ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

THE EFFECT OF USING SCIENCE CAMP ACTIVITIES ALIGNING WITH STEM EDUCATION TOWARD SCIENTIFIC CREATIVITY OF UPPER PRIMARY SCHOOL STUDENTS

อรอุมา ดิษกิ่งสะแกราช

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2565

ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

อรอุมา ดิษกิ่งสะแกราช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE EFFECT OF USING SCIENCE CAMP ACTIVITIES ALIGNING WITH STEM EDUCATION TOWARD SCIENTIFIC CREATIVITY OF UPPER PRIMARY SCHOOL STUDENTS

ONUMA DISKINGSAKAERACH

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF EDUCATION

(Science Education)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2022

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ของ

อรอุมา ดิษกิ่งสะแกราช

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์)

ชื่อเรื่อง	ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
ผู้วิจัย	อรอุมา ดิษกิ่งสะแกราช
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายและ 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ฯ กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ระดับชั้นละ 20 คน รวม 60 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดลพบุรี โดยการเลือกตามความสะดวก งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นตามแผนการวิจัยกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา 2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติการทดสอบสมมติฐาน Wilcoxon Signed-Ranks Test ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบสูงกว่าก่อนทำกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($z = -6.760$, $p = .000$) 2) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความคิดคล่องสูงที่สุด ($M = 4.38$, $SD = 0.98$) รองลงมาคือความคิดยืดหยุ่น ($M = 4.06$, $SD = 0.92$) และความคิดริเริ่ม ($M = 3.02$, $SD = 1.28$) ตามลำดับ 3) จำนวนและร้อยละของนักเรียนตามระดับความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบและโดยภาพรวมหลังทำกิจกรรมมีแนวโน้มอยู่ในระดับที่ดีขึ้น โดยมีจำนวนนักเรียนอยู่ระดับความสามารถปานกลางและสูงเพิ่มขึ้น และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($M = 4.22$, $SD = 0.70$) เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบ พบว่า ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไปทั้ง 3 ด้าน โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านกิจกรรม ($M = 4.72$, $SD = 0.52$) รองลงมาคือด้านวิทยากร ($M = 4.58$, $SD = 0.64$) อยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการวัดและประเมินผล ($M = 4.36$, $SD = 0.95$) อยู่ในระดับมากตามลำดับ

คำสำคัญ : ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์, กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์, สะเต็มศึกษา

Title	THE EFFECT OF USING SCIENCE CAMP ACTIVITIES ALIGNING WITH STEM EDUCATION TOWARD SCIENTIFIC CREATIVITY OF UPPER PRIMARY SCHOOL STUDENTS
Author	ONUMA DISKINGSAKAERACH
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Chaninan Pruekpramool

The aims of this research are as follows: (1) to study the effect of using science camp activities aligned with STEM education on the scientific creativity of upper primary school students; and (2) to study the level of student satisfaction toward STEM science camp activities. The participants consisted of 60 fourth to sixth grade students, with 20 students in each level, who studied in the first semester of the 2022 academic year in a school in Lopburi province and selected by convenience sampling. This research is pre-experimental and used a one-group pre-test post-test design. The research instruments consisted of the following: (1) STEM science camp activities; (2) a scientific creativity test; and (3) a satisfaction questionnaire toward the STEM science camp activities. The statistics employed for data analysis included mean, standard deviation, and Wilcoxon Signed-Ranks Test. The results revealed the following: (1) the scientific creativity posttest mean scores in overall and each component were higher than the pretest with a .05 level of statistical significance ($z = -6.760$, $p = .000$); (2) students gained the highest mean score in fluency component ($M= 4.38$, $SD = 0.98$), followed by flexibility ($M= 4.06$, $SD = 0.92$), and originality ($M= 3.02$, $SD = 1.28$), respectively; (3) the number and percentage of students according to the ability level of scientific creativity, by components and overall, the ability level tends to improve. After learning with the activities, the number of students with medium and high ability levels increased; and (4) the students had a high level of satisfaction toward STEM science camp activities ($M = 4.22$, $SD = 0.70$), and considering each aspect, it was found that the levels of satisfaction were at high and highest levels in all aspects. Students had the highest mean score in the activity aspect ($M = 4.72$, $SD = 0.52$), followed by the speaker aspect ($M = 4.58$, $SD = 0.64$) at the highest level, and the assessment aspect ($M = 4.36$, $SD = 0.95$) was at a high level, respectively.

Keyword : Scientific Creativity, Science Camp, STEM Education

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล ที่ได้สละเวลา อันมีค่าให้คำปรึกษาในการจัดทำวิจัย คอยตรวจสอบข้อบกพร่องของงานวิจัย อนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องงานวิจัยทั้งปวง รวมไปถึงจะคอยให้กำลังใจตลอด จนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จเรียบร้อยไปได้ด้วยดีผู้วิจัยต้อง กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ รองศาสตราจารย์ ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และอาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแก้ไขเครื่องมืองานวิจัย โดยได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ และคุณครูโรงเรียนบ้านโนนปอแดง จังหวัดนครราชสีมา ที่อำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ และคุณครูโรงเรียนวัดดงน้อย จังหวัดลพบุรี ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อรอุมา ดิษกิ่งสะแกราช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

คำถามวิจัย 6

ความมุ่งหมายของการวิจัย 6

ความสำคัญของการวิจัย 7

ขอบเขตของการวิจัย 7

กลุ่มที่ศึกษา 7

ตัวแปรที่ศึกษา 7

นิยามศัพท์เฉพาะ 7

กรอบแนวคิดในการวิจัย 9

สมมติฐานในการวิจัย 10

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 12

1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 12

1.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 13

1.3 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 17
1.4 การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์..... 27
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 36
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 36
2.2 ระดับการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา..... 37
2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา..... 39
3. ค่ายวิทยาศาสตร์..... 47
3.1 ความหมายของค่ายวิทยาศาสตร์ 47
3.2 รูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ 47
3.3 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ 49
3.4 ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ 50
4. ความพึงพอใจ..... 51
4.1 ความหมายของความพึงพอใจ 51
4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ..... 51
4.3 การวัดและประเมินผลความพึงพอใจ 52
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 55
แบบแผนงานวิจัย 55
การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา..... 56
การสร้างเครื่องมือ 56
การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 67
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล..... 68
การดำเนินการด้านจริยธรรมวิจัย 71

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 72
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะการวิจัย 86
ความมุ่งหมายของการวิจัย 86
วิธีดำเนินการวิจัย 86
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 87
สรุปผลการวิจัย 87
อภิปรายผล 88
ข้อเสนอแนะ 94
บรรณานุกรม 96
ประวัติผู้เขียน 145

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่เสนอโดย Hu & Adey (2002) 28

ตาราง 2 ตัวอย่างของข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 30

ตาราง 3 ตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ Mohamed (2006)..... 32

ตาราง 4 ตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ Aktamis, Pekmez, Can, & Ergin (2005) 34

ตาราง 5 แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของ อับดุลยามีน หะยีขาเดร์ (2560) 53

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย 55

ตาราง 7 โครงสร้างของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ 57

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประยุกต์จากแนวคิดของ Hu & Adey (2002) 61

ตาราง 9 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่ายของข้อสอบ 64

ตาราง 10 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ..... 64

ตาราง 11 คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา 65

ตาราง 12 การตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.... 73

ตาราง 13 ผลการการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังทำกิจกรรม 74

ตาราง 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนตามระดับความสามารถ..... 75

ตาราง 15 แสดงผลการศึกษาความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย 83

ตาราง 16 การวิเคราะห์ ค่า IOC ของแบบประเมินกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย 108

ตาราง 17 การวิเคราะห์ ค่าความเหมาะสมของกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายต่อการนำไปใช้ .. 109

ตาราง 18 การวิเคราะห์ ค่า IOC ของแบบประเมินแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย 112

ตาราง 19 การวิเคราะห์ ค่าความเหมาะสมแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ต่อการนำไปใช้ 114

ตาราง 20 การวิเคราะห์ ค่าความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ 115

ตาราง 21 การวิเคราะห์ ค่า IOC ของความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย 117

ตาราง 22 การวิเคราะห์ ค่าความเหมาะสมความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ต่อการนำไปใช้ 119

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 10
ภาพประกอบ 2 ระดับการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา..... 38
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงด้านความคิดคล่อง 76
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางด้านความคิดคล่อง.. 77
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำด้านความคิดคล่อง..... 77
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงด้านความคิดหยืดหยุ่น..... 78
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางด้านความคิดยืดหยุ่น78
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำด้านความคิดยืดหยุ่น..... 79
ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงด้านความคิดริเริ่ม..... 80
ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางด้านความคิดริเริ่ม . 80
ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำด้านความคิดริเริ่ม..... 81
ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับปรับปรุงด้านความคิดริเริ่ม ... 82

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ความคิดสร้างสรรค์เป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญของศตวรรษที่ 21 (Skills, 2012) ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางความคิดของมนุษย์ที่พยายามสร้างสรรค์จากสิ่งเดิมที่มีอยู่ทำให้เกิดเป็นแนวคิด ทฤษฎี เทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ (กรมวิชาการ, 2546) ความคิดสร้างสรรค์เป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าของประเทศชาติ ประเทศที่สามารถพัฒนาและนำศักยภาพของคนในชาติออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ยิ่งมีโอกาสพัฒนาและเจริญก้าวหน้าได้มากขึ้นเท่านั้น (อารี พันธ์มณี, 2540) ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญหากได้รับการพัฒนาและส่งเสริมอย่างเป็นระบบ ใช้อย่างเหมาะสมจะเป็นประโยชน์ต่อตนเอง สังคมและประเทศชาติ เช่น ด้านการเกษตร การคมนาคม การแพทย์ การศึกษา ตลอดจนความก้าวหน้าทางวิทยาการอื่น ๆ ถ้าคนในสังคมมีความคิดสร้างสรรค์สูงจะเป็นแรงผลักดันให้สังคมประเทศชาติ มีความเจริญก้าวหน้าและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ไปได้อย่างรวดเร็ว (Jittreechao, Kajornsin, & Lapanachokdee, 2017)

การพัฒนาเยาวชนให้เป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นเป้าหมายที่สำคัญมากในหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กำหนดให้ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถอย่างหนึ่งที่ผู้เรียนควรมีตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) นอกจากนี้ แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) ยังได้มีการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาคนในประเทศ มุ่งพัฒนาคนในทุกมิติและในทุกช่วงวัยให้เป็นคนดี เก่ง และมีคุณภาพโดยมีหลักคิดที่ถูกต้อง มีทักษะที่จำเป็นที่ประสบความสำเร็จในศตวรรษที่ 21 และมีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต สู่การเป็นคนไทยที่มีทักษะสูง โดยสามารถสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ขึ้นมามาเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมตามสัมมาชีพตามความถนัดของตนเอง (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561)

ความคิดสร้างสรรค์มีการศึกษาร่วมกับศาสตร์หลายแขนง โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์เรียกว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific creativity) เป็นความสามารถทางสมองที่อาศัยความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา หาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วหลากหลายและแตกต่าง ผ่านการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวคิดหรือผลผลิตใหม่ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Adey, 2002; Park, 2011; Sak &

Ayas, 2013; พนิตธิดา รุ่งแจ้ง, 2557) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์ และทำให้วิทยาศาสตร์เป็นอิสระจากกรอบหรือแนวคิด (Al-Balushi & Al-Abdali, 2015) จากการศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าไม่แตกต่างจากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ แต่เน้นที่การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดและพฤติกรรมที่แสดงออกผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดริเริ่ม (Originality) (Al-Balushi & Al-Abdali, 2015; Mohamed, 2006) นอกจากนั้นยังมีการแบ่งองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 องค์ประกอบ โดยเพิ่มเติมความคิดละเอียดลออ (Elaboration) (Clary, Robert, & Fulford, 2011; Feist, 1998; สมรัก อินทวิมลศรี, สกลรัชต์ แก้วดี, และ สิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์, 2562) ความคิดอย่างคล่องเป็นความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อคิดแก้ปัญหา หรือหาคำตอบภายในกรอบเวลาที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และมีหลายประเภท หลายหมวดหมู่ และความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดให้แตกต่างจากความคิดที่มีอยู่เดิมจึงทำให้เกิดความคิดใหม่ มีความโดดเด่นและเป็นประโยชน์ (Hu & Adey, 2002) ส่วนความคิดละเอียดลออนั้นเป็นความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน หรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น ความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่ง ขยายความคิดให้สมบูรณ์ขึ้น (Guilford, 1967) ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่ส่งเสริมในระดับชั้นมัธยมขึ้นไป (ราวรรณ์ ทิลานันท์, 2558; อับดุลยามีน หะยีขาเดร์, 2560) เนื่องจากความคิดละเอียดลออเป็นการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับผลงานแล้วนำมาเชื่อมโยงสัมพันธ์กับสิ่งอื่นได้อย่างมีความหมาย ทำให้เห็นภาพชัดเจนและสมบูรณ์ ซึ่งจะเกิดกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมเนื่องจากนักเรียนในช่วงวัยนี้สามารถคิดและอธิบายรายละเอียดที่นำมาตกแต่งความคิดครั้งแรกทำให้เกิดภาพชัดเจนขึ้น

