทธิภาพของชิ้นงานที่จะใช้แก้ปัญหา เช่น ความทน ความเร็ว ความสมดุล เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ - ครูแจกกระดาษและปากกาเพื่อให้ผู้เรียนใช้ในการร่างแบบ - ครูคอยสังเกต ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางที่เป็นไปได้เกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาของผู้เรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนร่วมกันเลือกแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม - ผู้เรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ และร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่เป็นไปได้ และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานภายใต้อุปกรณ์ที่กำหนด ให้มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้จริง - ผู้เรียนร่วมกันร่างแบบชิ้นงานที่จะใช้แก้ปัญหา โดยให้กำหนดขนาด ความยาว ความสูง และอื่น ๆ รวมทั้งกำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละส่วนอย่างชัดเจน

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and Solve Problem)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูเตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างแบบจำลองหรือการพัฒนาชิ้นงาน - ครูคอยสังเกตการดำเนินการของผู้เรียน ครูคอยอำนวยความสะดวกให้มีการแนะนำ ชี้แนะแนวทาง ให้คำปรึกษา รวมทั้งในการช่วยเหลือหากมีขั้นตอนที่อาจทำให้ผู้เรียนเกิดอันตรายได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนร่วมกันวางแผนเกี่ยวกับขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อลงมือสร้างชิ้นงานหรือแบบจำลองให้บรรลุผลอย่างรอบคอบ - ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่การทำงานเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการของแต่ละคน - ผู้เรียนร่วมกันสร้างชิ้นงานหรือแบบจำลองตามแบบร่างที่ออกแบบจนสำเร็จ
5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง (Test Evaluation and Design Improvement)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูเข้าไปสอบถาม เพื่อร่วมประเมินชิ้นงานของผู้เรียน - ครูให้คำถามกระตุ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นถึงข้อบกพร่องที่ควรแก้ไข และคำนึงถึงเกณฑ์ที่กำหนด 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนมีการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานในการใช้งานหรือการแก้ปัญหา - ผู้เรียนมีการประเมินชิ้นงานกับเกณฑ์ที่กำหนดและร่วมกันวิเคราะห์ผลการประเมินชิ้นงานว่าควรที่จะปรับปรุงแก้ไขหรือไม่อย่างไร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น - ผู้เรียนร่วมกันแก้ไขแบบจำลองเพิ่มเติม
6. นำเสนอและสะท้อนผล (Present and Reflect Feedback)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูจัดเตรียมสถานที่ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการนำเสนอชิ้นงานของผู้เรียน - ครูรับฟังการนำเสนอชิ้นงานและวิธีการดำเนินการของผู้เรียน รวมทั้งแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการ 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานพร้อมกระบวนการในการดำเนินการ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย มีการบอกวิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่ได้ รวมทั้งปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข - ผู้เรียนรับฟังข้อเสนอแนะจากครูและเพื่อนๆ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องในการ

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
	<ul style="list-style-type: none"> - ครูให้ผู้นำเสนอสะท้อนผลที่ได้จากการทำกิจกรรม - ครูให้ผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องร่วมรับฟังการนำเสนอแสดงความคิดเห็นจากการรับฟังและให้ข้อเสนอแนะ - ครูแนะนำหรือสะท้อนผลการดำเนินงานของผู้เรียน บอกถึงข้อดีและข้อที่ควรแก้ไข และมีการเสริมแรงทางบวกเกี่ยวกับการทำงานของผู้เรียน 	<p>ทำกิจกรรม เพื่อนำไปใช้ในการทำกิจกรรมในครั้งต่อไป</p>
7. ตกผลึกแนวคิด (Crystalize Core concept)	<ul style="list-style-type: none"> - ครูแจกวัสดุอุปกรณ์ เช่น กระดาษและปากกา เพื่อให้ผู้เรียนใช้ในการสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม - ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และสามารถเชื่อมโยงกิจกรรมกับความรู้ในชั้นเรียน - ครูรับฟังการนำเสนอของผู้เรียนและมีการอธิบาย ขยายความเพิ่มเติมให้กระจ่างมากขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนรับอุปกรณ์และร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม ใช้การประมวลความรู้และสรุปในลักษณะผังแนวคิด (Mind Mapping) มีการเชื่อมโยงและอธิบายรายละเอียดของความรู้ที่ได้รับ - ผู้เรียนนำเสนอความรู้ที่ได้รับหน้าชั้นเรียน

8. แนวทางในการนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้

การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาครั้งนี้ ควรเริ่มจากการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และมีการเตรียมความพร้อมล่วงหน้า ทั้งด้านการวิเคราะห์และเลือกสาระการเรียนรู้ตามตัวชี้วัด การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ รวมทั้งการวัดและประเมินผล การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เป็นการระบุมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในลักษณะของกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยยึดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2) เรื่อง เป็นการระบุเรื่องที่จะใช้ในการจัดกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของนักเรียน โดยมีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาและกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติ

3) สาระการเรียนรู้ เป็นการระบุว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน การศึกษาเนื้อหาจะต้องศึกษา และวิเคราะห์ว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับกิจกรรมอย่างไร ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรจากการจัดกิจกรรม ซึ่งต้องเขียนในลักษณะประโยคบอกเล่าที่มีความหมายชัดเจน กระชับ เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับผู้เรียน

4) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการระบุถึงผลการเรียนรู้ พฤติกรรม หรือความสามารถที่ผู้เรียนจะได้รับทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ หลังจากการทำกิจกรรมในแต่ละแผนการเรียนรู้ การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นเป็นการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) ชั้นระบุปัญหา 2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด 3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง 6) ชั้นนำเสนอและสะท้อนผล และ 7) ชั้นตกผลึกแนวคิด

6) สื่อและแหล่งเรียนรู้ เป็นการระบุสื่อ วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และระบุสถานที่หรือแหล่งเรียนรู้ที่จำเป็นในการศึกษา ค้นคว้าข้อมูล โดยให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรม

7) การวัดและประเมินผล เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่ โดยการระบุสิ่งที่วัด วิธีวัด เครื่องมือที่ใช้ในการวัด เกณฑ์การวัดและประเมินผล

9. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสะอาดด้วยมือเรา เวลา 6 คาบ (คาบละ 50 นาที)
 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565
 ผู้สอน วันที่.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

1.1 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด ป 6/1 อธิบายและเปรียบเทียบการแยกสารผสมโดยการหยิบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ รวมทั้งระบุวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการแยกสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด ป. 6/5 อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทยจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ตัวชี้วัด ป.6/6 บรรยายลักษณะและผลกระทบของน้ำท่วมการกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ

ตัวชี้วัด ป. 6/7 ตระหนักถึงผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัยโดยนำเสนอแนวทางในการเฝ้าระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดในท้องถิ่น

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ป 6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์ จากปัญหาอย่างง่าย

ตัวชี้วัด ป 6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ตัวชี้วัด ป. 6/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

1.2 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ป 3/11 เลือกใช้เครื่องตวงที่เหมาะสม วัดและเปรียบเทียบปริมาตร ความจุเป็นลิตร และมีลิตร

2. การบูรณาการเชิงสหวิชา

น้ำสะอาดด้วยมือเรา เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่มนุษย์นำมาใช้ในการดื่มและใช้ทำกิจวัตรประจำวัน โดยปกติแล้วแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีสิ่งสกปรกปะปนอยู่ และยิ่งในช่วงฤดูฝน เกิดมรสุมหรือภัยธรรมชาติขึ้น ก็ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำเป็นน้ำโคลน และมีสีขุ่น เป็นลักษณะสารเนื้อผสม ดังนั้นจึงต้องทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หรือลงพื้นที่สำรวจ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาและได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ รวมทั้งหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้น้ำสะอาด ปราศจากสิ่งสกปรก โดยการพัฒนาเทคโนโลยีในการกรองน้ำจากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติกที่ใช้หลักการแยกสารเนื้อผสม เช่น การตกตะกอน การรินออก หรือการกรอง เป็นต้น มีการคำนวณปริมาตรและความจุของเครื่องกรองน้ำที่พัฒนา และนำน้ำจากการกรองมาวัดปริมาณที่ได้ภายในระยะเวลาที่กำหนดด้วยเครื่องตวงที่เหมาะสม และตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำ

3. สารสำคัญ

น้ำ จัดเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของคนเรา และช่วยให้ร่างกายทำงานได้ตามปกติ แหล่งน้ำในธรรมชาติมีทั้งแหล่งน้ำผิวดิน เช่น ทะเล บึง แม่น้ำ และแหล่งน้ำใต้ดิน เช่น น้ำบาดาล โดยมีลักษณะเป็นทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม ซึ่งน้ำจืดจะเป็นน้ำที่มนุษย์นำมาใช้ในการดื่มและใช้ทำกิจวัตรต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยปริมาณน้ำจืดทั้งหมดบนโลกแบ่งเป็นน้ำจืดที่ไม่สามารถนำมาใช้ได้และน้ำจืดที่สามารถนำมาใช้ได้ น้ำจืดที่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น ธารน้ำแข็งและพืดน้ำแข็ง น้ำแข็งใต้ดิน ความชื้นในดิน ความชื้นในบรรยากาศ น้ำในสิ่งมีชีวิต และน้ำจืดที่สามารถนำมาใช้ได้ โดยแบ่งเป็นน้ำจืดที่ไม่สามารถนำน้ำมาใช้ได้ทันที เช่น น้ำใต้ดิน และน้ำจืดที่สามารถนำน้ำมาใช้ได้ทันที เช่น ทะเลสาบ บึง แม่น้ำ ซึ่งสาเหตุที่ไม่สามารถนำน้ำมาใช้ได้ทันทีเป็นเพราะต้องทำให้น้ำมีความสะอาดก่อน

การแยกสารเนื้อผสมที่มีของแข็งผสมกับของแข็งแยกออกจากกัน ทำได้โดยวิธีการร่อน การหยิบออก หรือการใช้แม่เหล็กดึงดูด ส่วนสารผสมที่มีของแข็งผสมกับของเหลวแยกออกจากกันได้โดยวิธีการกรองและตกตะกอน สำหรับสารผสมที่มีของแข็งละลายในของเหลวเป็นเนื้อเดียว แยกออกจากกันโดยวิธีระเหยแห้งและตกผลึก ซึ่งในกรณีของน้ำที่มีของแข็งและของเหลวผสมกันอยู่ต้องใช้วิธีการกรองและการตกตะกอน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

- 1) อธิบายแหล่งน้ำในธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ในการดำรงชีวิตได้ (K)
- 2) ระบุปัญหาและบอกแนวทางที่ถูกต้องในการแยกสารเนื้อผสมที่อยู่ในสถานะต่าง ๆ ได้ (K)
- 3) วางแผนและออกแบบเครื่องกรองน้ำจากวัสดุเหลือใช้ที่สามารถใช้งานได้ (P)
- 4) ประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำจากวัสดุเหลือใช้ที่สามารถใช้งานได้ (K)
- 5) ร่วมมือประดิษฐ์ชิ้นงานอย่างกระตือรือร้นจนสำเร็จและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายอย่างดี (A)

4. กรอบแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

<u>วิทยาศาสตร์ (S)</u>	<u>เทคโนโลยี (T)</u>
<ul style="list-style-type: none"> - น้ำ แหล่งน้ำ และการใช้ประโยชน์จากน้ำ - หิน และลักษณะของหิน - การแยกสาร เช่น การกรอง การตกตะกอน การร่อน การหีบออก การใช้แม่เหล็กดึงดูด ระเหยแห้งและตกผลึก 	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างชิ้นงานตามความสนใจหรือเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ - รวบรวมข้อมูล ใช้คอมพิวเตอร์ในการสืบค้นข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิด และร่างภาพ
น้ำสะอาดด้วยมือเรา	
<u>วิศวกรรมศาสตร์ (E)</u>	<u>คณิตศาสตร์ (M)</u>
<ul style="list-style-type: none"> - ใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรมในการออกแบบและสร้างสรรค์เครื่องกรองน้ำ เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์และข้อจำกัดที่กำหนด 	<ul style="list-style-type: none"> - การตวงและการใช้เครื่องตวง การคำนวณ ปริมาตรและความจุของเครื่องกรองน้ำที่พัฒนาขึ้น

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

7. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> การสังเกต | <input checked="" type="checkbox"/> การวัด |
| <input type="checkbox"/> การใช้จำนวน | <input type="checkbox"/> การจำแนกประเภท |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ การหาความสัมพันธ์ระหว่าง <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> สเปซกับสเปซ <input checked="" type="checkbox"/> สเปซกับเวลา | <input checked="" type="checkbox"/> การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล |
| <input checked="" type="checkbox"/> การพยากรณ์ | <input checked="" type="checkbox"/> การลงความเห็นจากข้อมูล |
| <input checked="" type="checkbox"/> การตั้งสมมติฐาน | <input checked="" type="checkbox"/> การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ |
| <input checked="" type="checkbox"/> การกำหนดและความคุมตัวแปร | <input checked="" type="checkbox"/> การทดลอง |
| <input checked="" type="checkbox"/> การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป | <input checked="" type="checkbox"/> การสร้างแบบจำลอง |

8. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้ | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งสู่มาตรฐานสากล |
| <input checked="" type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง | |

9. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา (Identify Problem) เวลา 25 นาที

- 1.1 นักเรียนทำกิจกรรม “รวมเงินให้ครบบาท” เพื่อเป็นการจับกลุ่มของนักเรียน (เวลา 5 นาที)
- นักเรียนร่วมกันร้องเพลง “รวมเงิน รวมเงินวันนี้ ถ้าจะให้ดีอย่าให้เกินอย่าให้ขาด ผู้หญิงนั้นคือ 2 บาท ผู้ชายเก่งกาจ 50 สตางค์ ” จากนั้นออกคำสั่งให้นักเรียนรวมเงินเป็นกี่ปาท เพื่อให้ได้กลุ่มที่มีการคละนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนที่มีความสามารถที่หลากหลาย โดยร้องเพลง 2 รอบ

1.2 นักเรียนสังเกตคุณภาพของน้ำจากแหล่งน้ำเดียวกันของหมู่บ้าน แต่เป็นน้ำที่เก็บในช่วงเวลาต่างกัน ซึ่งครูนำมาใช้เป็นตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนศึกษา โดยให้นักเรียนสังเกต สี กลิ่น ตะกอนและความโปร่งใส (5 นาที)



ช่วงปกติ



ช่วงที่มีฝนตก

1.3 นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามจากการสังเกตความแตกต่างของน้ำทั้งสอง โดยมีแนวคำถามดังนี้ (เวลา 5 นาที)

- น้ำทั้งสองเป็นน้ำในแหล่งน้ำใด
(แนวคำตอบ น้ำคลอง แหล่งน้ำจืด หรือแหล่งน้ำบนดิน)
- ตัวอย่างน้ำทั้ง 2 มีความแตกต่างกันอย่างไร
(แนวคำตอบ แก้วที่ 1 น้ำมีความใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีตะกอนหรือเศษขยะ ไม่มีสี แก้วที่ 2 น้ำมีสีขุ่น มีกลิ่นของดิน มีตะกอน)
- น้ำทั้งสองสามารถนำมาดื่มได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
(แนวคำตอบ แก้วที่ 1 สามารถดื่มได้เพราะเป็นน้ำสะอาด แก้วที่ 2 ดื่มไม่ได้เพราะไม่สะอาด)

1.4 นักเรียนร่วมกันดูวิดีโอ เรื่อง พิมรี่พาย ทนไม่ไหว ทุ่มงบหลักแสน หลังเห็นชาวบ้านดื่มน้ำไม่สะอาด (เวลา 3 นาที)



สืบค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=XVGS2TFZGPM>

เมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2564

1.5 นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ สาเหตุของปัญหา พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัญหาหรือ ความต้องการที่เกิดขึ้น เพื่อกำหนดกรอบของปัญหาหรือความต้องการให้ชัดเจน (เวลา 2 นาที) โดย ตอบคำถามต่อไปนี้

(แนวคำตอบ ปัญหาน้ำมีสิ่งสกปรก เนื่องจากจากมีเศษใบไม้ หรือเศษขยะปะปนอยู่ในน้ำ โดยในช่วงฤดูฝน เกิดมรสุมหรือเกิดภัยธรรมชาติ น้ำจะมีสีขุ่นหรือเป็นลักษณะน้ำโคลน ดังนั้นการนำ น้ำมาใช้จำเป็นต้องทำให้น้ำมีความสะอาดก่อน)

1.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ศึกษาและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งน้ำและ วิธีการทำน้ำสะอาด จากนั้นให้แต่ละกลุ่มสรุปสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมตอนที่ 1 (เวลา 5 นาที)

ตัวอย่าง

โรงเรียนและชุมชนจัดอยู่ในพื้นที่ห่างไกลจากเมือง มีลักษณะเป็นหุบเขา น้ำที่ใช้จะเป็นน้ำ จากแหล่งน้ำธรรมชาติและไม่มีน้ำประปาเพราะไม่สามารถเข้าถึงได้ ดังนั้นน้ำที่ชาวบ้านส่วนใหญ่ใช้ ในการอุปโภค บริโภค คือ น้ำคลอง น้ำในแม่น้ำบนเขา หรืออาจมีบางครอบครัวจะใช้น้ำใต้ดินโดยการ เจาะบาดาล โดยในช่วงฤดูฝนหรือเกิดมรสุมมักจะเกิดน้ำท่วมหรือดินถล่มหรือน้ำกัดเซาะ ทำให้น้ำใน แม่น้ำดังกล่าวมีลักษณะที่ไม่ค่อยสะอาด เช่น น้ำคลองหรือแม่น้ำบนเขามักจะมีเศษไม้ เศษดินหรือ ตะกอนต่าง ๆ น้ำที่ใสสะอาดก็จะมีลักษณะปนโคลนหรือมีสีน้ำตาลและมีกลิ่นของดิน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด (Search Related Information) เวลา 25 นาที

2.1 นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้า หรือหาแนวคิดต่าง ๆ เพื่อการรวบรวมข้อมูลสำหรับการ นำมาใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือเรียน สืบค้นจากระบบ อินเทอร์เน็ต ศึกษาข้อมูลในห้องสมุด เป็นต้น โดยยึดใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ศึกษาและค้นหาข้อมูล เกี่ยวกับแหล่งน้ำและวิธีการทำน้ำสะอาดเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้า พร้อมกับโจทย์ท้าทาย คือ “ทำอย่างไรเพื่อน้ำสะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกและเชื้อโรคต่าง ๆ” (เวลา 15 นาที)

2.3 นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างรอบด้าน ครอบคลุมปัญหาและ ความต้องการเพื่อสรุปวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ศึกษา และค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งน้ำและวิธีการทำน้ำสะอาด ตอนที่ 2 (เวลา 5 นาที)

2.5 นักเรียนร่วมกันพูดคุยและแสดงความคิดเห็นภายใต้ข้อมูลที่ได้ศึกษา ค้นคว้า เกี่ยวกับ ปัญหา พร้อมทั้งร่วมกันนำเสนอวิธีการแยก/นำสิ่งสกปรกออกจากน้ำ เพื่อให้ได้น้ำที่สะอาด จาก เนื้อหาในบทเรียนเรื่อง การแยกสารเนื้อผสม เช่น การกรอง การร่อน การตกตะกอน พร้อมอ้างอิง แหล่งข้อมูลที่ได้สืบค้น โดยมีประเด็นการพูดคุยดังนี้ (เวลา 5 นาที)

- น้ำจำเป็นต่อร่างกายอย่างไร ?

(แนวการตอบ น้ำ จัดเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของคนเรา และช่วยให้ร่างกายทำงานได้ตามปกติ

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน?

(แนวคำตอบ แหล่งน้ำในธรรมชาติมีทั้งแหล่งน้ำผิวดิน เช่น ทะเล บึง แม่น้ำ และแหล่งน้ำใต้ดิน เช่น น้ำบาดาล)

- บนโลกมีน้ำจืดและน้ำเค็ม มนุษย์นำน้ำจืดมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนยกตัวอย่างน้ำจืดที่ไม่สามารถนำมาใช้ได้และน้ำจืดที่สามารถนำมาใช้ได้ ?

(แนวการตอบ น้ำจืดที่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น ธารน้ำแข็งและพีชน้ำแข็ง น้ำแข็งใต้ดิน ความชื้นในดิน ความชื้นในบรรยากาศ น้ำในสิ่งมีชีวิต และน้ำจืดที่สามารถนำมาใช้ได้ โดยแบ่งเป็นน้ำจืดที่ไม่สามารถนำน้ำมาใช้ได้ทันที เช่น น้ำใต้ดิน และน้ำจืดที่สามารถนำน้ำมาใช้ได้ทันที เช่น ทะเลสาบ บึง แม่น้ำ ซึ่งสาเหตุที่ไม่สามารถนำน้ำมาใช้ได้ทันทีเป็นเพราะต้องทำให้น้ำมีความสะอาดก่อน)

- สามารถแก้ปัญหาน้ำขุ่นหรือน้ำเป็นโคลนได้ด้วยวิธีใด?

(แนวการตอบ การตกตะกอน การรินออกหรือการกรอง ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการแยกสารเนื้อผสม)

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Design Solution) เวลา 50 นาที

3.1 นักเรียนทำการเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา น้ำไม่สะอาด ภายใต้หัวข้อ น้ำสะอาดด้วยมือเรา (การประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำ) จากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมพร้อมอธิบายถึงเหตุผลที่เลือกแนวทางดังกล่าว (เวลา 5 นาที)

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรมที่ 2 การออกแบบโครงร่างเครื่องกรองน้ำ และระบุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการสร้างเครื่องกรองน้ำ (เวลา 2 นาที)

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มฟังเกณฑ์การประเมินในการประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำ โดยมีเกณฑ์ดังนี้

- การประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำจากขวดน้ำพลาสติกที่สามารถกรองน้ำสะอาดได้ โดยพิจารณาจาก สี กลิ่น ความโปร่งใส ปริมาณน้ำที่กรองได้ในเวลา 5 นาที ความสมดุล สวยงามและความคงทนในการใช้งาน โดยครูแสดงตัวอย่างแบบบันทึกคะแนน (เวลา 2 นาที)

3.4 นักเรียนร่วมกันร่างแบบจำลองโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เกี่ยวกับแหล่งน้ำและวิธีการทำน้ำสะอาดปราศจากสิ่งสกปรกและเชื้อโรค จากกรณีตัวอย่างของวิธีการทำน้ำให้สะอาดจากข้อมูลที่ได้ศึกษา พร้อมทั้งกำหนดส่วนประกอบที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำ เช่น วัสดุ ชนิดและ

ขนาดของหิน ประมาณน้ำหนัก รวมทั้งระบุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทำเครื่องกรองน้ำลงในกระดาษอย่างชัดเจน (เวลา 15 นาที)

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการจากแบบร่างที่ได้ออกแบบไว้ (เวลา 15 นาที)

3.6 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแบบร่างที่นักเรียนได้นำเสนอ และมีการใช้คำถามเพื่อเสนอแนวทางในการประดิษฐ์ให้มีประสิทธิภาพและใช้งานได้ (เวลา 8 นาที)

ตัวอย่างแนวคำถาม

- เพราะเหตุใดจึงใช้วัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวในการทำเครื่องกรองน้ำ (วัสดุอุปกรณ์ เช่น หิน สำลี ถ่าน)
- เพราะเหตุใดจึงเลือกวางวัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวก่อนหรือหลัง (เช่น ใส่หินขนาดใหญ่ก่อน)
- หากไม่มีอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถใช้อะไรทดแทน (ใช้ผ้าบางแทนสำลีได้หรือไม่?)