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังขาดการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่เน้นเฉพาะเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสอบแข่งขัน รวมถึงข้อจำกัดในเรื่องของเวลา นอกจากนี้ครูไม่ทราบวิธีจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (สุนทร ภูรีปรีชาเลิศ, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, และ จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2563) ซึ่งเยาวชนจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝน

กระบวนการคิด ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในทุก ๆ ด้าน ควบคู่กับเนื้อหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้นเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องมีกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม ครูต้องให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนด้วยตนเอง ได้รับความรู้ และสามารถนำไปใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ (ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2558) โดยเฉพาะนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลายถือเป็นกลุ่มที่มีพัฒนาการทางสมองในระดับดี มีความสามารถคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาทุกชนิด และสามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ คิดถึงสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ มีพัฒนาทางด้านสติปัญญาในหลาย ๆ ด้าน สามารถคิดแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมด้วยวิธีการที่หลากหลายนำไปสู่การคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดค้นดัดแปลง นอกจากนั้นยังสามารถคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ มีการตั้งสมมติฐาน ทดลอง และใช้เหตุผล (Piaget, 1969) นักเรียนกลุ่มนี้จึงเหมาะที่จะได้รับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการเรียนในเนื้อหา

ในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะที่สำคัญคือต้องมีการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ผ่านขั้นตอน และกระบวนการปฏิบัติจริงโดยมีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจสิ่งที่อยู่รอบตัว โดยกิจกรรมหรือการจัดการเรียนรู้ ต้องมีส่วนช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดได้หลากหลายแนวทางในแก้ปัญหาร่วมกับการใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และต้องให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดจากสถานการณ์จริงหรือสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้นโดยอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (Guilford, 1967) จากการศึกษาพบว่า มีงานวิจัยที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยจัดทำในรูปแบบของชุดกิจกรรม (Learning package) และงานวิจัยอื่น ๆ ที่เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดและวิธีการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหมวกหกใบ (ฐาปนี แย้มแก้ว, มัลลิกา ปาละโชติ, และ กรกมล ชูช่วย, 2564) การจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์, ธิติยา บงกชเพชร, และ ชมพูนุช วรางคณากูล, 2561) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) (ธมลวรรณ เศรษฐหิรัญกุล, 2560; ภัสสร ติดมา, 2558; อับดุลยามีน หะยีขาเดร์, 2560)

สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ถือเป็นหนึ่งแนวทางที่ได้ถูกนำมาใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยที่พบ ได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้าน

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (บุญญิสา แซ่หล่อ และ ซุฟเฟียน เจ๊ะมะ, 2560; ราวรรณ์ ทิลานันท์, 2558) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ผ่านการสร้างนวัตกรรมที่ช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน (Madden et al., 2013; อับดุลยามีน หะยีขาเดร์, 2560) ทั้งนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้นำการจัดการเรียนรู้นี้เข้ามาเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน รวมถึงการพัฒนาทักษะในการสร้างนวัตกรรมประสบการณ์การเรียนรู้ตามสะเต็มศึกษาซึ่งเป็นการบูรณาการของ 4 สาขาวิชาที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) ด้วยการเรียนรู้และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมไปถึงการพัฒนากระบวนการ และผลิตภัณฑ์ที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิตในด้านต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งก่อให้เกิดแก้ปัญหาและคิดอย่างสร้างสรรค์ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ มีการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย หนึ่งในนั้นคือการใช้การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จากการศึกษาพบว่า สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้เสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1. การตั้งคำถาม (Ask) เป็นขั้นที่ผู้เรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการในสถานการณ์ต่าง ๆ ว่าเกิดขึ้นที่ไหน เพื่อวิเคราะห์แนวทางหรือวิธีแก้ปัญหา 2. การจินตนาการ (Imagine) ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการโดยสามารถค้นหาข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่งที่มา ซึ่งอาจรวมถึงการอ่านหนังสือ พูดคุยกับผู้คนหรือสืบค้นออนไลน์ 3. การวางแผน (Plan) ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาและเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสร้างสร้างชิ้นงาน 4. การสร้าง (Create) ผู้เรียนปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้และ 5. การปรับปรุง(Improve) ผู้เรียนแก้ไขชิ้นงานหรือสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งงานวิจัยของบุญลอย มูลน้อย (2558) ได้ศึกษาพบว่าขั้นตอนดังกล่าวแสดงให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีศาสตร์ต่าง ๆ มากมายที่ช่วยให้วิศวกรออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ สิ่งนี้ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้ปรับปรุงขั้นตอนการออกแบบทางวิศวกรรมรวม จาก 5 ขั้นเป็น 6 ขั้น ประกอบด้วย 1. การระบุปัญหา

(Problem identification) 2. ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information Search) 3. ออกแบบการแก้ปัญหา (Solution design) 4. วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) 5. พัฒนาและทดสอบหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) และ 6. การแก้ไขและนำเสนอแนวทางแก้ไข(Presentation) ซึ่งจากงานวิจัยของ อับดุลยามีน หะยีขาเดร์ (2560) ได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอนไปใช้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ผ่านการสร้างชิ้นงานที่จะช่วยในการแก้ปัญหาให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จมากขึ้นในอนาคต นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นผู้รอบรู้ที่สามารถดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี

ในการส่งเสริมความคิดขั้นสูงอย่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ครูอาจไม่สามารถสอนได้ในห้องเรียน เพราะต้องส่งเสริมทั้งเนื้อหาของบทเรียน และทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ (Madden et al., 2013) ค่ายวิทยาศาสตร์ถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ผู้เรียนจะได้สัมผัสกับกิจกรรมวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ อย่างสนุกสนานและน่าตื่นเต้น สามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และพัฒนาทักษะ ค่ายวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะจัดเป็นกิจกรรมภายในโรงเรียน และอาจจัดเป็นกิจกรรมกลางแจ้ง จุดประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้และทักษะการสำรวจ ทดลอง เล่นเกม และกิจกรรมนันทนาการ เป็นต้น (อาทิตยา ขาวพราย, 2562) ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์นั้นมีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการกำหนดหลักสูตรในการจัดกิจกรรม โดยการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์สามารถจัดได้ในช่วงระยะเวลาที่หลากหลาย เช่น เป็นระยะเวลา 1 - 2 วัน หรือ 2 - 4 วัน จุดเน้นของการเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ คือผู้เรียนได้ศึกษาทดลองจากสถานการณ์จริงมีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มแก้ปัญหาร่วมกัน และอภิปรายร่วมกัน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับความรู้ไปพร้อมกับความสนุกสนาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ (บุญเลี้ยง จอดนอก, 2549) ที่ได้ศึกษาผลการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 โดยจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งจัดเป็นกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่ใช้สถานการณ์เกี่ยวกับการคิดสิ่งใหม่ ๆ และแตกต่างจากเดิม โดยมีการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 10 กิจกรรม ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมใช้เวลา 3 วัน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และเป็นแนวทางในการสร้างความคิดใหม่ ๆ หรือผลผลิตใหม่ ๆ และนอกจากนี้ยังเพื่อให้ผู้เรียนเกิดเจตคติ

ที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยพบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 91.30 และหลังเข้าค่ายวิทยาศาสตร์นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการกิจกรรมค่ายไม่มีขั้นตอนการสอนที่ชัดเจน หากนำค่ายวิทยาศาสตร์มาผนวกกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา น่าจะสามารถส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสร้างสรรค์ ทำให้สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ โดยจากการศึกษา พบว่า มีงานวิจัยที่พัฒนาค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมช่วยให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพัฒนาความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ (อาทิตยา ขาวพราย, 2562) แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบงานวิจัยเกี่ยวกับค่ายวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้กับนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย

จากปัญหาและความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสนใจศึกษาผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) มาใช้ในการดำเนินกิจกรรม โดยแบ่งกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ฯ ออกเป็น 5 กิจกรรม กิจกรรมละ 4 ชั่วโมง รวมเป็น 20 ชั่วโมง โดยผู้เรียนจะได้เรียนรู้และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมอย่างสนุกสนาน รวมไปถึงการได้แสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบองค์ความรู้ใหม่ ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานของการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และผู้เรียนต่อไปในอนาคต

คำถามวิจัย

1. กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายได้หรือไม่ อย่างไร

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ หรือไม่ อย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่พัฒนาขึ้น

ความสำคัญของการวิจัย

นักเรียนได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทำกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ และได้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย สำหรับครู บุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่สนใจได้นำไปใช้หรือปรับประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนานักเรียนในบริบทของตนเองได้ และได้ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายเพื่อนำไปใช้ต่อยอดในการพัฒนานักเรียนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดลพบุรี ระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน แบ่งออกเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คน รวม 60 คน ได้มาจากวิธีการเลือกตามความสะดวก (Convenience sampling) โดยเป็นนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้ทำการประสานเพื่อขอเก็บข้อมูลวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

ตัวแปรตาม ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมหลักสูตร เป็นกิจกรรมที่มุ่งส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ช่วยเพิ่มพูนความรู้ และประสบการณ์ตรงทางวิทยาศาสตร์ในสภาพแวดล้อมจริง มีเนื้อหาที่เน้นการค้นคว้า คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เชิงสร้างสรรค์ รวมไปถึงการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการบูรณาการ

ของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 กิจกรรมจะประกอบด้วย ชุมชนในฝัน นั่งร้าน ศรลม-แฮนด์เมด สะพานดาวินชี และกับดักยุง จำนวน 20 ชั่วโมง ซึ่งในแต่ละกิจกรรมจะมีเข้ากลุ่ม การสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต และการนำเสนอผลงาน และใช้การดำเนินกิจกรรมด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้น ดังนี้ ตามแนวทางสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560)

1) ระบุปัญหา (Problem identification) เป็นขั้นที่นักเรียนเข้าใจปัญหาและ วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย ภายในเวลาที่กำหนด เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา และอภิปรายเลือกใช้แนวทางที่สามารถแก้ปัญหาได้เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน เป็นการส่งเสริมความคิดคล่อง และคิดยืดหยุ่น

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา (Related information search) เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละแนวทาง

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นขั้นที่นักเรียนออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด โดยต้องคำนึงถึงเงื่อนไข ข้อจำกัดและความท้าทายที่กำหนดเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ดีที่สุด เป็นการส่งเสริมความคิดคล่อง และความคิดริเริ่ม

4) วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นขั้นที่นักเรียนกำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้างชิ้นงานและลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการใหม่ที่แตกต่างจากเดิม และไม่ซ้ำใคร และวิธีการนำชิ้นงานไปใช้ เป็นการส่งเสริมความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นที่นักเรียนนำชิ้นงานไปทดลองใช้เพื่อแก้ปัญหา ประเมินประสิทธิภาพ และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารายงานผลการทดสอบที่ได้ จากนั้นนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น หรือเสนอแนะ เพิ่มเติม เพื่อการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานเป็นการส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นใหม่ที่แตกต่างจากเดิม และไม่ซ้ำใคร โดยอาจนำเสนอในรูปแบบผ่านระบบออนไลน์หรือรูปแบบอื่น ๆ เป็นการส่งเสริมความคิดริเริ่ม

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดและพฤติกรรมการแก้ปัญหา หาคำตอบอย่างคล่องแคล่ว หลากหลายและแตกต่าง ผ่านการใช้ความรู้

และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวคิดหรือผลผลิตใหม่ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ ปรับมาจากแนวคิดของ Hu & Adey (2002) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดร่างแบบจำลอง หรืออุปกรณ์ที่ใช้ โดยมีการนำมาประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้ในปริมาณมาก ภายในเวลาที่จำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการหาคำตอบหรือทางเลือกที่หลากหลายไม่ซ้ำกันในกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มฯ โดยมีการนำมาประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนโดยการนำความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มฯ มาวางแผนในการคิดแตกต่างจากความคิดเดิมที่มีอยู่นำไปสู่ความคิดแปลกใหม่ มีความโดดเด่นและเป็นประโยชน์

3. ความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกชอบใจพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดจากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย ระดับความพึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยทำการวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ฯ ใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านวิทยากร ด้านการจัดกิจกรรม ด้านการวัดและประเมินผล

กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาและศึกษาผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากงานวิจัยก่อนหน้าได้ยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ (ธมลวรรณ เศรษฐหิรัญกุล, 2560; ภัสสร ติดมา, 2558; อับดุลยามีน หะยีขาเดร์, 2560) โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อับดุลยามีน หะยีขาเดร์ (2560) ได้นำมาใช้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาและสามารถพัฒนานักเรียนได้ แต่ยังไม่พบงานวิจัยในระดับประถมศึกษาตอนปลาย ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ตามแนวทางสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ผ่านการทำกิจกรรมค่าย ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมค่าย

วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่บูรณาการองค์ความรู้ใน 4 สาขาวิชาได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ มีการกำหนดสถานการณ์และปัญหาที่พบได้ในชีวิตประจำวันเพื่อท้าทายนักเรียนในการแก้ปัญหาโดยออกแบบกิจกรรมที่บูรณาการความรู้แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) เน้นการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก และใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์เข้ามาเป็นส่วนส่งเสริมให้นักเรียนได้ออกแบบ ได้สร้างสรรค์ผลงาน/ชิ้นงาน รวมไปกับการทำกิจกรรมนันทนาการ เพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเกิดความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ กรอบแนวคิดในการวิจัยดังแสดงในภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเข้าร่วมกิจกรรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาฯ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาฯ มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ฯ ในระดับมากขึ้นไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
    - 1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
    - 1.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
    - 1.3 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
    - 1.4 การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
    - 2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
    - 2.2 ระดับการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา
    - 2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
    - 2.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
    - 2.5 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
3. ค่ายวิทยาศาสตร์
    - 3.1 ความหมายของค่ายวิทยาศาสตร์
    - 3.2 รูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์
    - 3.3 ขั้นตอนการพัฒนาค่ายวิทยาศาสตร์
    - 3.4 ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. ความพึงพอใจ
    - 4.1 ความหมายของความพึงพอใจ
    - 4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
    - 4.3 การวัดและประเมินผลความพึงพอใจ

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างผลงานหรือสิ่งแปลกใหม่ (Torrance, 1962)เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย (Divergent thinking) ที่สามารถคิดได้หลายทาง หลายแง่มุม เป็นการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิมหรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ที่ไม่ซ้ำของเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น (Guilford, 1967; ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์, 2546) รวมถึงการคิดค้นแนวทางในการแก้ปัญหาได้สำเร็จ เพื่อให้เกิดทางออกของปัญหาที่ดีที่สุด(Guilford, 1967) ซึ่งอาจจะเกิดจากการนำประสบการณ์ความรู้เดิมไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ อาจออกมาในรูปของผลผลิตทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์หรือกระบวนการ (Torrance, 1962) นอกจากนี้ ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์ (2543) ได้ให้ความหมายเพิ่มเติมว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของสมองในการเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เกิดการเรียนรู้และเข้าใจจนเกิดเป็นปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการนำไปสู่การสร้างสิ่งแปลกใหม่หรือเพื่อการแก้ปัญหาโดยอาศัยประสบการณ์และความรู้ที่สั่งสมมา

ความคิดสร้างสรรค์หากนำมาผสมผสานระหว่างทักษะและความรู้ต่าง ๆ จะเรียกว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific creativity) (Moravcsik, 1981) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาเกี่ยวกับ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากความคิดสร้างสรรค์มากนัก เพียงแต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดของบุคคลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา หรือพัฒนาสิ่งประดิษฐ์โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Adey, 2002) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดอเนกนัย (Divergent thinking) เช่นเดียวกับความคิดสร้างสรรค์ ที่เชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนของกระบวนการคิด และหาคำตอบอย่างคล่องแคล่ว เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Madden et al., 2013; พนิตธิดา รุ่งแจ้ง, 2557) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตั้งสมมติฐาน และทักษะการออกแบบโดยกระบวนการเหล่านั้นก่อให้เกิดผลผลิต ผลิตภัณฑ์ ที่มีความแปลกใหม่ที่สอดคล้องกับบริบท (Hu & Adey, 2002; Sak & Ayas, 2013) ทั้งยังเป็นประประโยชน์ต่อวิทยาศาสตร์ สังคมและประเทศชาติ (Sak & Ayas, 2013) นอกจากนี้ Park (2011) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปสู่การค้นพบ หรือการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านแบบจำลอง 3 มิติ

ประกอบด้วย 3 แกน ดังนี้ ความคิดสร้างสรรค์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดเพื่อที่ใช้ในการแก้ปัญหา หาคำตอบอย่างคล่องแคล่ว หลากหลายและแตกต่าง ผ่านการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวคิดหรือผลผลิตใหม่ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์

1.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีองค์ประกอบไม่แตกต่างจากความคิดสร้างสรรค์มากนัก เนื่องจากเป็นความสามารถทางสมองที่มีพื้นฐานมาจากความคิดสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัยขอนำเสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษามีนักวิชาการเสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ 3 และ 4 องค์ประกอบดังนี้

Torrance (1962) เสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งมีลักษณะของการคิดพื้นฐานที่สำคัญไว้ 3 ประการดังนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็วเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากในเวลาที่จำกัด

2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้หลายและแนวทางแก้ไขได้หลากหลายในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะการคิดที่แปลกใหม่และแตกต่างจากสิ่งที่มีอยู่ทั่วไป

Guilford (1967) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ประการ ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่สามารถคิดได้อย่างซับซ้อน และหลากหลายทิศทางประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกันกับความคิดของคนอื่น ๆ แตกต่างจากความคิดธรรมดา หรืออาจจะเกิดจากการคิดของเดิมที่มีอยู่แล้ว สามารถพลิกแพลงให้กลายเป็นสิ่งที่ต่างจากเดิมได้ เป็นการนำเอาความคิดเก่ามาปรับปรุงแต่ง ผสมผสานเกิด

เป็นความคิดใหม่ที่มีหลายระดับซึ่งอาจจะเกิดขึ้นครั้งแรกโดยไม่มีใครสอนหรือแม้แต่ความคิดนั้นจะมีผู้อื่นคิดไว้ก่อนแล้วก็ตาม

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกันภายในเวลาที่กำหนดแบ่งเป็น 4 ประเภท

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word fluency) ความสามารถในการใช้คำพูดได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

2.2 ความคล่องแคล่วทางด้านการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Association fluency) ความสามารถในการคิดคำที่เหมือนหรือคล้ายกันมากที่สุดในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional fluency) ความสามารถในการใช้วลีและประโยคและนำคำมารวมกันเพื่อให้ได้ข้อความที่ต้องการ

2.4 ความคิดคล่องในการคิด (Ideation fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น จงคิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง แบบของการคิดที่มีความหลากหลายแตกต่างกันออกไปโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous flexibility) เป็นความสามารถที่พยายามคิดได้หลากหลายรูปแบบอย่างมีอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive flexibility) เป็นความสามารถในการจัดการความรู้หรือประสบการณ์ที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์และหลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำ ซึ่งเป็นตัวส่งเสริมให้ความคิดคล่องมีความแตกต่างออกไป หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อน หรือเป็นการเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้นด้วยการแบ่งประเภทและการจัดหมวดหมู่

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะให้รายละเอียดหรือตกแต่งเพื่อความสมบูรณ์หรือปรับปรุงพัฒนาสิ่งที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นักวิจัยและนักการศึกษา โดยได้มีการเสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) และ Guilford (1967) เป็นพื้นฐาน ดังนี้

Hu & Adey (2002) และ Madden et al. (2013) กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยประยุกต์มาจากองค์ประกอบของ Torrance (1992) แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการบอกจำนวนของคำตอบ หรือการโต้ตอบของปัญหาได้ ภายในเวลาที่กำหนด โดยคำตอบต้องสอดคล้องกับบริบทและถูกต้อง

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการตอบได้หลายหมวดหมู่หรือหลายประเภท ศึกษาได้จากจำนวนของประเภท หรือจำนวนของหมวดหมู่ในการตอบคำถามที่แตกต่างกัน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการตอบคำตอบที่สอดคล้องกับคำถาม ศึกษาได้จากการตอบข้อคำถามที่มีความโดดเด่นไม่ซ้ำใคร

ทัศนีย์ บุญเติม (2527) ได้เสนอ องค์ประกอบของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัยนั้น จำแนกได้ 4 ลักษณะตามแนวของ Guilford คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการนำเสนอแนวคิดให้ได้ปริมาณมาก

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการนำเสนอแนวคิดที่หลากหลายรูปแบบและทิศทาง

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการนำเสนอแนวคิดที่ต่างจากคนอื่น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเพิ่มเติมรายละเอียดให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

Park (2011) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประการดังนี้

1. ความคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) คือ ความสามารถที่จะคิดทำสิ่งต่าง ๆ ได้หลายทาง ทำให้นำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมถึงการคิดค้น พบวิธีการแก้ปัญหาได้ แบ่งเป็น 3 ประเภท

1.1 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง จำนวนความคิดหรือผลิตภัณฑ์ทั้งหมดสามารถนับได้เพื่อประเมินความคล่องแคล่วในความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป แต่ในกรณีของวิทยาศาสตร์ความคิดสร้างสรรค์จะต้องเลือกความคิดหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง จำนวนหมวดหมู่ของความคิดหรือสร้างแนวคิดที่แตกต่าง และการจำแนกประเภท ตามบริบททางวิทยาศาสตร์

1.3 ความคิดต่าง (Unusualness) หมายถึง ความคิดหรือผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างเมื่อเทียบกับความคิดของคนทั่วไป ตัวอย่างเช่น การคิดย้อนกลับ การเปลี่ยนสมมติฐานพื้นฐานหรือเงื่อนไขเป็นต้น

2. ความคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) เป็นการคิดทางเดียวเป็นกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งแคบ และมีทางเลือกน้อยจนได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.1 การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง จำนวนความคิดหรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีโครงสร้างหรือมีระเบียบ ตัวอย่างเช่น จำนวนแนวคิดรวมในแนวคิด หรือจำนวนฟังก์ชันที่รวมอยู่ในการประดิษฐ์ เป็นต้น สอดคล้องกับการสังเคราะห์ ซึ่งแตกต่างจากความคิดคล่อง

2.2 การเชื่อมโยง (Coherency) หมายถึง ความคิดหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ต้องมีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือสัมพันธ์กับหลักการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หรือใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.3 ความเรียบง่าย (Simplicity) หมายถึง การทำให้เข้าใจง่ายผ่านภายในคำสั่งหรือระเบียบในบริบททางวิทยาศาสตร์ ค้นหาความสม่ำเสมอจากข้อมูลที่ซับซ้อน โดยการวาดตาราง กราฟ รูปแบบการประดิษฐ์ การแสดงรูปร่าง การแนะนำชื่อสัญลักษณ์หรือการแสดงเชิงคณิตศาสตร์ใหม่ นั้นสอดคล้องกับความเรียบง่าย

3. การคิดเชิงสัมพันธ์ (Associational thinking) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด แบ่งเป็น 2 ประเภท

3.1 การใช้เหตุผลบนฐานของความคล้ายคลึงกัน (Similarity-based reasoning) หมายถึง การเชื่อมโยงระหว่างความคิดหรือผลิตภัณฑ์ และความคิดหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ความคล้ายคลึงกันสามารถพบในคุณสมบัติที่มองเห็นได้ เช่น รูปร่าง สีลักษณะภายใน เช่น ความหนาแน่น การนำไฟฟ้า เป็นต้น หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในความคิดหรือผลิตภัณฑ์เช่น การเปลี่ยนรูปพลังงาน หรือ การทำให้เสียงสูงขึ้นเมื่อมวลเพิ่มขึ้น เป็นต้น