3.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำรายการอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำส่งครู (เวลา 3 นาที)

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and Solve Problem) เวลา 50 นาที

4.1 นักเรียนร่วมกันวางแผนการดำเนินการ ขั้นตอนในการสร้างเครื่องกรองน้ำอย่างละเอียด พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ขั้นตอนการประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำ (เวลา 5 นาที)

4.2 นักเรียนทำการกำหนดหน้าที่ของสมาชิกในการทำงานเพื่อให้สำเร็จ (เวลา 3 นาที)

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อดำเนินการสร้างเครื่องกรองน้ำ (เวลา 2 นาที) ประกอบด้วย

วัสดุอุปกรณ์	เครื่องมือ
วัสดุเหลือใช้ เช่น ขวดน้ำพลาสติก, ขวดแก้ว, หลอดยา, ท่อ PVC เป็นต้น	มีดคัตเตอร์
กรวดหยาบ	กรรไกร
กรวดละเอียด	มาร์กเกอร์
ทรายละเอียด	ปืนกาวและกาวแท่ง
ถ่าน	ผ้าบางหรือตาข่ายขนาดเล็ก
สำลี	เทปหรือสกอเทป

4.4 นักเรียนร่วมกันสร้างเครื่องกรองน้ำ ตามวิธีการหรือขั้นตอนที่ได้วางแผน เพื่อให้เป็นไปตามแบบร่างที่ได้กำหนดและสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เวลา 40 นาที)

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง (Test Evaluation and Design Improvement)

เวลา 50 นาที

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบเครื่องกรองน้ำของกลุ่มตัวเองและมีการประเมินเครื่องกรองน้ำของกลุ่มเพื่อน ๆ โดยการทดลองใช้เครื่องกรองน้ำ (เวลา 10 นาที)

5.2 นักเรียนทำการบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 3 แบบบันทึกประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำเพื่อบันทึกความสามารถในการใช้งาน และตรวจสอบคุณภาพของน้ำโดยใช้เครื่องวัดคุณภาพน้ำ (เวลา 5 นาที)

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุย แสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะผลงานของกลุ่มตัวเองและกลุ่มเพื่อน ๆ หลังจากทำการประเมินประสิทธิภาพของการกรองน้ำว่าสามารถใช้ได้จริงหรือไม่ มีประสิทธิภาพหรือไม่ ใช้เวลามากน้อยเพียงใด อะไรคือปัญหาหรือมีส่วนใดที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาเพิ่มเติม (เวลา 5 นาที)

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการปรับปรุงเครื่องกรองน้ำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (เวลา 30 นาที)

ชั่วโมงที่ 5

ขั้นที่ 6 นำเสนอและสะท้อนผล (Present and Reflect Feedback) เวลา 50 นาที

6.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมความพร้อมในการออกมานำเสนอด้วยรูปแบบต่าง ๆ โดยการจัดเตรียมสถานที่ เครื่องกรองน้ำที่พัฒนาขึ้น พร้อมติดแบบร่างที่ร่วมกันออกแบบไว้ (เวลา 10 นาที)

6.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเครื่องกรองน้ำ โดยนำเสนอกลุ่มละไม่เกิน 5 นาที ซึ่งมีการอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ ขั้นตอน และวิธีการประดิษฐ์ รวมทั้งแนวคิดที่ใช้ในการพัฒนา พร้อมทั้งนำเสนอผลการทดสอบการใช้งาน ความคงทน ความคิดสร้างสรรค์ และประโยชน์ของชิ้นงานที่ประดิษฐ์ (เวลา 20 นาที)

6.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะถึงผลงานของกลุ่มตัวเองและกลุ่มเพื่อน ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลงานต่อไปในอนาคต (เวลา 10 นาที)

6.4 นักเรียนรับฟังครูแสดงความคิดเห็น สะท้อนผล และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการและเครื่องกรองน้ำที่แต่ละกลุ่มได้ประดิษฐ์ขึ้น รวมทั้งเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนา เพื่อใช้ในการพัฒนาครั้งต่อไป (เวลา 10 นาที)

ชั่วโมงที่ 6

ขั้นที่ 7 ตกผลึกแนวคิด (Crystalize Core Concept) เวลา 50 นาที

7.1 นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม ดังนี้ (เวลา 10 นาที)

- จากกิจกรรมนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง

(แนวคำตอบ วิธีการทำน้ำสะอาด/ แนวทางในการประดิษฐ์ การเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

*** เน้นความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์

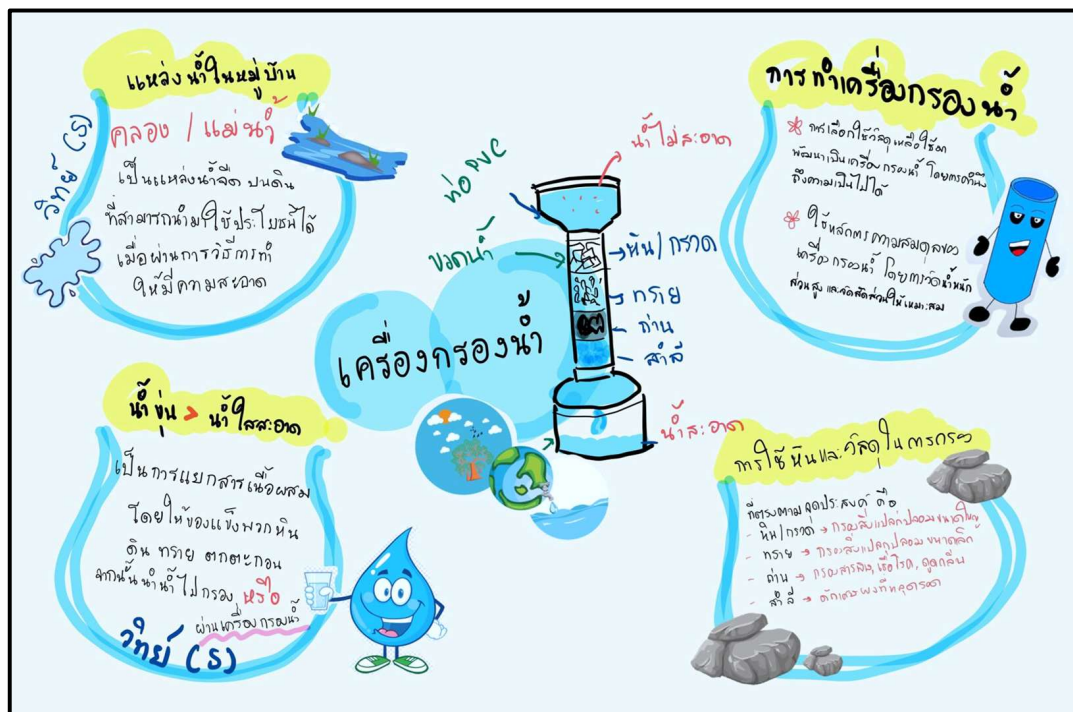
- จากความรู้ที่ได้รับ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ใดบ้าง

(แนวคำตอบ ความรู้เกี่ยวกับแหล่งน้ำในธรรมชาติ การกรองน้ำ/การแยกสารเนื้อผสม เป็นต้น)

7.2 นักเรียนรับกระดาษและปากกา จากนั้นร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม ใช้การประมวลความรู้และสรุปในลักษณะแผนผังแนวคิด (Mind Mapping) มีการเชื่อมโยงและอธิบายรายละเอียดของความรู้ที่ได้รับ (เวลา 20 นาที)

7.3 นักเรียนนำเสนอความรู้ที่ได้รับหน้าชั้นเรียน (เวลา 10 นาที)

ตัวอย่างแผนผังแนวคิด (Mind Mapping)



7.4 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปและประมวลความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม โดยได้ข้อสรุป ดังนี้ (เวลา 10 นาที)

- แหล่งน้ำในหมู่บ้านที่พบ คือ คลอง แม่น้ำ ซึ่งจัดเป็นแหล่งน้ำจืดบนดินที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

- น้ำในธรรมชาติที่พบในแต่ละพื้นที่ แต่ละช่วงเวลา จะมีลักษณะและคุณภาพที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วแหล่งน้ำในธรรมชาติจะมีสิ่งสกปรก เศษ ตะกอนปนเปื้อนมากับน้ำ ดังนั้นก่อนนำน้ำมาใช้ควรทำให้สะอาดก่อน

- น้ำที่สกปรก มีเศษตะกอน จัดเป็นสารเนื้อผสม ซึ่งมีวิธีการในการแยกสารเนื้อผสมที่หลากหลายและเหมาะสมตามสภาพของสารเนื้อผสมดังกล่าว เช่น น้ำโคลน มีการผสมกันระหว่าง น้ำ กับดิน

- การแยกสารเนื้อผสมที่มีของแข็งผสมกับของแข็งแยกออกจากกัน ทำได้โดยวิธีการร่อน การหยิบออก หรือการใช้แม่เหล็กดึงดูด ส่วนสารผสมที่มีของแข็งผสมกับของเหลวแยกออกจากกันได้โดยวิธีการกรองและตกตะกอน สำหรับสารผสมที่มีของแข็งละลายในของเหลวเป็นเนื้อเดียว แยกออกจากกันโดยวิธีระเหยแห้งและตกผลึก ซึ่งในกรณีของน้ำที่มีของแข็งและของเหลวผสมกันอยู่ต้องใช้วิธีการกรองและการตกตะกอน

10. ชิ้นงานหรือภาระงาน

10.1. ชิ้นงาน

- เครื่องกรองน้ำ

10.2. ภาระงาน

- ใบกิจกรรมที่ 1 ศึกษาและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งน้ำและวิธีการทำน้ำสะอาด
- ใบกิจกรรมที่ 2 การออกแบบโครงร่างเครื่องกรองน้ำ
- ใบกิจกรรมที่ 3 ขั้นตอนการประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำ
- ใบกิจกรรมที่ 4 แบบบันทึกประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำ
- แบบร่างเครื่องกรองน้ำ
- ประมวลความรู้ในลักษณะ Mind Mapping

11. สื่อ /อุปกรณ์ / แหล่งเรียนรู้

11.1. สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม

- กระดาษบุรูปหรือกระดาษสร้างแบบ
- ปากกา

11.2. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ชิ้นงาน

วัสดุอุปกรณ์	เครื่องมือ
วัสดุเหลือใช้ เช่น ขวดน้ำพลาสติก, ขวดแก้ว, หลอดยา, ท่อ PVC เป็นต้น	มีดตัดเตอร์กรรไกร
กรวดหยาบ	เครื่องวัดคุณภาพน้ำ
กรวดละเอียด	ปากกามาร์กเกอร์
ทรายละเอียด	ปืนกาวและกาวแท่ง
ถ่าน	ผ้าบางหรือตาข่ายขนาดเล็ก
สำลี	เทปหรือสกอตเทป

11.3. แหล่งเรียนรู้

- ห้องคอมพิวเตอร์
- ห้องสมุด
- แหล่งน้ำในหมู่บ้าน

12. การวัดประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
1. อธิบายแหล่งน้ำในธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ในการดำรงชีวิต	ตรวจใบกิจกรรม	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 60
2. ระบุปัญหาและบอกแนวทางที่ถูกต้องในการแยกสารเนื้อผสมที่อยู่ในสถานะต่าง ๆ ได้	การตอบคำถาม	คำถาม	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 60
3. วางแผนและออกแบบเครื่องกรองน้ำจากขวดน้ำพลาสติกที่สามารถใช้งานได้	ประเมินการออกแบบ	ใบกิจกรรมที่ 2 ใบกิจกรรมที่ 3	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 60
4. ประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำจากวัสดุเหลือใช้ที่สามารถใช้งานได้	ประเมินชิ้นงาน	ใบกิจกรรมที่ 4 และแบบ	ผ่านเกณฑ์ คือ การประเมินอยู่ในระดับ ดี

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
		ประเมินผลงาน สิ่งประดิษฐ์	
5. ร่วมมือประดิษฐ์ชิ้นงาน อย่างกระตือรือร้นจนสำเร็จ และรับผิดชอบต่องานที่ได้รับ มอบหมายอย่างดี	ประเมินการ ทำงานกลุ่ม	แบบบันทึกการ ทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ คือ การ ประเมินอยู่ในระดับ ดี

13. เกณฑ์การให้คะแนน

จุดประสงค์การเรียนรู้	เกณฑ์การให้คะแนน		
	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)
1. แหล่งน้ำใน ธรรมชาติและแหล่ง น้ำที่มนุษย์สามารถ นำมาใช้ในการ ดำรงชีวิตได้	อธิบายแหล่งน้ำใน ธรรมชาติและแหล่งน้ำที่ มนุษย์สามารถนำมาใช้ ในการดำรงชีวิตได้ ชัดเจน ถูกต้อง ครบถ้วน ทุกประเด็น	แหล่งน้ำในธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่มนุษย์ สามารถนำมาใช้ใน การดำรงชีวิตได้ ชัดเจน ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน	แหล่งน้ำในธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่มนุษย์ สามารถนำมาใช้ใน การดำรงชีวิตได้ไม่ ชัดเจน
2. ระบุปัญหาและ บอกแนวทางที่ถูกต้อง ในการแยกสารเนื้อ ผสมที่อยู่ในสถานะ ต่าง ๆ ได้	- ระบุปัญหาที่เกิดจาก การต้มหรือใช้น้ำที่ไม่ สะอาดได้ชัดเจน และ ครอบคลุม - บอกแนวทางที่ถูกต้อง ในการแยกสารเนื้อผสม ได้สมเหตุสมผลและ ปฏิบัติได้	- ระบุปัญหาที่เกิดจาก การต้มหรือใช้น้ำที่ไม่ สะอาดได้ชัดเจน แต่ ไม่ครอบคลุม - บอกแนวทางที่ ถูกต้องในการแยกสาร เนื้อผสมที่ปฏิบัติได้แต่ ไม่ชัดเจน	- ระบุปัญหาที่เกิดจาก การต้มหรือใช้น้ำที่ไม่ สะอาดไม่ครอบคลุม - ไม่สามารถบอก แนวทางที่ถูกต้องใน การแยกสารเนื้อผสม
3. วางแผนและ ออกแบบเครื่องกรอง น้ำจากขวดน้ำ	- วางแผนการทำงานได้ ชัดเจนและแบ่งหน้าที่ได้ อย่างครอบคลุม	- วางแผนการทำงาน ได้ชัดเจนแต่แบ่ง หน้าที่ได้ไม่ครอบคลุม	- วางแผนการทำงาน ได้ไม่ชัดเจนและแบ่ง หน้าที่ได้ไม่ครอบคลุม

จุดประสงค์การเรียนรู้	เกณฑ์การให้คะแนน		
	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)
พลาสติกที่สามารถใช้งานได้	- ออกแบบโดยการร่างภาพของเครื่องกรองน้ำที่สามารถใช้งานได้เหมาะสม สร้างสรรค์ และพัฒนาได้จริง	- ออกแบบโดยการร่างภาพของเครื่องกรองน้ำที่สามารถใช้งานได้เหมาะสม แต่ไม่สร้างสรรค์	- ออกแบบโดยการร่างภาพของเครื่องกรองน้ำที่สามารถใช้งานได้ที่ไม่เหมาะสม
4. ประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำจากวัสดุเหลือใช้ที่สามารถใช้งานได้	ประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำจากวัสดุเหลือใช้ที่สามารถใช้งานได้ และแข็งแรง	ประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำจากวัสดุเหลือใช้ที่สามารถใช้งานได้แต่ไม่แข็งแรง	ประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำจากวัสดุเหลือใช้ที่ไม่สามารถใช้งานได้
5. ร่วมมือประดิษฐ์ชิ้นงานอย่างกระตือรือร้นจนสำเร็จ และรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายอย่างดี	ร่วมมือประดิษฐ์ชิ้นงานอย่างกระตือรือร้นจนสำเร็จและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายอย่างดี	ร่วมมือประดิษฐ์ชิ้นงานอย่างกระตือรือร้นจนสำเร็จและแต่บกพร่องต่องานที่ได้รับมอบหมาย	ไม่มีความร่วมมือ ประดิษฐ์ชิ้นงานและมีความบกพร่องต่องานที่ได้รับมอบหมาย

แบบบันทึกการทำงานกลุ่ม

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม

- 1) เลขที่.....
 2) เลขที่.....
 3) เลขที่.....
 4) เลขที่.....
 5) เลขที่.....