3.2 การเชื่อมโยงโดยไม่มีความคล้ายคลึงกัน (Linking without similarity) หมายถึง การรวมหรือการเชื่อมต่อระหว่างความคิดหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ แม้ว่าจะไม่มีความคล้ายคลึงกันอย่างชัดเจน

4. องค์ประกอบทั่วไปอื่น ๆ ของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Other common elements of scientific creativity) แบ่งเป็น 3 ประเภท

4.1 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่มีความแตกต่างจากบุคคลอื่น

4.2 ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดหรือผลิตภัณฑ์ที่มีรายละเอียดในบริบททางวิทยาศาสตร์ เช่น การวาดภาพอย่างละเอียดแนะนำตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมหรือสร้างการแสดงความคิดที่มีปริมาณคำอธิบายถือได้ว่าเป็นกิจกรรมที่มีเนื้อหา

4.3 คุณค่า (Value) หมายถึง ความคิดหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่มีประโยชน์สำหรับชีวิตมนุษย์ธรรมชาติ หรือการแก้ปัญหาที่เป็นไปตามมาตรฐานทางจริยธรรม

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มุ่งเน้นไปที่ความสามารถในการคิด และพฤติกรรมที่แสดงออกผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยความคิดนั้นต้องเป็นประโยชน์หรือสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งพบว่ามีผู้เสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็น 3 องค์ประกอบ (Hu & Adey, 2002) ประกอบด้วย ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) และความคิดริเริ่ม (originality) 4 องค์ประกอบ (กรมวิชาการ, 2544) โดยเพิ่มเติมความคิดละเอียดลออ (Elaboration) และมีงานวิจัยของ (Park, 2011) ได้มีการขยายองค์ประกอบเพิ่มเติมแต่ยังครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบตามที่กล่าวข้างต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ใน 3 องค์ประกอบตามแนวคิดของ Hu & Adey (2002) ทั้งนี้เนื่องจากทั้ง 3 องค์ประกอบเกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจินตนาการ เป็นองค์ประกอบที่ไม่มีความซับซ้อนมากนักเหมาะแก่การนำมาใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1.3 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น จัดการเรียนรู้แบบซิปปา การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ซึ่งแต่ละรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการเรียนการสอนที่เป็นแบบแผนของการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบโดยมีทฤษฎีการเรียนรู้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นแนวทางให้แก่ครูนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบการเรียนรู้นั้น รายละเอียดดังนี้

1.3.1 การจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ขั้น ประกอบด้วย (เพ็ญพักตร์ ช่วยพันธ์ และคณะ, 2560)

ขั้นที่ 1 การเรียนรู้ระบุคำถาม (Learning to question) ในขั้นนี้นักเรียนจะเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น เพราะนักเรียนจะต้องคิดปัญหาที่ตัวเองสนใจให้ได้มากที่สุดและมีความหลากหลายภายในเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้แสวงหาสารสนเทศ (Learning to search) นักเรียนจะเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของความคิด คล่องแคล่วความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ เพราะนักเรียนทุกคนในกลุ่มจะต้องร่วมกันคิดประเด็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงงานให้ครอบคลุมมากที่สุด

ขั้นที่ 3 การเรียนรู้เพื่อสร้างความรู้ (Learning to construct) เป็นขั้นตอนที่มีการเรียนรู้เพื่อสร้างองค์ความรู้ในขั้นนี้นักเรียนจะเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ เพราะนักเรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้จากการแสวงหาสารสนเทศมาเขียนและลงมือทำ ทำให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ของตนเองขึ้นโดยมีความรู้ใหม่เกิดขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิม

ขั้นที่ 4 การสื่อสาร (Learning to communicate) การสื่อสารในขั้นนี้นักเรียนจะเกิดความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม เพราะนักเรียนจะต้องคิดวิธีการนำเสนอวิธีการที่หลากหลายและแปลกใหม่ไม่ซ้ำกลุ่มอื่นเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ

ขั้นที่ 5 การตอบแทนสังคม (Learning to service) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ เพราะนักเรียนจะต้องนำผลงานของตนเองไปตอบแทนสังคมด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลายและแปลกใหม่เพื่อดึงดูดความ สนใจของสังคมให้มากที่สุดในขั้นนี้นักเรียนจะสามารถเกิด ความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างสมบูรณ์

การจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น มีลักษณะที่สำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการ ในการระบุและแก้ไขปัญหาที่มีความหลากหลาย ผ่านการลงมือปฏิบัติตามหลักพื้นฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่นำไปสร้างชิ้นงาน ที่เกิดประโยชน์ต่อสังคม และข้อจำกัด

ของการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้นั้นครูต้องคอยเน้นย้ำถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนซึ่งในการสอนแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการสอนมาก และในการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้นั้นครูต้องมีเทคนิคในการสร้างสถานการณ์ ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่สามารถทำให้นักเรียนสนใจ จะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย (เพ็ญพักตร์ ช่วยพันธ์ และคณะ, 2560)

1.3.2 จัดการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA model) เป็นรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่เสนอ โดยทิศนา แขมมณี (2542) ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้สอนเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล แลกเปลี่ยนความคิด และประสบการณ์ระหว่างกัน ผู้เรียนรู้จักสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ได้เรียนรู้กระบวนการคู่กับการปฏิบัติ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยชายูตี อับดุลราฮิม และคณะ (2557) ได้นำการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA model) มาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 7 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทบทวนความรู้เดิม เป็นการช่วยให้ผู้เรียนจดจำข้อมูลที่ได้เรียนรู้ได้ดีขึ้น โดยเชื่อมโยงกับความรู้เดิม สามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้สอน

ขั้นที่ 2 การแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นการแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องที่เรายังไม่มีจากแหล่งต่างๆ ครูสามารถช่วยค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมากที่สุดเพื่อให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 3 การศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/ความรู้ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เป็นกระบวนการทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้เรียนรู้ อาจเกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดและความคิดของผู้เรียน รวมถึงการทำงานร่วมกับผู้อื่น จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจข้อมูลได้ดีขึ้นและโดยอาศัยความรู้เดิม

ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม เป็นขั้นที่ผู้เรียนใช้กลุ่มเพื่อตรวจสอบความรู้ของตนเองและเรียนรู้จากความคิดของผู้อื่น และยังพัฒนาความรู้และความเข้าใจด้วยการแบ่งปันความคิดกับผู้อื่น

ขั้นที่ 5 การสรุปและจัดระเบียบความรู้ เป็นขั้นสรุปความรู้เดิม ความรู้ใหม่ และความรู้ที่ได้รับทั้งหมด โดยการจัดระเบียบในลักษณะที่ทำให้ง่ายต่อการจดจำ

ขั้นที่ 6 การปฏิบัติ และ/หรือการแสดงผลงาน หากข้อความรู้ได้เรียนรู้มาไม่มีการปฏิบัติ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้แบ่งปันความรู้ความเข้าใจกับผู้อื่น ช่วยให้นักเรียนเสริมสร้างความ

เข้าใจและใช้ความคิดสร้างสรรค์ หากจำเป็นต้องปฏิบัติตามข้อความของสิ่งที่ได้เรียนรู้ ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นปฏิบัติ และยังมีการแสดงผลงานที่ได้ทำ

ขั้นที่ 7 การประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนการนำความรู้ความเข้าใจของตนเองไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความชำนาญ เข้าใจดีขึ้น แก้ปัญหาได้ดีขึ้น และจดจำสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องนั้นได้

การจัดการเรียนรู้แบบซิปปา มีลักษณะที่สำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนเป็นผู้เรียนรู้และค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง มุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ เข้ากับความรู้เดิมของนักเรียน เน้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม ผู้สอนต้องใช้คำถามต่าง ๆ ให้เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้หรือแนวคิดหลักในกิจกรรมการเรียนรู้ และนอกจากนั้นยังสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้ และข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา ผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกับผู้อื่น จึงจะทำให้ผลงานบรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ชายูตี อับดุลราฮิม และคณะ, 2557)

1.3.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 2 รูปแบบ ประกอบด้วย จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้น และ 9 ขั้น มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบ 5 ขั้น ดังนี้

1.3.3.1 จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้โดยการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยเน้นที่ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้เพื่อเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยอับดุลยามีน หะยีขาเดร์ และคณะ (2560) ได้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้น ตามแนวทางของ National Research Council (2012) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem identification) เป็นกระบวนการของการวิเคราะห์สถานการณ์และทำความเข้าใจกับข้อจำกัดของสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อหาทางออกที่เป็นไปได้ และสร้างแผนหรือวิธีแก้ปัญหาเพื่อแก้ไขปัญหา ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นจาก

สถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นอิสระ เพื่อกระตุ้นนักเรียนระบุ ปัญหาให้ได้มากที่สุด อย่างหลากหลาย ไม่ซ้ำกับเพื่อนกลุ่ม อื่น ๆ ภายในระยะเวลา ที่กำหนด

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการประเมินความเป็นไปได้ โดยคำนึงถึงข้อดีและข้อจำกัด ครูกำหนดเงื่อนไขเบื้องต้นก่อนการมอบหมายงานให้นักเรียน

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนออกแบบการสร้างชิ้นงาน โดยคำนึงถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอหลักการคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

ศิรินนาถ ทับทิมใส (2563) ได้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แบบ 6 ขั้น ตามแนวทางของ สสวท.(2560) ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรื่องพลังงานความร้อน และได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem identification) ในขั้นนี้นักเรียนต้องเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย ซึ่งสามารถวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นขั้นตอนที่รวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นขั้นตอนประยุกต์ใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นขั้นตอนที่เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงาน แล้วลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้ได้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นตอนที่ทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงาน โดยมีการประเมินผลโดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นตอนที่นำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน โดยนำเสนอให้เกิดความน่าสนใจให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์และคณะ (2019) ได้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้น ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem identification) เป็นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจและระบุข้อจำกัดและเงื่อนไขของสถานการณ์

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information Search) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องสืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาคิดวิเคราะห์ และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาสถานการณ์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงาน (ภายใต้งบประมาณที่มีอย่างจำกัด)

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทดสอบประสิทธิภาพพร้อมกับประเมินชิ้นงาน และนำไปปรับปรุงพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ

Alev & Emin (2016) ได้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 9 ขั้น ตามแนวทางของ Householder & Hailey (2011) ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 98 คน โดยใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 9 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Defining the problem) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์และระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ศึกษาปัญหา (Determining the needs for the problem) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา และนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบและวางแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 พัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Developing possible solution) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องนำข้อมูลที่ได้ทำการศึกษามาใช้ในการพัฒนาวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ โดยต้องคำนึงถึงเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

ขั้นที่ 4 เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Choosing the best solution) เป็นขั้นที่สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด พร้อมตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 สร้างชิ้นงาน (Making the prototype) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหาที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้ โดยต้องสร้างชิ้นงานที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขและเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 6 ทดสอบและประเมินวิธีแก้ปัญหา/ชิ้นงาน (Testing and evaluating the solution) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำชิ้นงานหรือวิธีแก้ปัญหามาทำการทดสอบหรือดำเนินการแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดที่กำหนด

ขั้นที่ 7 นำเสนอวิธีแก้ปัญหา (Presenting the solution) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการดำเนินการแก้ไขปัญหา โดยมีการอภิปรายถึงข้อดีข้อด้อยของชิ้นงาน รวมถึงปัญหาและอุปสรรค ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปรับปรุง

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงแก้ไข (Redesign/revise) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำการทดสอบประเมินอีกครั้ง

ขั้นที่ 9 แก้ปัญหาตัดสินใจ (Completing the decision) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปวิธีการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแล้ว และนำเสนอผลงาน

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีลักษณะที่สำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ เกิดกระบวนการคิด และแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย ภายใต้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยมีเงื่อนไขและความท้าทายตามสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้เกิดชิ้นงานสำหรับใช้ในการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดในเรื่องข้อความไม่ชัดเจนเกี่ยวกับเวลาเนื่องจากเป็นการเรียนการสอนที่ใช้กิจกรรมเป็นฐาน ในบางขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้อาจจะต้องมีการยืดหยุ่นในเรื่องเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของนักเรียน สถานที่ และวัสดุอุปกรณ์ และการออกแบบกิจกรรมสะเต็มให้สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน สภาพแวดล้อมรอบโรงเรียน สภาพสังคม เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ใกล้ตัวกับผู้เรียน (อับดุลยามีน หะยีขาเดร์ และคณะ, 2560)

1.3.3.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 5 ขั้น จากงานวิจัยของ ภัสสร ติดมา และคณะ (2558) ได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของ Schachter (2012) มาใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education โดยการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่าง 4 วิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science : S) วิชาเทคโนโลยี (Technology : T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E) และวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) ดังนี้

ขั้นตั้งคำถาม (Ask) โดยนักเรียนศึกษาข้อมูล หาคำตอบเพื่อเลือกอวัยวะที่จะสร้าง

ขั้นจินตนาการ (Imagine) ร่างออกแบบ รูปร่างของแบบจำลองอวัยวะหลาย ๆ แบบ เพื่อช่วยกันตัดสินใจเลือกแบบที่สวยงามเหมาะสม และใช้งบสร้างถูกที่สุด

ขั้นวางแผน (Plan) ระดมสมอง แบ่งงานในกลุ่มเลือกซื้อวัสดุจากครูมาสร้างแบบจำลองอวัยวะ

ขั้นสร้าง (Create) ลงมือสร้างแบบจำลองอวัยวะ

ขั้นปรับปรุง (Improve) ปรับปรุงชิ้นงานให้สมบูรณ์ขึ้น โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติและตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 5 ขั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่จัดกิจกรรมในแต่ละขั้นส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ โดยนักเรียนได้ฝึกการตอบคำถามในเวลาที่กำหนด และให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดยผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเองตามสภาพจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 5 ขั้น จะมีข้อจำกัดเรื่องของเวลา เนื่องด้วยแต่ละกิจกรรมต้องใช้เวลานาน และขั้นในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจน

1.3.4 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น จากงานวิจัยของพนิตธิดา รุ่งแจ้ง (2557) ได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยสร้างเป็นชุดกิจกรรมมีลักษณะที่สำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ และแก้ไขปัญหาอย่างมีเหตุผล โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ย่อย จำนวน 7 ชุด แต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ย่อย ประกอบด้วย ชื่อชุดกิจกรรม คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียน รู้เวลาที่ใช้ ใบความรู้ ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละกิจกรรมยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสร้างชิ้นงาน ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบ่ง ออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน สำหรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในขั้นขยายความรู้และขั้น ประเมินผล มีรายละเอียดดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้และเกิดความอยากรู้อยากเห็นจากประเด็นปัญหาหรือเรื่องที่กำลังจะศึกษาโดยการใช้คำถาม สถานการณ์หรือกรณีตัวอย่าง

2) ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่นักเรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือเรื่องที่กำลังจะศึกษาจากขั้นสร้างความสนใจ โดยทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างหลากหลายภายในชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ แปลผล อภิปรายและสรุปผลในรูปแบบต่าง ๆ ลงในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น บรรยายสรุป สร้างตาราง จัดทำผังความคิด เป็นต้น และนำเสนอ ผลการปฏิบัติกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

4) ขั้นขยายความรู้ ขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดและ ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ โดยให้นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปประยุกต์ใช้ เชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนเหตุการณ์และสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดย การใช้คำถาม ตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ใช้กรณีตัวอย่าง และทำกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เช่น การเขียนเล่าเรื่องเชิงสร้างสรรค์ การปั้น ดินน้ำมันสร้างเมืองจำลอง เป็นต้น

5) ขั้นประเมินผล ขั้นที่ครูประเมินการเรียนรู้ของ นักเรียนว่าบรรลุตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการใช้คำถาม ให้นักเรียนเล่นเกม ทำแบบฝึกหัด ภายในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และทำกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียน และเน้นกระบวนการหาความรู้ด้วยการค้นคว้าด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย และแตกต่างจากเดิมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ได้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3.5 การเรียนรู้แบบโครงงาน จากงานวิจัยของ ราวรรณ์ ทิลานันท์ (2558) ได้นำการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมาใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 6 โดยครูจะเป็นผู้กำหนดกรอบของปัญหากว้าง ๆ แล้วให้นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหา หรือวิธีการศึกษาเอง เป็นการเรียนเนื้อหาเพื่อนำไปใช้ แล้วได้ชิ้นงานในรูปแบบโครงงานออกมา จำนวน 6 แผน ที่มีคุณภาพเหมาะสมมากที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามสาระการเรียนรู้ ซึ่งการดำเนินกิจกรรมนั้น มี 3 ระยะ ระยะที่ 1 เริ่มต้นโครงงาน ระยะที่ 2 การพัฒนาโครงงาน และระยะที่ 3 ขั้นสรุป

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถใช้เทคนิคหลากหลายรูปแบบนำมาผสมผสานกัน เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายโดยใช้เทคโนโลยีตามความสนใจของผู้เรียนหรือในกลุ่มอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนอย่างต่อเนื่องซึ่งสามารถจะทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้โดยไม่จำกัดสถานที่ทำให้ได้ชิ้นงานที่แปลกใหม่ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สรุปได้ว่างานวิจัยที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พบประกอบด้วย 5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น จัดการเรียนรู้แบบซิปปา การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นที่ปรากฏในชุดกิจกรรม ซึ่งมีลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจสิ่งต่าง ๆ และกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถหาแนวทางในแก้ปัญหาที่อยู่รอบตัวได้ ซึ่งใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.4 การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาถึงแนวทางการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

Hu & Adey (2002) ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโครงสร้างโมเดลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่องและความคิดริเริ่ม เป็นแบบวัดประเภทเขียนตอบ ประกอบไปด้วยข้อคำถาม 7 ข้อ กำหนดเวลา 60 นาที ในแต่ละข้อใช้วัดองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกัน ดังนี้

ข้อที่ 1-4 วัดองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบในข้อเดียว

ข้อที่ 5-7 วัดความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม

ข้อที่ 5 ใช้คำถามที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 6 ใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทดลองเชิงสร้างสรรค์

ข้อที่ 7 ทดสอบความสามารถในการออกแบบผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 1

ตาราง 1 ตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่เสนอโดย Hu & Adey (2002)

ข้อ	ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
1-4	วัดองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม **โจทย์** 1 จงเขียนประโยชน์ของแก้วที่มีการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาให้ได้มากที่สุด 2 ถ้านักเรียนได้มีโอกาสไปเที่ยวนอกโลกและดาวดวงอื่น ๆ คำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนอยากศึกษามีอะไรบ้าง จงเขียนคำตอบมาให้ได้มากที่สุด 3 จงคิดวิธีที่ทำให้จักรยาน 1 คันให้มีความน่าสนใจให้ใช้ประโยชน์ได้และมีความสวยงามมากขึ้น จงเขียนคำตอบให้ได้มากที่สุด 4 สมมติว่าไม่มีแรงดึงดูดของโลกนักเรียนคิดว่าโลกจะเป็นลักษณะอย่างไร จะเขียนคำตอบมาให้ได้มากที่สุด	คะแนนความคิดคล่อง นับจำนวนคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน คำตอบละ 1 คะแนน คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากกลุ่มคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามแนวทางคำตอบที่ไม่มีซ้ำกัน คะแนนความคิดริเริ่มพิจารณาจากกลุ่มคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามตามความถี่ของคำตอบน้อยกว่าร้อยละ 5 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 2 คะแนน ระหว่างร้อยละ 5-10 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 1 คะแนน ความถี่ของคำตอบ มากกว่าร้อยละ 10 ของคำตอบทั้งหมด ได้ 0 คะแนน
5	ใช้คำถามที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (วัดความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม) **โจทย์** จงหาวิธีในการแบ่งรูปสี่เหลี่ยม 1 รูป ให้ได้ 4 ส่วนเท่า ๆ กัน และวาดรูปลงในกระดาษคำตอบให้ได้มากที่สุด	ความถี่ของคำตอบคิดเป็นร้อยละ ดังนี้ น้อยกว่าร้อยละ 5 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 3 คะแนน ระหว่างร้อยละ 5-10 จากจากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 2 คะแนน ความถี่ของคำตอบ มากกว่าร้อยละ 10 ของคำตอบทั้งหมด ได้ 1 คะแนน

ตาราง 1 (ต่อ)

ข้อ	ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
6	ใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทดลองเชิงสร้างสรรค์ (วัดความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม) **โจทย์** มีกระดาษเช็ดหน้าอยู่ 2 แบบ นักเรียนจะสามารถตรวจสอบได้อย่างไรว่ากระดาษแบบใดเช็ดหน้าได้ดีกว่ากัน เขียนวิธีการมาให้ได้มากที่สุด พร้อมกับระบุหลักการ เครื่องมือ และกระบวนการในการตรวจสอบ	คะแนนทั้ง 2 องค์ประกอบมารวมกัน คิดคะแนนได้ดังนี้ คะแนนความคิดยืดหยุ่น 9 คะแนนเต็ม แยกเป็น 1. วิธีการที่ถูกต้อง คิดจากเครื่องมือ 3 คะแนน 2. หลักการ 3 คะแนน 3. กระบวนการและขั้นตอน 3 คะแนน คะแนนความคิดริเริ่ม ความถี่ของคำตอบคิดเป็นร้อยละ ดังนี้ น้อยกว่าร้อยละ จากความถี่ของ 5 คำตอบทั้งหมด ได้ 4 คะแนน ระหว่างร้อยละ จากจากความถี่ 10-5 ของคำตอบทั้งหมด ได้ 2 คะแนน ความถี่ของคำตอบ มากกว่าร้อยละ 10 ของคำตอบทั้งหมด ได้ 0 คะแนน
7	ทดสอบความสามารถในการออกแบบผลิตภัณฑ์ วัด) (ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม **โจทย์** จงออกแบบเครื่องบรรจุแอปเปิล1 เครื่อง โดยการวาดภาพพร้อมระบุตำแหน่งและหน้าที่แต่ละส่วน	นับจำนวนหน้าที่ของเครื่องแต่ละส่วนไม่ซ้ำกัน หน้าที่ละ 3 คะแนน

ต่อมาได้มีนักวิจัยและนักการศึกษา ได้นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากแนวคิดของ Hu & Adey (2002) มาปรับใช้ ดังนี้

ปัญญ์ปภัส สิงห์อร, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, และ เอกรัตน์ ทานาค (2562) ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 2

ตาราง 2 ตัวอย่างของข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
1	หากคุณสามารถใช้ยานอวกาศเดินทางไปในอวกาศและดาวเคราะห์ อะไรคือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องการจะศึกษา ระบุมาให้ได้มากที่สุด	ความคิดคล่อง ให้คะแนนตามจำนวนคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามภายในเวลาที่กำหนด โดยคำตอบที่สอดคล้องและถูกต้องจะได้ คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ถ้าหากตอบ ซ้ำกับคำตอบเดิมจะไม่ให้คะแนน ความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับคำถาม ซึ่งคำตอบจะถูกนำมาจัด กลุ่มของคำตอบที่มีแนวทางหรือมีความหมายในทางเดียวกัน โดยคำตอบแต่ละกลุ่มจะได้คะแนน กลุ่มละ 1 คะแนน ความคิดริเริ่ม นำคำตอบทั้งหมดในห้องมา พิจารณาคำตอบที่มีความแตกต่าง และแปลกใหม่ โดยหาความถี่และร้อยละของคำตอบทั้งหมดในห้อง โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ น้อยกว่าร้อยละ 5 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 2 คะแนน ระหว่างร้อยละ 5-10 จากจากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 1 คะแนน ความถี่ของคำตอบ มากกว่าร้อยละ 10 ของคำตอบทั้งหมด ได้ 0 คะแนน
2	คิดปรับปรุงจักรยานที่ทำให้น่าสนใจมีประโยชน์และ สวยงามมากขึ้น มาให้ได้มากที่สุด	
3	จงอธิบายว่า ถ้าหากไม่มีแรงโน้มถ่วง โลกของเราจะ เป็นอย่างไร	
4	จงเขียนวิธีที่เป็นไปด้วยมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ที่นักเรียนสามารถที่จะแบ่งสี่เหลี่ยมออกเป็นสี่ส่วน เท่า ๆ กัน ให้วาดภาพลงในกระดาษคำตอบ	ความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนคำตอบที่ สอดคล้องกับคำถาม ซึ่งคำตอบจะถูกนำมา จัดกลุ่มของคำตอบที่มีแนวทางหรือมี ความหมายในทางเดียวกัน โดยคำตอบแต่ ละกลุ่มจะได้คะแนน กลุ่มละ 1 คะแนน ความคิดริเริ่ม นำคำตอบทั้งหมดในห้องมา พิจารณาค าตอบที่มีความแตกต่าง และแปลกใหม่ โดยหาความถี่และร้อยละของ คำตอบทั้งหมดในห้อง โดยมีเกณฑ์การ ประเมิน ดังนี้ น้อยกว่าร้อยละ 5 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 2 คะแนน ระหว่างร้อยละ 5-10 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 1 คะแนน ความถี่ของคำตอบมากกว่าร้อยละ 10 ของ คำตอบทั้งหมด ได้ 0 คะแนน