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน			
	4	3	2	1
1. การมีส่วนร่วมในการวางแผน				
2. การปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่				
3. การให้ความร่วมมือในการทำงาน				
4. การแสดงความคิดเห็น				
5. การยอมรับความคิดเห็น				
รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| พฤติกรรมที่ปฏิบัติเป็นประจำ | ให้ 4 คะแนน (ดีมาก) |
| พฤติกรรมที่ปฏิบัติบ่อยครั้ง | ให้ 3 คะแนน (ดี) |
| พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง | ให้ 2 คะแนน (ปานกลาง) |
| พฤติกรรมที่ปฏิบัติน้อยครั้ง | ให้ 1 คะแนน (ปรับปรุง) |

ความคิดเห็นของหัวหน้าวิชาการและผู้บริหารสถานศึกษา

1. ความเห็นของหัวหน้าบริหารงานวิชาการ

.....

ลงชื่อ.....หัวหน้าวิชาการ

(.....)

วันที่/...../.....

2. ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา

.....

ลงชื่อ.....ผู้บริหารสถานศึกษา

(.....)

วันที่/...../.....

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

แนวทางแก้ปัญหาและพัฒนา

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่/...../.....

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลและตอบคำถามต่อไปนี้

1. น้ำมีความสำคัญอย่างไร

ตอบ.....
.....

2. แหล่งน้ำคืออะไร

ตอบ.....
.....

3. ให้นักเรียนศึกษาและจำแนกแหล่งน้ำต่าง ๆ บนโลกต่อไปนี้ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

มหาสมุทร	ทะเล	น้ำบาดาล	ทะเลสาบ	บึง
แม่น้ำ	ธารน้ำแข็ง	น้ำแข็งใต้ดิน	ความชื้นในดิน	

3.1 เกณฑ์ประเภทของแหล่งน้ำ แบ่งเป็น.....ประเภท คือ.....
.....

3.2 เกณฑ์ตำแหน่งที่อยู่ของแหล่งน้ำแบ่งเป็น.....ประเภท คือ.....
.....

3.3 เกณฑ์การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำแบ่งเป็น.....ประเภท คือ.....
.....

4. ให้นักเรียนสำรวจสภาพของแหล่งน้ำในชุมชน



4.1 ลักษณะของน้ำ

.....
.....

4.2 ปัญหาของแหล่งน้ำที่สำรวจ

.....
.....

4.3 สาเหตุของปัญหา

.....
.....

4.4 แนวทางการแก้ปัญหาหน้าหรือแนวทางการแก้ปัญหาก่อนนำน้ำมาใช้ประโยชน์

ตอบ.....
.....

5. การกรองเป็นวิธีการแยกสารเนื้อผสมที่เป็น.....กับ.....

6. ให้นักเรียนบอกวิธีการแยกสารเนื้อผสมต่อไปนี้



6.1 น้ำมันที่ลอยอยู่ในน้ำแกง (แยกน้ำมันออกจากน้ำแกง)

โดยวิธีเพราะ.....

.....
.....



6.2 น้ำกะทิผสมกากมะพร้าว (แยกกะทิออกจากกากมะพร้าว)

โดยวิธีเพราะ.....

.....
.....



6.3 น้ำโคลน (แยกน้ำออกจากโคลน)

โดยวิธีเพราะ.....

.....
.....



6.4 เปลือกหอยปนกับทราย (แยกเปลือกหอยออกจากทราย)

โดยวิธีเพราะ.....

.....
.....

7. นักเรียนใช้วิธีการใดในการสืบค้นข้อมูลดังกล่าวข้างต้น (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

การสืบค้นในหนังสือ เรื่อง.....

การสืบค้นในอินเทอร์เน็ต URL.....

การสอบถามผู้รู้ ชื่อ

การลงพื้นที่สำรวจ

กลุ่มที่.....

ใบกิจกรรมที่ 2

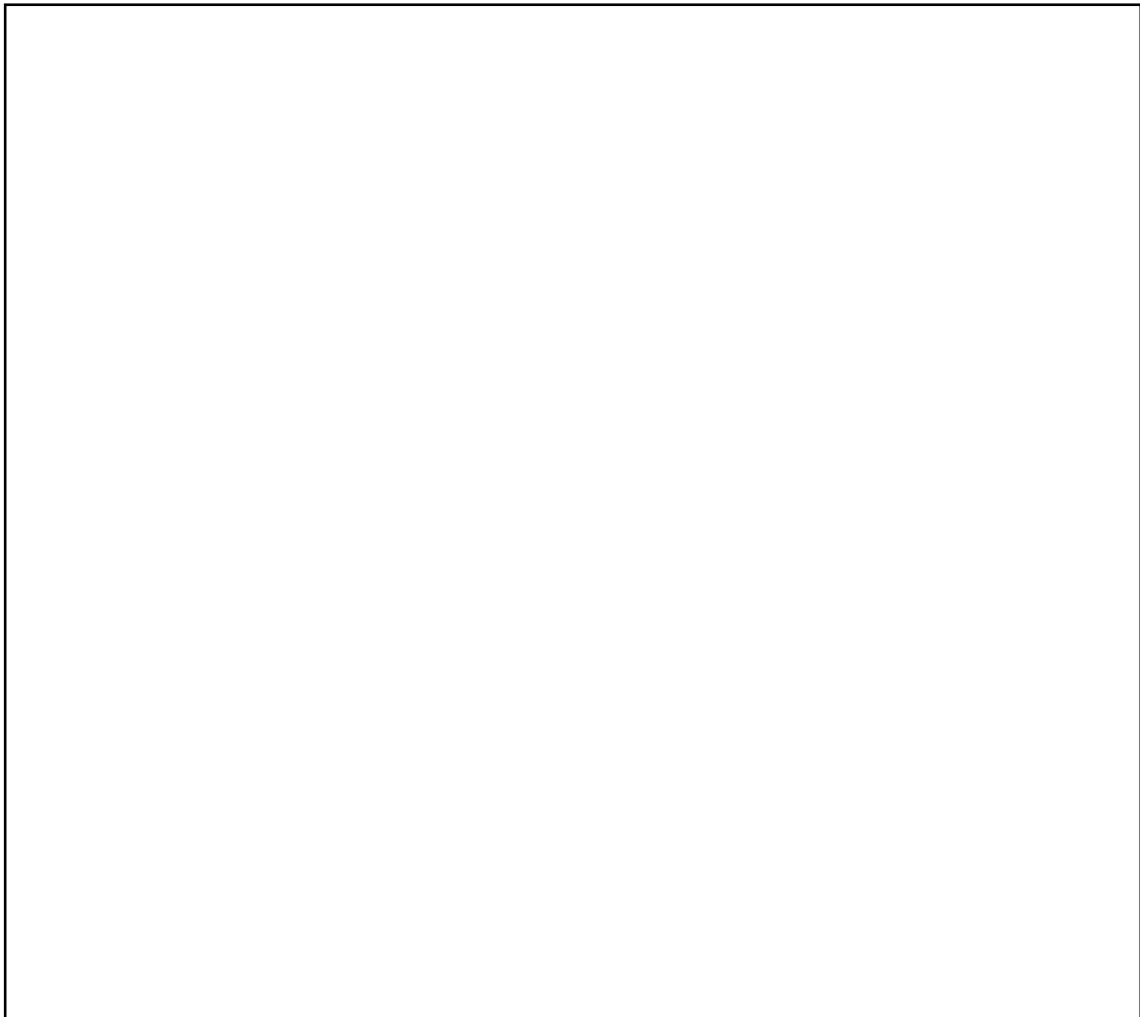
เรื่อง การออกแบบโครงสร้างเครื่องกรองน้ำ

ชื่อชิ้นงาน.....

วัตถุประสงค์.....

.....

ภาพต้นแบบ “เครื่องกรองน้ำ”



วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน

.....

กลุ่มที่.....

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง ขั้นตอนการประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำ

ขั้นตอนดำเนินการในการสร้างชิ้นงาน (จงอธิบายอย่างละเอียด)

1.
.....
2.
.....
3.
.....
4.
.....
5.
.....
6.
.....
7.
.....
8.
.....

หน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม

คนที่ 1.....หน้าที่.....

คนที่ 2.....หน้าที่.....

คนที่ 3.....หน้าที่.....

คนที่ 4.....หน้าที่.....

คนที่ 5.....หน้าที่.....

กลุ่มที่.....

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง ประสิทธิภาพในการใช้งานของเครื่องกรองน้ำ

ประเมินประสิทธิภาพวันที่..... เดือน..... ปี..... เวลา

ชื่อชิ้นงาน.....

วัตถุประสงค์.....

1. ให้นักเรียนกากบาท ✓ ในตารางการบันทึกประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์รัชชภิเษกโลกต่อไปนี้

จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. การใช้งานจริง (ตามวัตถุประสงค์กำหนด)			
2. ความคิดสร้างสรรค์ (สร้างสรรค์ผลงานให้มีความงามที่แปลกใหม่ให้ดึงดูดและมีคุณค่า)			
3. การออกแบบ (ออกแบบตรงกับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน มีขนาดรูปร่างที่แข็งแรง สะดวกต่อการนำไปใช้งาน)			
4. ความสวยงามประณีต (มีความสวยงามตามหลักองค์ประกอบศิลป์ ขนาด รูปร่าง รูปร่าง กลมกลืน สมดุล มีเอกภาพ ความประณีต)			
5. คุณค่าของผลิตภัณฑ์ต่อตนเองและโรงเรียน (สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ชีวิต สามารถลดปริมาณขยะ ลดงบประมาณ เพิ่มความสวยงาม)			
6. การเลือกใช้วัสดุ (เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม นำวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุที่กำลังจะเป็นขยะนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ประหยัด ปลอดภัย ไม่เป็นอันตราย)			

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะใช้งาน

.....

.....

3. วิธีการแก้ไขปัญหาเพื่อให้ได้สิ่งประดิษฐ์ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

.....

.....

แบบประเมินผลงานสิ่งประดิษฐ์

กลุ่มที่.....

ชื่อชิ้นงาน.....

ประเมินวันที่..... เดือน..... ปี..... เวลา

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับความคิดเห็น

จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
ข้อกำหนด/คุณสมบัติของผลงานสิ่งประดิษฐ์			
1. ประดิษฐ์หรือพัฒนาขึ้นมาใหม่			
2. สามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ (กรองน้ำได้สะอาด)			
3. สามารถพัฒนาสู่เชิงพาณิชย์หรืออุตสาหกรรมได้			
ความเหมาะสมด้านลักษณะรูปแบบของผลงานสิ่งประดิษฐ์			
4. เทคนิคการออกแบบและระบบการทำงาน			
5. รูปแบบความเหมาะสมและความปลอดภัยต่อการใช้งาน			
6. ความคิดสร้างสรรค์			
7. วัสดุที่เหมาะสมกับผลงานสิ่งประดิษฐ์			
การจัดสถานที่/รูปแบบการนำเสนอ			
8. การจัดเตรียมสถานที่			
9. บุคลิกภาพของผู้นำเสนอ			
10. ความชัดเจนของผู้นำเสนอ			
รวม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

(แนวคำตอบ)

กลุ่มที่.....

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ศึกษาและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งน้ำและวิธีการทำน้ำสะอาด

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตีตรูปปัญหาหรือสถานการณ์ พร้อมเขียนบรรยายปัญหาดังกล่าว



ช่วงปกติ



ช่วงที่มีฝนตก

โรงเรียนและชุมชนจัดอยู่ในพื้นที่ห่างไกลจากเมือง มีลักษณะเป็นหุบเขา น้ำที่ใช้จะเป็นน้ำจาก...
แหล่งน้ำธรรมชาติและไม่มีน้ำประปาเพราะไม่สามารถเข้าถึงได้ ดังนั้นน้ำที่ชาวบ้านส่วนใหญ่ใช้...
คือ น้ำคลอง น้ำในแม่น้ำบนเขา หรืออาจมีบางครอบครัวจะใช้น้ำใต้ดินโดยการเจาะบาดาล โดย...
ในช่วงฤดูฝนหรือเกิดมรสุมมักจะเกิดน้ำท่วมหรือดินถล่มหรือน้ำกัดเซาะ ทำให้น้ำในแม่น้ำดังกล่าว...
มีลักษณะที่ไม่ค่อยสะอาด เช่น น้ำคลองหรือแม่น้ำบนเขามักจะมีเศษไม้ เศษดินหรือตะกอนต่าง ๆ...
น้ำที่ใสสะอาดก็จะมีลักษณะปนโคลนหรือมีสีน้ำตาลและมีกลิ่นของดิน

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลและตอบคำถามต่อไปนี้

1. น้ำมีความสำคัญอย่างไร

ตอบ น้ำมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์และพืช เช่น มนุษย์ใช้น้ำในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น อาบน้ำ แปรงฟัน ซักผ้า ล้างจาน เป็นต้น.....

2. แหล่งน้ำคืออะไร

ตอบ แหล่งน้ำ คือ บริเวณที่น้ำอยู่รวมกันเป็นจำนวนมาก.....

3. ให้นักเรียนศึกษาและจำแนกแหล่งน้ำต่าง ๆ บนโลกต่อไปนี้ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

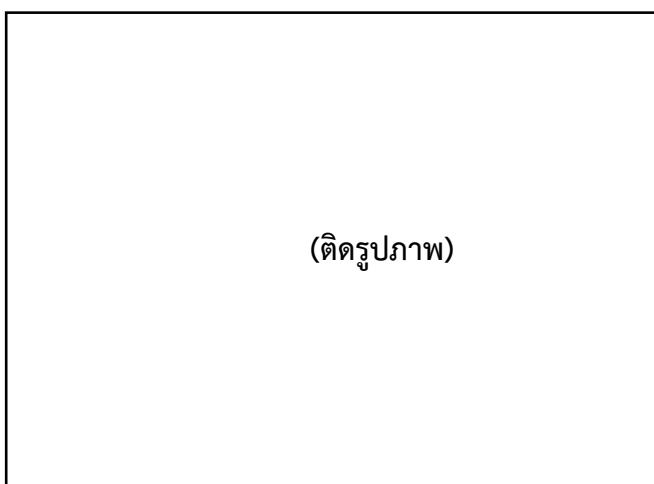
มหาสมุทร	ทะเล	น้ำบาดาล	ทะเลสาบ	บึง
แม่น้ำ	ธารน้ำแข็ง	น้ำแข็งใต้ดิน	ความชื้นในดิน	

3.1 เกณฑ์ประเภทของแหล่งน้ำ แบ่งเป็น..2...ประเภท คือ 1) แหล่งน้ำเค็ม เช่น มหาสมุทร ทะเล 2) แหล่งน้ำจืด เช่น น้ำบาดาล ทะเลสาบ บึง แม่น้ำ ธารน้ำแข็ง น้ำแข็งใต้ดิน ความชื้นในดิน

3.2 เกณฑ์ตำแหน่งที่อยู่ของแหล่งน้ำ แบ่งเป็น..2...ประเภท คือ 1) แหล่งน้ำผิวดิน เช่น มหาสมุทร ทะเล บึง แม่น้ำ 2) แหล่งน้ำใต้ดิน เช่น น้ำบาดาล

3.3 เกณฑ์การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ แบ่งเป็น..2...ประเภท คือ 1) แหล่งน้ำที่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น ธารน้ำแข็ง น้ำแข็งใต้ดิน ความชื้นในดิน 2) แหล่งน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น ทะเลสาบ บึง แม่น้ำ น้ำบาดาล

4. ให้นักเรียนสำรวจสภาพของแหล่งน้ำในชุมชน



4.1 ลักษณะของน้ำ

น้ำขุ่น มีกลิ่น มีเศษสิ่งสกปรก.....

4.2 ปัญหาของแหล่งน้ำที่สำรวจ

น้ำมีกลิ่นและสิ่งสกปรกปะปนอยู่.....

4.3 สาเหตุของปัญหา

จากเศษใบไม้ ใบหญ้าที่ตกลงไปในน้ำ และจากฝนตกที่ทำให้มีการผสมกับดินเป็นโคลน

4.4 แนวทางการแก้ปัญหาหรือแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อนำน้ำมาใช้ประโยชน์

ตอบ ต้องทำการกรองน้ำให้สะอาด โดยใช้เครื่องกรองน้ำ.....

5. การกรองเป็นวิธีการแยกสารเนื้อผสมที่เป็น.....ของแข็ง.....กับ.....ของเหลว.....

6. ให้นักเรียนบอกวิธีการแยกสารเนื้อผสมต่อไปนี้



6.1 น้ำมันที่ลอยอยู่ในน้ำแกง (แยกน้ำมันออกจากน้ำแกง)

โดยวิธี.....การรินออก/ตักออก.....เพราะ.....เป็นวิธีที่สามารถ.....แยกของเหลวที่ไม่ละลายในของเหลว.....โดยรินหรือตัก.....น้ำมันที่ลอยอยู่เหนือน้ำแกง.....โดยใช้.....ช้อน.....ทัพพี.....เป็น.....ต้น.....



6.2 น้ำกะทิผสมกากมะพร้าว (แยกกะทิออกจากกากมะพร้าว)

โดยวิธี.....การกรอง.....เพราะ.....เป็นวิธีที่สามารถ.....แยกของแข็งที่ไม่ละลายในของเหลว.....โดยรินน้ำกะทิ.....ผสมกากมะพร้าวผ่านวัสดุกรอง.....เช่น.....ผ้าขาวบาง.....หรือ.....กระชอน.....



6.3 น้ำโคลน (แยกน้ำออกจากโคลน)

โดยวิธี.....การตกตะกอน.....รินออกแล้วกรอง.....เพราะ.....เป็นวิธีที่สามารถแยกของแข็งที่ผสมอยู่ใน.....ของเหลว.....โดยให้ของแข็งตกตะกอนที่ก้นภาชนะ.....แล้วริน.....ของเหลวใส่ออกแล้วนำไปกรอง.....



6.4 เปลือกหอยปนกับทราย (แยกเปลือกหอยออกจากทราย)

โดยวิธี.....การหยิบออก/การร่อน.....เพราะ.....เป็นวิธีที่สามารถแยกเปลือกหอยที่มีขนาด.....ใหญ่กว่าทราย.....จึงสามารถใช้มือหยิบออก.....หรือใช้การ.....ร่อนทรายที่มีขนาดเล็กกว่ารูตะแกรง.....

7. นักเรียนใช้วิธีการใดในการสืบค้นข้อมูลดังกล่าวข้างต้น (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การสืบค้นในหนังสือ เรื่อง.....
- การสืบค้นในอินเทอร์เน็ต
- การสอบถามผู้รู้ ชื่อ
- การลงพื้นที่สำรวจ

เอกสารอ้างอิง

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2562). การพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). รัตนสุวรรณการพิมพ์. ติศนา แคมมณี. (2559). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 20). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียน โครงการ PISA 2015. <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa-2015-framework/>.
- สำนักเลขาธิการ คณะรัฐมนตรี. (2557). คำแถลงนโยบายของคณะรัฐมนตรี พลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรีแถลงต่อสภานิติบัญญัติแห่งชาติ. สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา.
- Papert, S. (1993). Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. Basic Books.
- Papert, S. (1993). Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. Basic Books.

แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุลชั้นประถมศึกษาปีที่.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดและเลือกกาทุกข้อ (X) คำตอบที่ถูกที่สุด

สถานการณ์ที่ 1 เขื่อนบางลาง



เขื่อนบางลางเป็นเขื่อนหินถมแกนดินเหนียวตั้งอยู่ในอำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา ที่สร้างขึ้นเพื่อกันแม่น้ำปัตตานีในโครงการไฟฟ้าพลังน้ำอเนกประสงค์แห่งแรกในภาคใต้ ตัวเขื่อนสามารถเก็บน้ำได้สูงสุด 1,420 ล้านลูกบาศก์เมตร

คำถามที่ 1 เขื่อนบางลาง

ตอนเหนือของเขื่อนบางลางจะติดกับป่าฮาลาบาลา ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าดิบชื้นที่อุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปัจจุบันมีนักท่องเที่ยวจำนวนมากเข้าสัมผัสธรรมชาติบนเทือกเขาซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อธรรมชาติหลายประการ ปัญหาใดไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

- ก. ปัญหามลพิษทางน้ำ
- ข. ปัญหาสัตว์ป่าลดน้อยลง
- ค. ปัญหาการตัดไม้ทำลายป่าหรือการบุกรุกพื้นที่
- ง. ปัญหาขยะจากการใช้งาน

คำถามที่ 2 เขื่อนบางลาง

ในช่วงฤดูฝนน้ำในเขื่อนบางลางจะขุ่น นารีตาจึงทำการทดลองโดยการตักน้ำใส่ถังและพักน้ำทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นทำการเติมสารคลอรีนชนิดน้ำแล้วใช้สารส้มแกว่ง

เหตุใดนารีตาจึงมีการพักน้ำ 30 นาทีก่อนการทดลอง

- ก. เพื่อให้น้ำมีการตกตะกอนและแยกดินทรายหรือพวงจุลินทรีย์ต่าง ๆ
- ข. เพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำ
- ค. เพื่อลดกลิ่นของน้ำขุ่นก่อนไปทดลอง
- ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

คำถามที่ 3 เชื้อนบางกลาง

พฤติกรรมใดที่นารีตาไม่ควรปฏิบัติได้ทันที เมื่อการทดลองเสร็จสิ้น

- ก. ซักผ้า
- ข. ล้างจาน
- ค. รับประทาน
- ง. ต้มบะหมี่

คำถามที่ 4 เชื้อนบางกลาง



ในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2559 ชาวบ้านเข้าไปเยี่ยมชม “หมู่บ้านโต” ที่ได้โผล่ขึ้นจากน้ำในรอบ 36 ปี ซึ่งเป็นหมู่บ้านในอดีตก่อนที่จะมีการสร้างเขื่อนบางลางขึ้น ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสถานการณ์ดังกล่าว

- ก. เขื่อนบางลางจะหยุดการปล่อยน้ำในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2559
- ข. เดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2559 เกิดภัยแล้งหนักที่สุดในรอบ 36 ปี
- ค. น้ำในเขื่อนบางลางมีความใสที่สุดในรอบ 36 ปี
- ง. หมู่บ้านโตเปิดให้เข้าชมในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2559

คำถามที่ 5 เชื้อนบางกลาง

ชาวบ้านที่เข้าไปเยี่ยมชมหมู่บ้านโตได้กล่าวเกี่ยวกับความเป็นอยู่ของชุมชนในอดีตว่า “ชาวพุทธและมุสลิมอยู่ร่วมกันอย่างสงบสุข” สถานการณ์ใดที่ทำให้ชาวบ้านสรุปเหตุการณ์ดังกล่าวโดยมีประจักษ์พยานหลักฐานที่ชัดเจนมากที่สุด

- ก. การค้นพบซากบ้านเรือน อาคารพาณิชย์ มัสยิด และวัด
- ข. สังเกตจากนักท่องเที่ยวชาวพุทธที่เข้ามาเยี่ยมชม
- ค. ศึกษาจากหนังสือเก่าที่ค้นพบในซากบ้านเรือน
- ง. พุดคุยและสอบถามจากคนที่เคยอาศัยอยู่ในหมู่บ้านโต

สถานการณ์ที่ 2 ราชาแห่งผลไม้



ทุเรียนจัดว่าเป็นราชาผลไม้ไทยและเป็นผลไม้ที่ขึ้นชื่อของจังหวัดยะลา โดยทุเรียนที่พบมากที่สุด ในอำเภอบันนังสตา คือ ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง โดยลักษณะของทุเรียนจะมีขนาดใหญ่ มีเปลือกที่ปกคลุมไปด้วยหนามแข็งและเนื้อสีเหลืองที่มีกลิ่นเฉพาะตัว ที่มีรสหวานและมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยให้พลังงานประมาณ 124 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม และอุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และมีแร่ธาตุหลายชนิด