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อ	ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
5	มีผ้าเช็ดปากอยู่ 2 ชนิด นักเรียนจะมีวิธีทดสอบได้ อย่างไรว่าผ้าชนิดไหนมีคุณภาพดีกว่า เขียนวิธี ทดสอบมาให้ได้มากที่สุด พร้อมระบุเครื่องมือ หลักการและขั้นตอนต่าง ๆ ด้วย	ความคิดยืดหยุ่น คะแนนเต็ม 9 คะแนน โดย แบ่งการให้คะแนนเป็นส่วน คือ เครื่องมือ 3 คะแนน หลักการ 3 คะแนน และขั้นตอน 3 คะแนน ความคิดริเริ่ม นำคำตอบทั้งหมดในห้องมา พิจารณาคำตอบที่มีความแตกต่าง และแปลกใหม่ โดยหาความถี่และร้อยละของคำตอบทั้งหมดในห้อง โดยมีเกณฑ์การ ประเมิน ดังนี้ น้อยกว่าร้อยละ 5 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 2 คะแนน ระหว่างร้อยละ 5-10 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 1 คะแนน ความถี่ของคำตอบมากกว่าร้อยละ 10 ของ คาตอบทั้งหมด ได้ 0 คะแนน
6	หากนักเรียนเป็นชาวสวนปลูกแอปเปิล จงออกแบบ เครื่องเก็บแอปเปิล พร้อมกับวาดภาพประกอบ โดยระบุชื่อส่วนประกอบและหน้าที่	ความคิดยืดหยุ่นให้คะแนน ตามส่วนประกอบและ หน้าที่ของคำตอบ ความคิดริเริ่ม ให้คะแนนความแปลกใหม่ของคำตอบทั้งหมดตั้งแต่ 1-5 คะแนน

Mohamed (2006) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า Scientific Creativity Test (SCT) โดยได้สร้างขึ้นตามแนวทางของ Hu & Adey (2002) เพื่อประเมินผลทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ ประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ระบุปัญหาและการแก้ปัญหา ตอนที่ 2 การจัดกลุ่มดอกไม้ ตอนที่ 3 การออกแบบการทดลองโดยตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 3

ตาราง 3 ตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ Mohamed (2006)

ตอน	ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
1	ปัญหาและการแก้ปัญหา **ข้อที่** 1A ให้นักเรียนระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาให้ได้มากที่สุดจากภาพที่กำหนดให้ **ข้อที่** 1B ให้นักเรียนเลือก 1 ปัญหาเนขอ 1A ระบุปัญหาในภาพ พร้อมกับวิธีการแก้ปัญหามาให้ได้มากที่สุด	ความคิดคล่อง ระบุจำนวนของปัญหาที่สอดคล้องกับข้อคำถาม ได้คำตอบละ 1 คะแนน คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากกลุ่มคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถาม ได้ กลุ่มคำตอบละ1 คะแนน คะแนนความคิดริเริ่มพิจารณาจากกลุ่มคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามตามความถี่ของคำตอบน้อยกว่าร้อยละ 2 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 2 คะแนน ระหว่างร้อยละ 2-5 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 1 คะแนน ความถี่ของคำตอบ มากกว่าร้อยละ 5
	ข้อที่ 1C ให้นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 1B (เลือก 1 ในปัญหาทางวิทยาศาสตร์และหาวิธีการ) โดยมีอุปกรณ์ให้อุปกรณ์ดังนี้ กระดาษ ถั่ว และน้ำยาทำความสะอาด	ประเมินความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Ability หรือ SA) ความรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Science Content Knowledge หรือ SCK) และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Creativity หรือ SC)
2	การจัดกลุ่มของดอกไม้ **ข้อที่** 2A ให้นักเรียนจัดกลุ่มหรือจำแนกดอกไม้ **ข้อที่** 2B ให้นักเรียนทำการการย่อยหรือการย้ายดอกไม้ในกลุ่มเป็นกลุ่มต่าง ๆ **ข้อที่** 2C บอกประโยชน์เกี่ยวกับการจัดกลุ่มดอกไม้ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน **ข้อที่** 2D วาดแผนวาพที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม	ความคิดคล่องแคล่ว ระบุจำนวนของกลุ่มดอกไม้ ได้คำตอบละ 1 คะแนน คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากจัดกลุ่มของดอกไม้ ได้ กลุ่มคำตอบละ1 คะแนน คะแนนความคิดริเริ่มพิจารณาจากกลุ่มคำตอบ ที่สอดคล้องกับข้อคำถามตามความถี่ของคำตอบน้อยกว่าร้อยละ 2 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 2 คะแนน ระหว่างร้อยละ 2-5 จากจากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 1 คะแนน ความถี่ของคำตอบ มากกว่าร้อยละ 5 ของคำตอบทั้งหมด ได้ 0 คะแนน

ตาราง 3 (ต่อ)

ตอน	ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
3	การกำหนดสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม **ข้อที่** 3A ให้นักเรียนระบุวิธีการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมมาให้ได้มากที่สุด	ความคิดคล่องแคล่ว นับจำนวนของสมมติฐานทีผู้เรียนกำหนดขึ้น ได้คำตอบละ 1 คะแนน คะแนนความคิดริเริ่มพิจารณาจากกลุ่มคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามตามความถี่ของคำตอบ น้อยกว่าร้อยละ 2 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 2 คะแนน ระหว่างร้อยละ 2-5 จากจากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 1 คะแนน ความถี่ของคำตอบ มากกว่าร้อยละ 5 ของคำตอบทั้งหมด ได้ 0 คะแนน
	ข้อที่3B วาดภาพการทดลองเพื่อสำหรับปัญหาสิ่งแวดล้อม	ได้รับคะแนนจากผู้ประเมินอิสระสองคนโดยใช้ การประเมินความสอดคล้อง

Aktamis et al. (2005) ได้นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ Hu & Adey (2002) มาปรับใช้ เพื่อให้ตรงกับบริบทของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา มีข้อคำถามและเกณฑ์ในการให้คะแนนที่คล้ายกัน โดยมีการปรับข้อคำถามจากเดิม 7 ข้อ ปรับเป็น 6 ข้อ และเวลา 60 นาที เป็น 40 นาที ใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประเทศตุรกี ตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ Aktamis et al. (2005) แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 ตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ Aktamis, Pekmez, Can, & Ergin (2005)

ข้อ	ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
1-4	**ข้อที่** 1a จงเขียนประโยชน์ของขวดพลาสติกการใช้งานทางวิทยาศาสตร์ มาให้ได้มากที่สุด **ข้อที่** 1b จงเขียนประโยชน์ของกระป๋องการใช้งานทางวิทยาศาสตร์ มาให้ได้มากที่สุด **ข้อที่** 2 ถ้าหากนักเรียนสามารถประดิษฐ์เครื่องย้อนเวลาได้ ช่วงเวลาไหนที่อยากย้อนกลับไปคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนอยากศึกษามีอะไรบ้าง จงเขียนมาให้ได้มากที่สุด **ข้อที่** 3 จงคิดวิธีปรับปรุงกระเป๋านักเรียนให้มีความน่าสนใจ มีประโยชน์และสวยงามมากยิ่งขึ้น พร้อมกับระบุวิธีการ และวิธีการดังกล่าวเหมาะสมหรือไม่ เขียนคำตอบมาให้ได้มากที่สุด	คะแนนความคิดคล่อง นับจำนวนคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน คำตอบละ 1 คะแนน คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากกลุ่มคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถาม แนวทางคำตอบที่ไม่มีซ้ำกัน คะแนนความคิดริเริ่มพิจารณาจากกลุ่มคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามตามความถี่ของคำตอบน้อยกว่าร้อยละ 5 จากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 2 คะแนน ระหว่างร้อยละ 10-5 จากจากความถี่ของคำตอบทั้งหมด ได้ 1 คะแนน ความถี่ของคำตอบ มากกว่าร้อยละ 10 ของคำตอบทั้งหมด ได้ 0 คะแนน
	ข้อที่ 4a สมมติว่าไม่มีเวลากลางคืน มีแต่เวลากลางวันเพียงอย่างเดียว จงเขียนอธิบายสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับโลก เขียนคำตอบมาให้ได้มากที่สุด **ข้อที่** 4b สมมติว่าโลกไม่หมุนรอบดวงอาทิตย์จงเขียนอธิบายสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับโลก เขียนคำตอบมาให้ได้มากที่สุด	
	ข้อที่ 5 มีกระดาษชำระอยู่ 2 แบบ นักเรียนมีวิธีการในการทดสอบว่าแบบใดดีกว่า พร้อมกับระบุเครื่องมือ วิธีการ และขั้นตอน เขียนคำตอบมาให้ได้มากที่สุด	ได้จากจำนวนตัวแปรต้น ที่ไม่ซ้ำกัน จำนวนตัวแปรต้นละ 1 คะแนน (คะแนนสูงสุด 4 คะแนน)
	ข้อที่ 6 จงออกแบบเครื่องบรรจุแอปเปิล 1 เครื่องโดยการวาดภาพพร้อมระบุตำแหน่งและหน้าที่แต่ละส่วน	นับจำนวนหน้าที่ของเครื่องแต่ละส่วนไม่ซ้ำกัน หน้าที่ละ 3 คะแนน

จากการศึกษาการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในรูปแบบของลักษณะการเขียนตอบ เป็นแบบวัดที่สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างครอบคลุมและตรงประเด็น ครบทุกองค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่อง และความคิดริเริ่ม ซึ่งจากงานวิจัยส่วนใหญ่ได้พัฒนาแบบวัดซึ่งปรับมาจากแนวคิดของ Hu & Adey (2002) โดยปรับข้อคำถามสถานการณ์และเกณฑ์ให้เข้ากับบริบทของตน นำมาใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา และมัธยมศึกษา ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำแนวทางของ Hu & Adey (2002) มาประยุกต์ใช้เช่นเดียวกัน เนื่องจากเป็นแบบวัดประเภทเขียนตอบ และแนวทางของคำตอบจำเป็นต้องใช้ความรู้ หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจินตนาการ เหมาะแก่การนำมาใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จากการศึกษาพบข้อจำกัดในส่วนของการไม่พบเกณฑ์แบ่งระดับความสามารถในภาพรวม ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและเกณฑ์การแปลความหมายโดยภาพรวม เพื่อใช้ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับงานวิจัยนี้

จากการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดและพฤติกรรมการแก้ปัญหา หาคำตอบอย่างคล่องแคล่ว หลากหลายและแตกต่าง ผ่านการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวคิดหรือผลผลิตใหม่ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ ปรับมาจากแนวคิดของ Hu & Adey (2002) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง กระบวนการคิดโดยใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้ในปริมาณมาก ภายในเวลาที่จำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง กระบวนการคิดโดยใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คิดหาคำตอบได้ถูกต้องและมีความหลากหลายของหมวดหมู่หรือประเภท

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง กระบวนการคิดโดยใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดแตกต่างจากความคิดเดิมที่มีอยู่นำไปสู่ความคิดแปลกใหม่มีความโดดเด่นและเป็นประโยชน์

โดยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประเภทอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ปรับมาจากแนวคิดของ Hu & Adey (2002) ให้นักเรียนจะตอบคำถามในแต่ละข้อโดยเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้ เวลาที่ใช้ในการ

ทำแบบทดสอบทั้งหมด 50 นาที กำหนดให้ข้อ 1-4 ใช้เวลาข้อละ 5 นาที ข้อ 5-6 ใช้เวลาข้อละ 15 นาที ซึ่งในแต่ละตอนจะมีคำชี้แจงก่อนลงมือทำ ซึ่งนักเรียนจะได้คะแนนสูงเมื่อตอบคำตอบได้จำนวนมาก มีความสมเหตุสมผลสอดคล้องกับข้อคำถาม และเป็นคำตอบที่แตกต่างจากคำตอบของผู้อื่น