คำถามที่ 6 ราชาแห่งผลไม้

ผู้ที่มีโรคเบาหวาน โรคหัวใจและโรคความดันโลหิตสูง ไม่ควรบริโภคทุเรียนมากเกินไป ข้อใดเป็นสาเหตุของทุเรียนที่ส่งผลต่อโรคดังกล่าว

- ก. การกินทุเรียน 4-6 เม็ด ร่างกายได้รับพลังงานสูงถึง 520-780 กิโลแคลอรี
- ข. การกินทุเรียนทำให้ร่างกายมีน้ำตาลและไขมันในเลือดสูง
- ค. การกินทุเรียนทำให้ระบบขับถ่ายทำงานผิดปกติ
- ง. การกินทุเรียนทำให้ไปกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต

คำถามที่ 7 ราชาแห่งผลไม้

อามินมีอาการท้องอืดหลังจากรับประทานทุเรียน ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้มีอาการดังกล่าว

- ก. เมื่อรับประทานทุเรียนแล้วจะก่อให้เกิดแก๊สในกระเพาะอาหาร
- ข. ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีฤทธิ์ร้อนทำให้ร่างกายเกิดความร้อนสูง
- ค. ทุเรียนมีแคลอรีสูงถึง 400 แคลอรีต่อ 4-6 เม็ด
- ง. ทุเรียนมีน้ำตาล ไขมันและคาร์โบไฮเดรตสูง

คำถามที่ 8 ราชาแห่งผลไม้

เกิดเหตุการณ์ฝนตกหนักและมีลมพัดแรง ทำให้ต้นทุเรียนของลุงตอเลปที่มีผลทุเรียนยังไม่สุกได้รับความเสียหายหลายต้น ลุงตอเลปควรนำทุเรียนดังกล่าวมาแปรรูปอย่างไรจึงจะเหมาะสมมากที่สุด

- ก. ทุเรียนกวน
- ข. เค้กทุเรียน
- ค. ทุเรียนทอด
- ง. ไอศกรีนทุเรียน

คำถามที่ 9 ราชาแห่งผลไม้

น้จวาทำการผลิตกระดาษจากเปลือกทุเรียน โดยการนำเปลือกทุเรียนไปหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปตากแดดให้แห้งสนิท จากนั้นนำเปลือกทุเรียนแห้ง จำนวน 1 กิโลกรัม มาต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) จำนวน 180 กรัม จึงได้เยื่อเปลือกทุเรียน แล้วนำมาฟอกขาวให้สีอ่อนลง แล้วขึ้นเป็นแผ่นกระดาษด้วยตะแกรง

เหตุใดน้จวาต้องขึ้นแผ่นกระดาษด้วยตะแกรง

- ก. เพื่อให้ได้แผ่นกระดาษแห้งเร็วขึ้น
- ข. เพื่อให้ได้แผ่นกระดาษที่มีความเรียบสม่ำเสมอ
- ค. เพื่อให้ได้แผ่นกระดาษจำนวนที่ยาวขึ้น
- ง. เพื่อให้ได้แผ่นกระดาษที่มีความแข็งแรง

คำถามที่ 10 ราชาแห่งผลไม้

การผลิตกระดาษจากเปลือกทุเรียนของน้จวาได้ผลไม่ค่อยดี เนื่องจากเปลือกทุเรียนเป็นเยื่อที่มีเส้นใยสั้นทำให้กระดาษที่ได้ไม่ทนต่อแรงกระทำต่าง ๆ น้จวาจึงทำการทดลอง 3 ชุด โดยใช้เยื่อเปลือกทุเรียนมาผสมกับเยื่อต้นกล้วยในปริมาณที่แตกต่างกัน

น้จวาพยายามทดลองเพื่อหาคำตอบของสมมติฐานข้อใดต่อไปนี้

- ก. เยื่อต้นกล้วยสามารถผลิตกระดาษได้หรือไม่
- ข. การผลิตกระดาษจากเปลือกทุเรียนมีวิธีการอย่างไร
- ค. กระดาษจากเปลือกทุเรียนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หรือไม่
- ง. การผสมเยื่อต้นกล้วยในปริมาณเท่าใดจึงจะได้กระดาษเปลือกทุเรียนที่ทนต่อแรงกระทำต่าง ๆ

สถานการณ์ที่ 3 แกะแบร์ก



ในวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2564 ไทยรัฐออนไลน์ได้รายงานข่าวเกี่ยวกับ “แกะแบร์ก” ที่มีขนาดมหึมาเนื่องจากไม่ได้ตัดขนมาประมาณ 5 ปีซึ่งมีน้ำหนักกว่า 35 กิโลกรัม ซึ่งพบโดยเจ้าหน้าที่อาสาสมัครของประเทศออสเตรเลีย พบในเมืองแลนซ์ฟิลด์ รัฐวิกตอเรีย ตั้งอยู่ฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งมีสภาพอากาศหนาว

คำถามที่ 11 แกะแบร์ก

ตัวแปรใดคือสาเหตุที่ส่งผลต่อขนของแกะแบร์ก

- ก. ระยะเวลา
- ข. น้ำหนัก
- ค. เพศ
- ง. อายุ

คำถามที่ 12 แกะแบร์ก

มาลินีได้นำข้อมูลของแกะแบร์ก ประเทศออสเตรเลีย มาเปรียบเทียบกับความยาวขนของแกะในประเทศไทยพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 5 ปี แกะในประเทศไทยไม่มีขนที่หนาเหมือนแกะแบร์ก

ข้อใดมีผลต่อความยาวขนของแกะแบร์กมากที่สุด

- ก. ระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น
- ข. อาหารที่เจ้าหน้าที่มีการผสมสารเร่งขนให้ยาวเร็วขึ้น
- ค. อายุของแกะแบร์กมากขึ้นส่งผลให้ความเร็วของขนยาวขึ้น
- ง. สภาพอากาศของประเทศออสเตรเลียที่เปลี่ยนแปลง

คำถามที่ 13 แกะแบร์ก

ตารางแสดงข้อมูลการเลี้ยงแกะและแพะ จากการสอบถามคุณฐษณพร ทิพย์รักษ์

แกะ	แพะ
กินฟางได้	กินฟางได้
นิสัยไม่ดื้อ ไม่ชน	นิสัยซุกซน
ขายได้เมื่ออายุ 4-6 เดือน	ขายได้เมื่ออายุ 8 เดือนถึง 1 ปี
เนื้อมึกลิ้นคาวของแกะ	เนื้อมึกลิ้นคาวของแพะ
ใช้คนเลี้ยง 1 คนต่อแกะ 200 ตัว	ใช้คนเลี้ยง 3 คนต่อแพะ 200 ตัว

จากข้อมูลดังกล่าว นักเรียนควรเลือกเลี้ยงสัตว์ใดเพื่อให้ได้กำไรมากที่สุด

- เลี้ยงแกะ เพราะสามารถเจริญเติบโตได้เร็วกว่าแพะ
- เลี้ยงแกะ เพราะสามารถขายเนื้อได้เร็วกว่าแพะ
- เลี้ยงแพะ เพราะเนื้อมึกลิ้นคาวน้อยกว่าแกะ
- เลี้ยงแพะ เพราะมีนิสัยซุกซนทำให้ได้เนื้อที่ร่อยกว่าแกะ

คำถามที่ 14 แกะแบร์ก

อาลีได้ทำการทดลองโดยได้แบ่งแกะออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแกะกลุ่มที่ 1 ให้หญ้าแห้งเต็มที่อย่างเดียว ส่วนแกะกลุ่มที่ 2 ให้หญ้าแห้งและอาหารผสมมีกากถั่วเหลือง ผลปรากฏว่าแกะกลุ่มที่ 2 มีน้ำหนักครบ 30 กิโลกรัมได้เร็วกว่าแกะกลุ่มที่ 1

- วัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับการศึกษาของอาลีมากที่สุด
- เพื่อศึกษาอาหารที่ส่งผลให้แกะเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น
 - เพื่อเปรียบเทียบจำนวนการกินอาหารของแกะแต่ละกลุ่ม
 - เพื่อศึกษาวิธีการให้อาหารแกะแต่ละกลุ่มอย่างเหมาะสม
 - เพื่อเปรียบเทียบชนิดของอาหารที่ส่งผลต่อน้ำหนักของแกะ

คำถามที่ 15 แกะแบร์ก

จากการศึกษาของอาลีข้างต้น เหตุใดแกะกลุ่มที่ 2 ถึงมีน้ำหนักครบ 30 กิโลกรัมได้เร็วกว่าแกะกลุ่มที่ 1

- แกะกลุ่มที่ 1 มีความสามารถในการกินน้อยกว่า
- แกะกลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารมากกว่าแกะกลุ่มที่ 1
- อาหารของแกะกลุ่มที่ 1 มีสารลดการเจริญเติบโต
- อาหารของแกะกลุ่มที่ 2 มีโปรตีนจากกากถั่วเหลือง

เฉลย

สถานการณ์คำถาม	เฉลย
สถานการณ์ที่ 1 เขื่อนบางลาง	
คำถามที่ 1	ก
คำถามที่ 2	ข
คำถามที่ 3	ค
คำถามที่ 4	ข
คำถามที่ 5	ก
สถานการณ์ที่ 2 ทุเรี่ยน	
คำถามที่ 6	ข
คำถามที่ 7	ก
คำถามที่ 8	ค
คำถามที่ 9	ข
คำถามที่ 10	ง
สถานการณ์ที่ 3 แกะแบร์ก	
คำถามที่ 11	ก
คำถามที่ 12	ง
คำถามที่ 13	ข
คำถามที่ 14	ง
คำถามที่ 15	ง

ตารางวิเคราะห์แบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

ข้อคำถาม	ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์		
	บริบท	ความรู้	สมรรถนะ
สถานการณ์ที่ 1 เชื้อนบางกลาง			
คำถามที่ 1	ระดับชุมชน	ด้านเนื้อหา	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
คำถามที่ 2	ระดับส่วนตัว	ด้านกระบวนการ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
คำถามที่ 3	ระดับส่วนตัว	ด้านเนื้อหา	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
คำถามที่ 4	ระดับชุมชน	ด้านเนื้อหา	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
คำถามที่ 5	ระดับชุมชน	ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้	การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์
สถานการณ์ที่ 2 ทูเรียน			
คำถามที่ 6	ระดับโลก	ด้านเนื้อหา	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
คำถามที่ 7	ระดับส่วนตัว	ด้านเนื้อหา	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
คำถามที่ 8	ระดับส่วนตัว	ด้านกระบวนการ	การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์
คำถามที่ 9	ระดับส่วนตัว	ด้านกระบวนการ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
คำถามที่ 10	ระดับส่วนตัว	ด้านกระบวนการ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
สถานการณ์ที่ 3 แกะแบร์ก			
คำถามที่ 11	ระดับโลก	ด้านกระบวนการ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
คำถามที่ 12	ระดับส่วนตัว	ด้านเนื้อหา	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อความถาม	ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์		
	บริบท	ความรู้	สมรรถนะ
คำถามที่ 13	ระดับโลก	ด้านความรู้	การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์
คำถามที่ 14	ระดับส่วนตัว	ด้านกระบวนการ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
คำถามที่ 15	ระดับส่วนตัว	ด้านเนื้อหา	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุลชั้นประถมศึกษาปีที่.....เลขที่

คำชี้แจง

1. นักเรียนตอบแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ให้ครบทุกข้อ ใช้เวลา 10 นาที
2. แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์นี้ไม่มีคำตอบใดถูกต้อง นักเรียนสามารถตอบตามความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด แบบประเมินนี้ไม่มีผลต่อคะแนน
3. แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ประเมินความคิดเห็นใน 3 ประเด็นดังนี้
 - 3.1 ความสนใจในวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์และเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ รวมทั้งแสดงถึงความตั้งใจในการแสวงหาความรู้ และทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การแสดงออกถึงการยึดมั่นในหลักฐานเพื่อใช้ในการอธิบายเรื่องต่าง ๆ และใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมและให้ความสำคัญกับการอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นต่อสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อสร้างแนวคิดที่น่าเชื่อถือ
 - 3.3 ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม หมายถึง การแสดงออกถึงความห่วงใยและการส่งเสริมพฤติกรรมเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน รวมทั้งตระหนักในการกระทำที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
4. แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่นักเรียนเห็นว่าตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

5	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	หมายถึง	เห็นด้วย
3	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
2	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ลำดับ	ข้อความถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ความสนใจในวิทยาศาสตร์						
1.	ฉันรู้สึกสนุกเมื่อได้ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์					
2.	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่เครียดและน่าเบื่อ					
3.	ฉันมักจะเข้าร่วมโครงการหรือกิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์					
4.	ฉันมักจะยินดีที่จะอาสาทำกิจกรรมหรือบอกเล่าเรื่องราวต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์					
5.	ฉันมักจะอาสาช่วยทำกิจกรรมอื่นเมื่อถึงเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
6.	ฉันมักติดตามข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ					
ให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้						
7.	กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ช่วยทำให้ฉันเกิดการเรียนรู้และเข้าใจได้ดีขึ้น					
8.	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ฉันสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ					
9.	ในขณะที่ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ฉันจะตั้งคำถามและตอบคำถามของครู					
10.	ฉันสามารถวิเคราะห์และรายงานผลการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์					
11.	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถนำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน					
12.	วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อสังคมและสามารถพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น					
13.	ฉันหลีกเลี่ยงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพราะใช้เวลาปฏิบัตินาน					
14.	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ช่วยให้ฉันพัฒนาความรู้ของตนเอง					

ลำดับ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม						
15.	วิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นในอนาคต					
16.	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์เพื่อแก้ปัญหาสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติได้					
17.	การทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ทำให้สิ่งมีชีวิตมีความผิดปกติจากเดิม					
18.	ฉันเป็นแบบอย่างที่ดีในการปฏิบัติตนเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน					
19.	การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติลดลง					
20.	ฉันมักจะอาสาทำกิจกรรมเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมในชุมชนให้ดีขึ้น					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
กิจกรรมที่.....วันที่บันทึก.....