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

การทบทวนวรรณกรรมและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา พบแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์หรือทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist theory) เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น (กมลฉัตร กล่อมอิ่ม, 2556) แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จากแนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญซึ่งปรากฏจากรายงานของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา คือ Jean Piaget ชาวสวิตเซอร์แลนด์และ Lev Vygotaky ชาวรัสเซีย ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivist) และ 2) กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivist) มีรายละเอียด ดังนี้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2551)

1) กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivist) มีรากฐานทางปรัชญาของทฤษฎี มาจากความพยายามที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการที่พิสูจน์อย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นทฤษฎีของเพียเจต์แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ช่วงอายุ (Ages) และลำดับขั้น (Stages) ผู้เรียนจะพัฒนาความสามารถทางการรู้คิด (Cognitive abilities) โดยการจัดการเรียนการสอนมีแนวคิดว่ามนุษย์เราต้อง “สร้าง” (Construct) ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางประสบการณ์ซึ่งจะกระตุ้นให้ผู้เรียน สร้างโครงสร้างทางปัญญา หรือเรียกว่า สกีมา (Schemas)

2) กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivist) เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจาก Vygotsky ได้เน้น เกี่ยวกับบริบทการเรียนรู้ทางสังคม (Social context learning) ทฤษฎีพุทธิปัญญาของเพียเจต์ที่ใช้กัน มาเป็นพื้นฐาน สำหรับการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery learning) ซึ่งผู้สอนมีบทบาทค่อนข้างจำกัด ส่วนทฤษฎีของ Vygotsky เปิดโอกาสให้ครูหรือผู้เรียนที่อาวุโสกว่าแสดงบทบาทในการเรียนรู้ของผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีการอาศัยแนวคิดพื้นฐาน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม โดยกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา มีแนวคิดมาจากเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ โดยการลงมือกระทำหรือปฏิบัติ แก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง รวมไปถึงการนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ที่บูรณาการผ่านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่วนกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น ซึ่งครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้โดยตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในทุก ๆ ด้าน

2.2 ระดับการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา

การนำแนวคิดแบบสะเต็มศึกษาลงสู่ภาคปฏิบัติในชั้นเรียน สามารถทำได้ในรูปแบบของการ บูรณาการในด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ กิจกรรมการเรียนรู้ หรือสามารถประยุกต์ความรู้ที่สามารถปฏิบัติได้ทั้งแบบแยกรายวิชา และแบบรวมรายวิชา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) โดยมีรูปแบบการบูรณาการ ดังนี้

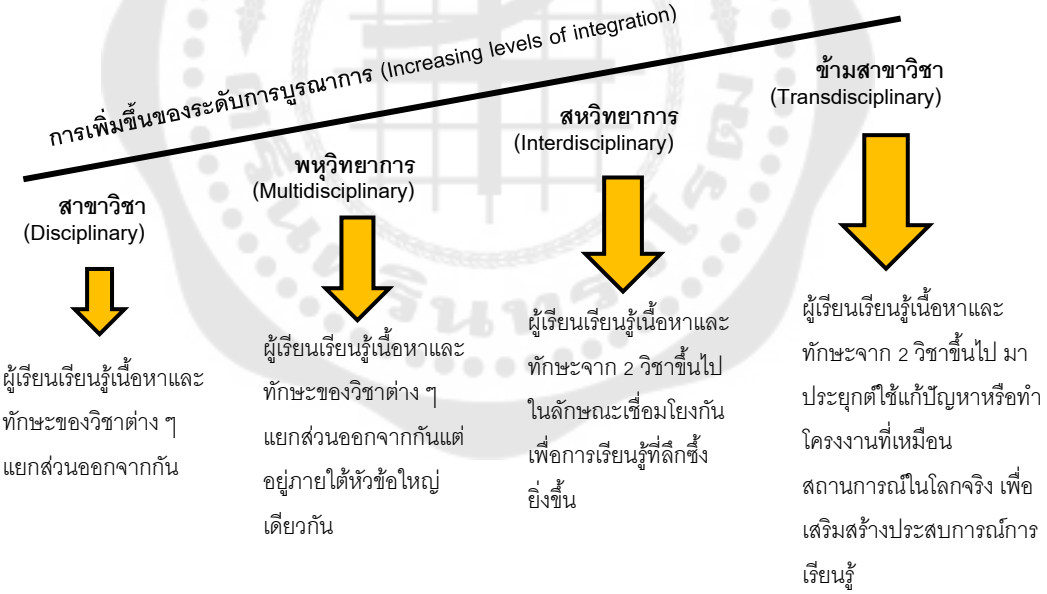
2.2.1 การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) คือ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการผสมผสานเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ (Knowledge) หรือเนื้อหา (Content) และทักษะ (Skill) ในแต่ละวิชาวางแผนการสอนและทำการสอนโดยครูเพียงคนเดียว ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน โดยมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2.2.2 การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary integration) คือ การนำเนื้อหาสาระของสองวิชาหรือหลาย ๆ วิชามาสัมพันธ์ให้เป็นเรื่องเดียวกันภายใต้หัวข้อเรื่อง “theme” ที่เลือกในส่วนบูรณาการระหว่างวิชา สามารถจัดได้หลายลักษณะ การเรียนรู้แบบนี้ครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปต่างคนต่างสอนวิชาของตนเองแต่จะมาวางแผน ตัดสินใจร่วมกัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีหัวข้อหลักของแต่ละวิชาร่วมกัน แต่การจัดการเรียน การสอนแยกกันในแต่ละรายวิชา ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างวิชากับสิ่งที่อยู่รอบตัวได้ โดยครูทุกวิชามีการกำหนดหัวข้อร่วมกันและมีการอ้างอิงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

2.2.3 การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชา ร่วมกัน โดยเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนเห็นความสอดคล้องในการเรียน อีกทั้งกิจกรรมในรายวิชาที่เกี่ยวข้องจะต้องทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดความสมเหตุสมผลตามเนื้อหาหรือตัวบ่งชี้ที่ตรงกัน สุดท้ายนี้นักเรียนสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองโดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาหรือตัวชี้วัดจากวิชาอื่น ๆ

2.2.4 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) คือ ผู้สอนในรายวิชาต่าง ๆ จะมาร่วมกันสอนเป็นคณะ ร่วมกันวางแผน กำหนดหัวเรื่อง ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อใช้แก้ไขปัญหาในชีวิตจริง

ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ระดับการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา

ที่มา : STEM lesson essentials (2013 : 73) อ้างถึงใน เขมวดี พงศานนท์ (2557)

สรุปได้ว่า ระดับการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการสาขาวิชาแตกต่างกันออกไป ซึ่งในแต่ละระดับการบูรณาการจะอยู่ภายใต้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชาการบูรณาการแบบพหุวิทยากร การบูรณาการแบบสหวิทยาการ และ การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา

2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาแนวคิดเกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งถือว่าเป็นยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ เกิดการเปลี่ยนแปลงของโลกในหลาย ๆ ด้านทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมอันนำไปสู่การปรับตัวเพื่อให้เกิดความสามารถในการแข่งขัน กิจกรรมเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงทุกวิชาเข้าด้วยกันเพื่อให้นักเรียนเห็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกัน นอกจากนี้กิจกรรมในวิชาต่าง ๆ จำเป็นต้องทำงานร่วมกันเพื่อให้เข้าใจตามสิ่งที่กำลังสอนและตัวบ่งชี้ใดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหานั้น สุดท้ายผู้เรียนสามารถสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองโดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาและตัวชี้วัดในวิชาอื่น ๆ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556)

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหาและทำให้สิ่งต่าง ๆ เป็นไปได้ โดยมุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง ซึ่งทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจะเป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้และทำสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้นและสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559)

จากแนวคิดนี้สามารถเชื่อมโยงกับการจัดกิจกรรมการเรียน ในการบูรณาการความรู้ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหา ผ่านทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้การทำงานร่วมกัน มีการเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จนสามารถสร้างผลงานที่มีคุณภาพจากการลงมือปฏิบัติ ดังนั้นวิธีการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาจึงเป็นเทคโนโลยี วิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ฝึกฝน สามารถคิดอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอน ภายใต้คำแนะนำของครูผู้สอน ผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพในการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาจากสภาพจริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนโดย Vasquez, Sneider, & Comer (2013) ได้เสนอหลักการและแนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาประกอบไปด้วย 5 ประการ ดังนี้

1. การสอนที่มุ่งเน้นการบูรณาการ (Focus on integration) การบูรณาการระหว่างสาขาวิชา (Interdisciplinary approach) ตั้งแต่สองวิชาเข้าด้วยกันจะช่วยให้ผู้เรียนได้มองเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานและความเชื่อมโยงของข้อมูลรวมทั้งการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และมองปัญหาด้วยความคิดที่กว้างขึ้น เช่น ในการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น

2. ทำให้เห็นความสัมพันธ์กับชีวิตจริง (Establish relevance) ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรให้ผู้เรียนรู้ว่าสิ่งที่ได้เรียนรู้มีประโยชน์หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไร โดยพิจารณาจากคำถามต่าง ๆ เช่น ทำไมผู้เรียนต้องสนใจเรื่องนี้สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์จริงอย่างไร เป็นต้น

3. มุ่งเน้นทักษะศตวรรษที่ 21 (Emphasize twenty-first-century skills) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามุ่งพัฒนากำลังคนที่มีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลการใช้ข้อมูลอย่างสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาความสามารถในการสื่อสารความคิดและแนวคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถในการทำงานเป็นทีม และการทำงานแบบร่วมมือกันรวมถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะศตวรรษที่ 21

4. ท้าทายผู้เรียน (Challenge your students) การจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ โดยต้องไม่ยากหรือง่ายเกินไปจนทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

5. ผสมผสานเข้าด้วยกัน (Mix it up) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีนักวิจัยและนักการศึกษาได้จัดการเรียนรู้ตามหลักการและแนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) (พนิตธิดา รุ่งแจ้ง, 2557) ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสืบเสาะหาความรู้จนนำไปสู่การ

สร้างองค์ความรู้จากบริบทที่เป็นจริง โดยผู้เรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนในชีวิตประจำวัน และนอกจากนั้นยังมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) และนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาตัวแปรที่หลากหลายรวมถึงความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพราะเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สามารถสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันโดยอาศัยความรู้ในเชิงบูรณาการและเหมาะกับการทำเป็นกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์หรือรูปแบบอื่น ๆ ได้

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้เสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการ หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) เป็นขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ข้อดี และข้อด้อยรวมไปถึงความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา (Plan and develop) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาต้อง กำหนดเป้าหมายและ ระยะเวลาในการ ดำเนินการให้ชัดเจนรวมถึงออกแบบ และพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้ งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการ แก้ปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution) เป็นขั้นตอนที่หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้เสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify problem) เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์ตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 รวบรวม ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนศึกษาข้อมูล จากนั้นนักเรียนนำข้อมูลที่ได้ศึกษาไปใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา โดยครูกำหนดเงื่อนไขเบื้องต้นก่อนการมอบหมายงานให้นักเรียน

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนออกแบบวิธีการในการผลิตที่ตัวเองสนใจที่จะนำไปใช้ในการสร้างบรรจุภัณฑ์ โดยต้องคำนึงถึงเงื่อนไขที่ได้กำหนดให้เพื่อได้ชิ้นงาน ที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันวางแผนการดำเนินงาน แบ่งหน้าที่รับผิดชอบร่วมกันในกลุ่ม จากนั้นนักเรียนลงมือ ผลิตตามแผนที่ได้ตกลงกันไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำชิ้นงานที่ได้มาทดสอบประสิทธิภาพ นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดสอบที่ได้ จากนั้นนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น หรือเสนอแนะ เพิ่มเติม เพื่อการปรับปรุงแก้ไขคุณภาพของชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนและครูร่วมกันจัดนิทรรศการเพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอ โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอ ข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