คำชี้แจง แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัยใช้บันทึกเหตุการณ์ พฤติกรรม ปัญหาที่พบและวิธีการ
แก้ปัญหาจากการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เหตุการณ์/พฤติกรรม	ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ปัญหา
1) ชั้นระบุปัญหา		
.....
.....
.....
.....
.....
2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด		
.....
.....
.....
.....
.....
3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา		
.....
.....
.....
.....
.....
4) ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา		
.....
.....
.....
.....
.....

เหตุการณ์/พฤติกรรม	ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ปัญหา
5) ^{ผู้} ขั้นตอนสอบ ประเมินผล และปรับปรุง		
.....
6) ^{ผู้} ชั้นนำเสนอและสะท้อนผล		
.....
7) ตกผลึกแนวคิด		
.....

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....
.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้บันทึกกิจกรรม

วันที่.....

ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

ประเมินความเหมาะสมของขั้นตอน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตาราง สรุปค่าความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง ขั้นตอนมีความเหมาะสม/สอดคล้องมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง ขั้นตอนมีความเหมาะสม/สอดคล้องมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง ขั้นตอนมีความเหมาะสม/สอดคล้องปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง ขั้นตอนมีความเหมาะสม/สอดคล้องน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ขั้นตอนมีความเหมาะสม/สอดคล้องน้อยที่สุด

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1) ชั้นระบุปัญหา	5	3	5	5	4	4.40	0.89	มาก
2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและค้นหา แนวคิด	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	5	4	5	4	4	4.40	0.54	มาก
4) ชั้นวางแผนและดำเนินการ แก้ปัญหา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5) ชั้นทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6) ช้่นนำเสนอและสะท้อนผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
7) ชั้นตกผลึกแนวคิด	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม						4.69	0.41	มากที่สุด

จากตารางสรุปค่าความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 7 ขั้นตอน พบว่า มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมจำนวน 2 ขั้นตอน มีระดับความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมอยู่ในระดับ มาก คือ ชั้นระบุปัญหา และชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.40 และมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมจำนวน 5 ขั้นตอน มีระดับความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมอยู่ในระดับ มากที่สุด คือ ชั้นรวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ชั้น

ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง ชั้นนำเสนอและสะท้อนผล และขั้นตกลึกแนวคิด โดยทั้ง 5 ขั้นตอนดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 4.50

ผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้ง 7 ขั้นตอนมาออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงแก้ไขนิยามบทบาทครูและบทบาทผู้เรียนในบางขั้นตอนตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น ขั้นตอนที่ 1 ชั้นระบุปัญหา เพิ่มทักษะการสังเกตปัญหาหรือสถานการณ์ หรือเสนอกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เสนอประเด็นปัญหาที่สนใจ การใช้คำให้เหมาะสมกับกิจกรรมตามระดับชั้นของผู้เรียนจาก การอภิปรายร่วมกัน เป็น การร่วมกันเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เป็นต้น

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แผนที่ 1 เรื่อง น้ำสะอาดด้วยมือเรา

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ความหมาย
1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	4.90	0.22	มากที่สุด
1.1 สอดคล้องและครอบคลุมตามกิจกรรมและเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
2. การบูรณาการเชิงสหวิชา	4.60	0.37	มากที่สุด
2.1 ชัดเจนและครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
2.3 การเรียบเรียงที่ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.20	0.45	มาก
3. สาระสำคัญ	4.80	0.18	มากที่สุด
3.1 แสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	4.40	0.55	มาก
ครบถ้วน			
3.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 มีความชัดเจนในเนื้อหา และเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.73	0.27	มากที่สุด
4.1 ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 ชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน	4.80	0.44	มากที่สุด
4.3 สามารถวัดได้	4.40	0.55	มาก
5. กรอบแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด	4.87	0.30	มากที่สุด
สะเต็มศึกษา			
5.1 ครอบคลุมกับสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากกิจกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 ชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
6. กระบวนการจัดกิจกรรม	4.83	0.16	มากที่สุด
6.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 เน้นให้นักเรียนฝึกทักษะและการแก้ปัญหา	5.00	0.00	มากที่สุด
6.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
6.4 เน้นให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะตาม	5.00	0.00	มากที่สุด
แนวคิดสะเต็มศึกษา			

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ความหมาย
6.5 เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกประเมินและปรับปรุงตนเอง	4.80	0.45	มากที่สุด
6.6 ส่งเสริมวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน	4.60	0.55	มากที่สุด
6.7 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.40	0.55	มาก
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	4.80	0.18	มากที่สุด
7.1 เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
7.2 เหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
7.3 มีความหลากหลายและทันสมัย	4.40	0.55	มาก
8. ชิ้นงาน/ภาระงาน	4.80	0.30	มากที่สุด
8.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
8.2 ครบถ้วนตามสาระการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
8.3 เหมาะสมกับการเรียนรู้และระดับชั้นของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล	4.90	0.22	มากที่สุด
9.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
9.2 มีการใช้เครื่องมือวัดอย่างหลากหลาย	4.80	0.45	มากที่สุด
9.3 มีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน	4.80	0.45	มากที่สุด
9.4 มีการวัดและประเมินผลเพื่อสรุปตามจุดประสงค์	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.80	0.13	มากที่สุด

จากตารางสรุปผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 1 เรื่อง น้ำสะอาดด้วยมือเรา พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.80$, S.D. = 0.13) ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาจึงสามารถนำไปใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แผนที่ 2 เรื่อง มหัตศรรย์สิ่งประดิษฐ์รักษ์โลก

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ความหมาย
1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	4.80	0.27	มากที่สุด
1.1 สอดคล้องและครอบคลุมตามกิจกรรมและเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
2. การบูรณาการเชิงสหวิชา	4.87	0.30	มากที่สุด
2.1 ชัดเจนและครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 การเรียบเรียงที่ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	4.73	0.28	มากที่สุด
3.1 แสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	4.40	0.55	มาก
ครบถ้วน			
3.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 มีความชัดเจนในเนื้อหา และเข้าใจง่าย	4.80	0.48	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 ชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 สามารถวัดได้	5.00	0.00	มากที่สุด
5. กรอบแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด	4.87	0.30	มากที่สุด
สะเต็มศึกษา			
5.1 ครอบคลุมกับสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากกิจกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 ชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
6. กระบวนการจัดกิจกรรม	4.94	0.08	มากที่สุด
6.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 เน้นให้นักเรียนฝึกทักษะและการแก้ปัญหา	5.00	0.00	มากที่สุด
6.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
6.4 เน้นให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะตาม	5.00	0.00	มากที่สุด
แนวคิดสะเต็มศึกษา			

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ความหมาย
6.5 เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกประเมินและปรับปรุงตนเอง	5.00	0.00	มากที่สุด
6.6 ส่งเสริมวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
6.7 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.60	0.55	มากที่สุด
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	4.87	0.18	มากที่สุด
7.1 เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
7.2 เหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
7.3 มีความหลากหลายและทันสมัย	4.60	0.55	มากที่สุด
8. ชิ้นงาน/ภาระงาน	4.80	0.30	มากที่สุด
8.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
8.2 ครบถ้วนตามสาระการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
8.3 เหมาะสมกับการเรียนรู้และระดับชั้นของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล	4.90	0.22	มากที่สุด
9.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
9.2 มีการใช้เครื่องมือวัดอย่างหลากหลาย	4.40	0.55	มาก
9.3 มีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน	4.80	0.45	มากที่สุด
9.4 มีการวัดและประเมินผลเพื่อสรุปตามจุดประสงค์	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม	4.86	0.11	มากที่สุด

จากตารางสรุปผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 2 เรื่อง มหัศจรรย์สิ่งประดิษฐ์รักษ์โลก พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.86$, S.D. = 0.11) ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาจึงสามารถนำไปใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แผนที่ 3 เรื่อง อาหารจอมพลัง

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ความหมาย
1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	4.80	0.27	มากที่สุด
1.1 สอดคล้องและครอบคลุมตามกิจกรรมและเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
2. การบูรณาการเชิงสหวิชา	4.93	0.15	มากที่สุด
2.1 ชัดเจนและครอบคลุมสาระการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 การเรียบเรียงที่ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	4.87	0.30	มากที่สุด
3.1 แสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหาครบถ้วน	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 มีความชัดเจนในเนื้อหา และเข้าใจง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.87	0.18	มากที่สุด
4.1 ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 ชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 สามารถวัดได้	4.60	0.55	มากที่สุด
5. กรอบแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา	4.80	0.19	มากที่สุด
5.1 ครอบคลุมกับสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากกิจกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 ชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
6. กระบวนการจัดกิจกรรม	4.89	0.16	มากที่สุด
6.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 เน้นให้นักเรียนฝึกทักษะและการแก้ปัญหา	4.60	0.55	มากที่สุด
6.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
6.4 เน้นให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา	4.60	0.55	มากที่สุด

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ความหมาย
6.5 เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกประเมินและปรับปรุงตนเอง	5.00	0.00	มากที่สุด
6.6 ส่งเสริมวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
6.7 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	5.00	0.00	มากที่สุด
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	4.67	0.33	มากที่สุด
7.1 เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
7.2 เหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
7.3 มีความหลากหลายและทันสมัย	4.40	0.55	มาก
8. ชิ้นงาน/ภาระงาน	4.93	0.14	มากที่สุด
8.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
8.2 ครบถ้วนตามสาระการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
8.3 เหมาะสมกับการเรียนรู้และระดับชั้นของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล	4.80	0.21	มากที่สุด
9.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
9.2 มีการใช้เครื่องมือวัดอย่างหลากหลาย	4.40	0.55	มากที่สุด
9.3 มีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน	4.80	0.45	มากที่สุด
9.4 มีการวัดและประเมินผลเพื่อสรุปตามจุดประสงค์	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.84	0.12	มากที่สุด

จากตารางสรุปผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 3 เรื่อง อาหารจอมพลัง พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.84$, S.D. = 0.12) ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาจึงสามารถนำไปใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แผนที่ 4 เรื่อง แพน้อยสองไล่ว

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ความหมาย
1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5.00	0.00	มากที่สุด
1.1 สอดคล้องและครอบคลุมตามกิจกรรมและเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
2. การบูรณาการเชิงสหวิชา	4.80	0.18	มากที่สุด
2.1 ชัดเจนและครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 การเรียบเรียงที่ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5.00	0.00	มากที่สุด
3.1 แสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
ครบถ้วน			
3.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 มีความชัดเจนในเนื้อหา และเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.87	0.18	มากที่สุด
4.1 ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 ชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 สามารถวัดได้	4.60	0.55	มากที่สุด
5. กรอบแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด	4.73	0.28	มากที่สุด
สะเต็มศึกษา			
5.1 ครอบคลุมกับสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากกิจกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา	4.60	0.54	มากที่สุด
5.3 ชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
6. กระบวนการจัดกิจกรรม	4.86	0.17	มากที่สุด
6.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 เน้นให้นักเรียนฝึกทักษะและการแก้ปัญหา	5.00	0.00	มากที่สุด
6.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูล	4.80	0.45	มากที่สุด
6.4 เน้นให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะตาม	5.00	0.00	มากที่สุด
แนวคิดสะเต็มศึกษา			

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ความหมาย
6.5 เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกประเมินและปรับปรุงตนเอง	4.80	0.45	มากที่สุด
6.6 ส่งเสริมวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน	4.80	0.45	มากที่สุด
6.7 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.60	0.55	มากที่สุด
7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้	4.80	0.18	มากที่สุด
7.1 เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
7.2 เหมาะสมกับนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
7.3 มีความหลากหลายและทันสมัย	4.60	0.55	มากที่สุด
8. ชิ้นงาน/ภาระงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
8.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
8.2 ครบถ้วนตามสาระการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
8.3 เหมาะสมกับการเรียนรู้และระดับชั้นของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล	5.00	0.00	มากที่สุด
9.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
9.2 มีการใช้เครื่องมือวัดอย่างหลากหลาย	5.00	0.00	มากที่สุด
9.3 มีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
9.4 มีการวัดและประเมินผลเพื่อสรุปตามจุดประสงค์	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.90	0.10	มากที่สุด

จากตารางสรุปผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 4 เรื่อง แขน้อยส่งไอศว พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.90$, S.D. = 0.10) ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาจึงสามารถนำไปใช้ได้

ตารางสรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริม
ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้แก่

1. ดร.ณรงค์ศักดิ์	รอบคอบ	วันประเมิน 11 มีนาคม 2565
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรีรัตน์ รวมเจริญ		วันประเมิน 26 มีนาคม 2565
3. อาจารย์มุกดา	ธรรมกิริติ	วันประเมิน 26 มีนาคม 2565
4. อาจารย์นุรอาซีกิน	ยี่สมัน	วันประเมิน 12 มีนาคม 2565
5. นางสาวฟาอีซะ	อาลี	วันประเมิน 20 มีนาคม 2565

ตาราง สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ค่า IOC ของแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ ดังนี้

ประเด็นคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
สถานการณ์ที่ 1 เชื้อนบางกลาง								
คำถามที่ 1	1	0	1	1	-1	2	0.40	ตัด/ปรับปรุง
คำถามที่ 2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
คำถามที่ 3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
คำถามที่ 4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
คำถามที่ 5	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
คำถามที่ 6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
คำถามที่ 7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2 ราซาแห่งผลไม้								
คำถามที่ 8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
คำถามที่ 9	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
คำถามที่ 10	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
คำถามที่ 11	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้

ประเด็นคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
คำถามที่ 12	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
คำถามที่ 13	1	0	1	1	0	3	0.60	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 3 หมอนยางพารา								
คำถามที่ 14	1	-1	1	1	-1	1	0.20	ตัด/ปรับปรุง
คำถามที่ 15	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
คำถามที่ 16	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
คำถามที่ 17	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
คำถามที่ 18	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
คำถามที่ 19	1	-1	1	1	0	2	0.40	ตัด/ปรับปรุง
สถานการณ์ที่ 4 แกะแบร์ก								
คำถามที่ 20	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
คำถามที่ 21	1	1	-1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
คำถามที่ 22	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
คำถามที่ 23	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
คำถามที่ 24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

จากตารางสรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยมีข้อคำถาม จำนวน 24 ข้อ พบว่า ข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ต่ำกว่า 0.50 ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่า ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับ นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ ควรตัดออกหรือปรับปรุงแก้ไข และข้อคำถามจำนวน 7 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 0.60 ข้อคำถามจำนวน 4 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 0.80 และข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 1.00 ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่า ข้อคำถามของแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 21 ข้อมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ จึงสามารถนำไปใช้ได้

ตารางสรุปค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	สรุปผลคุณภาพ ของข้อสอบ	ข้อของแบบวัด ฉบับจริง
สถานการณ์ที่ 1 เชื้อนบางกลาง				
1	0.45	0.70	ใช้ได้	ข้อที่ 1
2	0.50	0.40	ใช้ได้	ข้อที่ 2
3	0.50	0.30	ใช้ได้	ข้อที่ 3
4	0.55	0.40	ใช้ได้	ข้อที่ 4
5	0.15	0.10	ตัด/ปรับปรุง	ตัด
6	0.60	0.40	ใช้ได้	ข้อที่ 5
สถานการณ์ที่ 2 ราชาแห่งผลไม้				
7	0.65	0.50	ใช้ได้	ข้อที่ 6
8	0.35	0.40	ใช้ได้	ข้อที่ 7
9	0.65	0.70	ใช้ได้	ข้อที่ 8
10	0.50	0.60	ใช้ได้	ข้อที่ 9
11	0.65	0.30	ใช้ได้	ข้อที่ 10
12	0.15	0.50	ตัด/ปรับปรุง	ตัด
สถานการณ์ที่ 3 หมอนยางพารา				
13	0.25	0.30	ใช้ได้	ตัด
14	0.10	0.30	ตัด/ปรับปรุง	ตัด
15	0.15	0.10	ตัด/ปรับปรุง	ตัด
16	0.25	0.20	ตัด/ปรับปรุง	ตัด
สถานการณ์ที่ 4 แกะแบร์ก				
17	0.80	0.50	ใช้ได้	ข้อที่ 11
18	0.45	0.60	ใช้ได้	ข้อที่ 12
19	0.55	0.40	ใช้ได้	ข้อที่ 13
20	0.65	0.50	ใช้ได้	ข้อที่ 14
21	0.70	0.40	ใช้ได้	ข้อที่ 15

หมายเหตุ ค่าความยากง่าย ใช้ค่าตั้งแต่ 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนก ใช้ค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ตารางสรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้แก่

- | | | |
|--|------------|---------------------------|
| 1. ดร.ณรงค์ศักดิ์ | รอบคอบ | วันประเมิน 11 มีนาคม 2565 |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรีรัตน์ รวมเจริญ | | วันประเมิน 26 มีนาคม 2565 |
| 3. อาจารย์มุกดา | ธรรมกิริติ | วันประเมิน 26 มีนาคม 2565 |
| 4. อาจารย์นุรอาซีกิน | ยี่สมัน | วันประเมิน 12 มีนาคม 2565 |
| 5. นางสาวฟาอีซะ | อาลี | วันประเมิน 20 มีนาคม 2565 |

ตาราง สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ค่า IOC ของแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 26 ข้อ ดังนี้

ลำดับ	ประเด็นคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
ความสนใจในวิทยาศาสตร์									
1	วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ทันสมัย (+)	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
2	ฉันรู้สึกสนุกเมื่อได้ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (+)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	เนื้อหาวิทยาศาสตร์เข้าใจได้ยากและมีความซับซ้อน (-)	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
4	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่เครียดและน่าเบื่อ (-)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	ฉันมักจะเข้าร่วมโครงการหรือกิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ (+)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	ฉันมักจะยินดีที่จะอาสาทำกิจกรรมหรือประชาสัมพันธ์เรื่องต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ (+)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	ประเด็นคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปล ผล
		1	2	3	4	5			
7	ฉันมักจะอาสาช่วยทำกิจกรรม อื่นเมื่อถึงเวลาเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ (-)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8	ฉันมักติดตามข่าวความก้าวหน้า ทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ (+)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9	อาชีพทางวิทยาศาสตร์มีความ ท้าทายและน่าสนใจ (+)	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
ให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้									
10	กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ช่วยทำ ให้ฉันเกิดการเรียนรู้และเข้าใจ ได้ดีขึ้น (+)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
11	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ฉัน สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมี หลักเกณฑ์ (+)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
12	ในขณะที่ทำกิจกรรม วิทยาศาสตร์ฉันจะตั้งคำถาม และตอบคำถามของครู (+)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13	ฉันสามารถวิเคราะห์และ รายงานผลการทำกิจกรรมทาง วิทยาศาสตร์ (+)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
14	วิทยาศาสตร์มีกระบวนการ ศึกษาทดลองเพื่อให้ความรู้ ใหม่ ๆ (+)	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
15	การทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ฉันเป็นคนไม่ค่อยฟังและ ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น (-)	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้

ลำดับ	ประเด็นคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปล ผล
		1	2	3	4	5			
16	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ สามารถนำมาปรับใช้ใน ชีวิตประจำวัน (-)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17	วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อ สังคมและสามารถพัฒนาชีวิตให้ ดีขึ้น (+)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
18	ฉันหลีกเลี่ยงกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เพราะใช้เวลา ดำเนินการนาน (-)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
19	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ ช่วยให้ฉันพัฒนาความรู้ของ ตนเอง (-)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม									
20	วิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้โลก ดีขึ้นในอนาคต (+)	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
21	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถพิสูจน์เพื่อแก้ปัญหาสิ่งที่ เกิดขึ้นตามธรรมชาติได้ (+)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
22	การทำการทดลองทาง วิทยาศาสตร์ทำให้สิ่งมีชีวิตมี ความผิดปกติจากเดิม(-)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
23	การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ส่งผล ให้สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติลดลง (-)	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
24	ฉันจะรณรงค์ให้เพื่อน ๆ นำ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ใน การพัฒนาชุมชน (+)	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้

ลำดับ	ประเด็นคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
25	ฉันมักจะอาสาทำกิจกรรมเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมในชุมชนให้ดีขึ้น (+)	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
26	ฉันเป็นแบบอย่างที่ดีในการปฏิบัติตนเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน (+)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

จากตารางสรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยมีข้อคำถาม จำนวน 26 ข้อ พบว่า ข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 0.60 ข้อคำถามจำนวน 6 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 0.80 และข้อคำถามจำนวน 17 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 1.00 ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่า ข้อคำถามของแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทั้ง 26 ข้อมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ จึงสามารถนำไปใช้ได้

ผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกข้อคำถามมาใช้ทำแบบประเมินเจตคติจริงจำนวน 20 ข้อ โดยเลือกจากข้อคำถามที่มีค่า IOC อยู่ที่ 1.00 จำนวน 17 ข้อ และมีการเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC อยู่ที่ 0.80 จำนวน 3 ข้อจากแบบประเมินด้านที่ 3 ครอบคลุมถึงสิ่งแวดล้อม คือ ข้อ 20 23 และ 25 นอกจากนี้ผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีการปรับภาษาให้เข้าใจง่ายและสอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน

ภาคผนวก ง

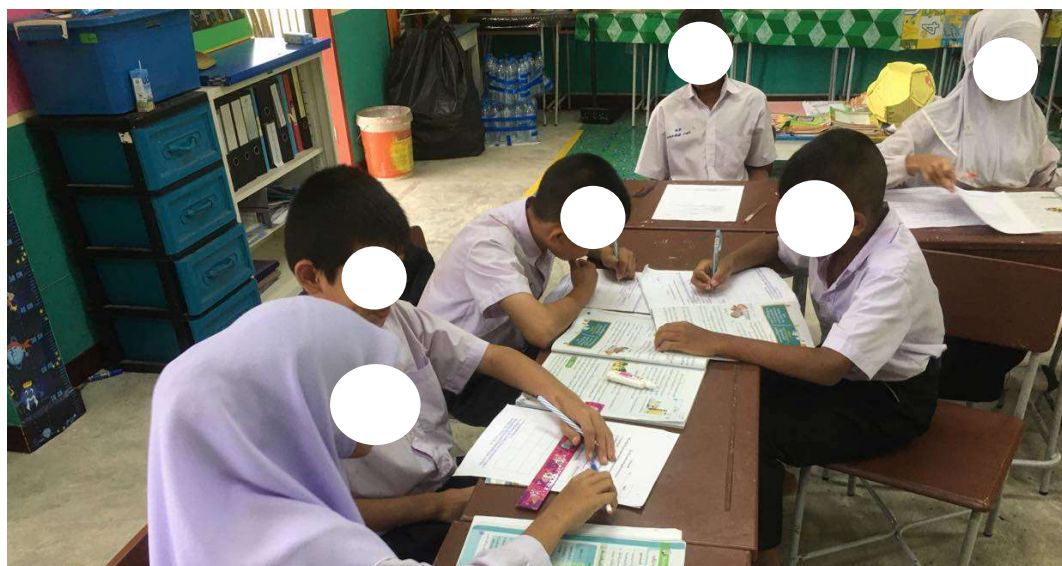
ภาพแสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด
สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ภาพแสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา



ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิด



ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา



ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา



ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง



ขั้นที่ 6 นำเสนอและสะท้อนผล (ต่อ)



ขั้นที่ 7 ตกผลึกแนวคิด



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวนาริมาห์ วาโด

รหัสนักศึกษา 6320120607

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) (สาขาการประถมศึกษา)	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	2562

ทุนการศึกษา

ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อการทำวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ครู คศ.1 โรงเรียนบ้านสาคุ
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 2

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

นาริมาห์ วาโด, ฮามีดี๊ะ มูสอ, ณัฐวิทย์ พจนตันติ. (2566). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ
ต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. Journal of Roi Kaensarn Academi,
8(5), ประจำเดือนพฤษภาคม 2566, อยู่ระหว่างดำเนินการ.