National Research Council (2012) ได้เสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Problem identification) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและกำหนดแก้ปัญหา โดยตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นขั้นตอนการรวบรวม ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ภายใต้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นขั้นตอนที่ต้องวางแผนการดำเนินงาน โดยมีการกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินงานอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นขั้นตอนที่พัฒนาต้นแบบ (Prototype) ที่ได้ออกแบบไว้แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นที่ทดสอบและประเมินชิ้นงาน ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มี ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งใน กระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นที่ต้องนำเสนอผลงาน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอ ข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนบูรณาการและสามารถเรียนรู้โดยผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ประสบ อย่างเป็นขั้นตอน โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ดังนี้

ราวรรณ์ ทิลานันท์ (2558) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 6 จำนวน 22 คน ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นระดับบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary integration) เมื่อนักเรียนได้เรียนในสาระเนื้อหาแล้ว ครูจะเป็นผู้กำหนดกรอบของปัญหากว้าง ๆ แล้วให้นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหา หรือ วิธีการศึกษาเอง เป็นการเรียนเนื้อหาเพื่อนำไปใช้ แล้วได้ชิ้นงานในรูปแบบโครงงานออกมา จำนวน 6 แผน ที่มีคุณภาพเหมาะสมมากที่สุดในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัด

กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน ตามสาระการเรียนรู้ ซึ่งการดำเนินกิจกรรมนั้น มี 3 ระยะ ระยะที่ 1 เริ่มต้นโครงงาน ระยะที่ 2 การพัฒนาโครงงาน และระยะที่ 3 ขั้นสรุป แต่ละระยะ มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

ระยะที่ 1 เริ่มต้นโครงงาน

ขั้นที่ 1 ขั้นจุดประกายความสนใจ เป็นขั้นตอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ โดยยึดผลการเรียนรู้เป็นหลัก ดำเนินกิจกรรมให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ และต้องการศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 2 วางแผนกำหนดแนวทางการศึกษาเรียนรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดกรอบแนวทางการเรียนรู้บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง

ระยะที่ 2 การพัฒนาโครงงาน

ขั้นที่ 3 ศึกษาเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนด นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าหรือทดลองตามเค้าโครงของ โครงงานจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายโดยใช้ เทคโนโลยี บันทึกรวบรวมข้อมูล อภิปราย ใช้ความรู้คณิตศาสตร์คำนวณ สร้างกราฟ และสถิติ แปลผลจากข้อมูลและสรุปผลการศึกษา และครูผู้สอนติดตามการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด เพื่อให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง

ขั้นที่ 4 จัดทำรายงาน นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้ามารวบรวมจัดทำรายงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รายงานโครงงาน แผนพับ แผนผัง Power point เป็นต้น

ระยะที่ 3 สรุป

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน ให้นักเรียนออกมานำเสนอผลการศึกษาค้นคว้า หน้าชั้นเรียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผัง รายงานโครงงาน แผ่นพับ การทดลอง การสาธิต เป็นต้น ให้นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอ บันทึกความรู้ที่ได้จากการนำเสนอ นักเรียนอธิบายและร่วมอภิปรายแสดงความ คิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็มจากการนำเสนอโครงงาน เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สมบูรณ์กระจ่าง หรือลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบความรู้ความคิดให้กว้างขึ้น ร่วมกนอภิปรายถึงการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ หรือสถานการณ์ใหม่

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยมีคะแนนเฉลี่ย 33.77 คะแนน คะแนนด้านความคิดคล่องมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด 13.77 คะแนน รองลงมาคือด้าน

ความคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเฉลี่ย 10.77 คะแนน และด้านความคิดริเริ่ม มี คะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด 9.23 คะแนน ตามลำดับ

อับดุลยามีน หะยีขาเดร์ (2560) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชมีดอกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 48 คน ซึ่งมีการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงานเก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ชีววิทยาจำนวน 30 ข้อ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ข้อ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2559) ใช้ระยะเวลาในการวิจัย 18 ชั่วโมง โดยมีเนื้อหาบูรณาการที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

S: 1) เนื้อเยื่อพืช ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญ และ เนื้อเยื่อถาวร 2) โครงสร้างและหน้าที่ของราก ลำต้น และใบของพืช 3) การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช 4) การลำเลียงน้ำ สารอาหาร และอาหารของพืช

T: การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล

E: กระบวนการสร้างและออกแบบบรรจุภัณฑ์

M: การคำนวณปริมาณวัตถุดิบและสารที่เหมาะสมในการผลิตเส้นใย การใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอข้อมูล และรูปทรงเรขาคณิตที่ใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก

สุนทร ภูรีปรีชาเลิศ และคณะ (2563) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านผลิตภาพสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่ง จำนวน 60 คน ห้องเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นคือ“PCAE–RF model” ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ระบุ

ประเด็นปัญหา(Identify the problem : I) ขั้นที่ 2 สร้างสรรค์ผลงาน(Creation : C) ขั้นที่ 3 ประเมินผลผลิตภาพ (Assessment : A) ขั้นที่ 4 การสะท้อนความคิดอย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด(Explicit–Reflective approach : ER) ขั้นที่ 5 ติดตาม ตรวจสอบ ปรับปรุง (Follow up : F) โดยขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ทั้งสองกระบวนการช่วยสนับสนุนขั้นตอนที่ 1 2 และ 3 ซึ่งเป็น ขั้นตอนหลัก เนื่องจากการสะท้อนความคิดอย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนมีส่วนช่วยในการส่งเสริม ให้นักเรียนได้สะท้อนถึงความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และการติดตาม ตรวจสอบ ปรับปรุง เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการ พัฒนากระบวนการสร้างชิ้นงานที่สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อให้เกิดแนวทางในการพัฒนางานของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้ดังนี้ ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคิดละเอียดลออ และความคิดคล่อง จากระดับดีไปน้อยตามลำดับ และนอกจากนั้นนักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถด้านผลิตภาพหลังทดลอง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้หลายแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาและแสดงออกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ทางด้านขององค์ความรู้ ความเชี่ยวชาญ และทักษะต่าง ๆ โดยอาจมีการผสมผสานทั้งกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน การจัดการเรียนรู้สืบเสาะ 5 ขั้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เพิ่มพูนความรู้ ทักษะกระบวนการและประสบการณ์ตรงทางวิทยาศาสตร์ในสภาพแวดล้อมจริง และในงานวิจัยผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตามแนวคิดของ สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ดังนี้ ขั้นที่ 1. ระบุปัญหา ขั้นที่ 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4. วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน และ ขั้นที่ 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เหตุผลที่เลือกใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้น เพราะสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้มีการฝึกทักษะในการคิดอย่างเป็นขั้นตอนไปจนถึงการที่ผู้เรียนจะได้นำเสนอแนวคิดวิธีในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นการต่อยอดความรู้ที่มีอยู่เดิมให้ขยายไปจนเกิดมุมมองใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาได้อย่างครอบคลุม

3. ค่ายวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของค่ายวิทยาศาสตร์

ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมนอกเวลาเรียน หรือกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เสริมหลักสูตรชนิดหนึ่ง ซึ่งจัดให้ผู้เรียนที่มาเข้าร่วมกิจกรรมร่วมกัน ณ ที่ใดที่หนึ่ง กิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นจะเป็นกิจกรรมที่ช่วยเพิ่มพูนความรู้ ทักษะกระบวนการ และประสบการณ์ตรงทางวิทยาศาสตร์ในสภาพแวดล้อมจริง ที่เน้นเนื้อหาการค้นคว้า คิดถึงสร้างสรรค์ สังเคราะห์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการทำกิจกรรมร่วมกัน (สำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2542; ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2540) ค่ายวิทยาศาสตร์สามารถจัดกิจกรรมได้โดยใช้เนื้อหาสาระหรือประเด็นของบริบทรอบตัวของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับและเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน (สุภาพร กิจวานิชชัย, ธนะวัฒน์ วรรณประภา, และ นภา ตั้งเตรียมจิตมั่น, 2562; อาทิตยา ขาวพราย, 2562) โดยกิจกรรมที่จัดขึ้นในค่ายวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ กิจกรรมวิชาการเป็นกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ หรือการแก้ปัญหาที่ประสบจากชีวิตจริงโดยกิจกรรมที่มีนั้นควรพิจารณาถึงความเหมาะสมในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นความปลอดภัยเป็นเหตุการณ์ที่มีโอกาสประสบได้จริงในชีวิตประจำวัน และกิจกรรมนันทนาการ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อความสนุกสนาน ส่งเสริมความกล้าแสดงออก ความสามัคคี และความเป็นผู้นำ กิจกรรมส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในค่าย เพราะการเข้าค่ายนั้นนอกจากสาระแล้วนักเรียนควรมีความสุขด้วย (สุภาวรรณ คำพิลา, 2552) ในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่จัดประสบการณ์ตรงให้กับผู้เรียน และเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีอายุระหว่าง 12-16 ปี เพราะผู้เรียนในวัยนี้ชอบสร้างมโนภาพ เริ่มใช้เหตุผล อยากทดลอง อยากค้นคว้า มีความอยากรู้อยากเห็น และมีความกระตือรือร้นในด้านการศึกษา (อาทิตยา ขาวพราย, 2562)

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่สามารถช่วยพัฒนาความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมจริง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ที่หลากหลายที่ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

3.2 รูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์มีหลากหลายรูปแบบ ทั้งที่เป็นค่ายแบบกลางคืน ค่ายที่ไม่ต้องพักค้างคืน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจัดค่ายในแต่ละครั้ง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (สุภาวรรณ คำพิลา, 2552) ดังนี้

1. ค่ายวิทยาศาสตร์เฉพาะด้านเป็นค่ายที่จัดขึ้นเพื่อเพิ่มพูนความรู้ทักษะกระบวนการและประสบการณ์ตรง และเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ค่ายดาราศาสตร์ ค่ายวิทยาศาสตร์ทางทะเล ค่ายวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และค่ายโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2. ค่ายวิทยาศาสตร์ผสมผสาน จัดขึ้นเพื่อศึกษาวิทยาศาสตร์หลาย ๆ สาขา สำหรับขอบเขตและลักษณะของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์นั้น แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ ด้านคือ กิจกรรมด้านวิชาการและกิจกรรมด้านนันทนาการ โดยมีแนวคิดในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ดังนี้

2.1 กิจกรรมด้านวิชาการในค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมเสริมจากหลักสูตรปกติ เป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าแก่ผู้เรียนมีหลักสำคัญที่ควรคำนึงถึงคือต้องเป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถจะจัดได้หรือจัดได้ยากในภาคเรียนปกติ

2.2 กิจกรรมด้านนันทนาการ เป็นกิจกรรมที่ถือว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะจุดประสงค์ของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ ในแง่ของการสร้างเจตคติที่ดีต่อการอยู่ค่ายของผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาหรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้กิจกรรมด้านนันทนาการเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกร่วมกัน ฝึกให้มีวินัย ความสามัคคี ความมีน้ำใจ ความเสียสละ ความอดทน ตลอดจนฝึกในเรื่องของการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

พัชราภรณ์ ไวกุณฐ์วิวรรธน์ (2550) ได้ศึกษาการใช้กิจกรรมค่ายวัสดุศาสตร์เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ แบ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมค่ายได้ เป็น 2 ประเภท ตามเนื้อหาของค่ายวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ค่ายวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน เช่น ค่ายดาราศาสตร์ ค่ายวิทยาศาสตร์ทางทะเล ค่ายวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ค่ายฝึกทักษะกระบวนการ และค่ายโครงงานวิทยาศาสตร์

2. ค่ายวิทยาศาสตร์ผสมผสาน เพื่อศึกษาวิทยาศาสตร์ในหลายสาขา ซึ่งแบ่งกิจกรรมออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ กิจกรรมด้านวิชาการ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเสริมหลักสูตรจากหลักสูตรปกติ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถจัดในห้องเรียนปกติได้ และกิจกรรมด้านนันทนาการเป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเข้าร่วมกิจกรรมค่าย เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แสดงออกร่วมกัน ฝึกวินัย ความสามัคคี และการเสียสละ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า รูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ ค่ายค้างคืน กับค่ายที่ไม่ต้องค้างคืน ซึ่งในการจัดกิจกรรมค่ายทั้ง 2 รูปแบบนี้ แบ่งการจัดกิจกรรมได้เป็น 3 ประเภท คือค่ายที่จัดขึ้นเพื่อเพิ่มพูนความรู้ทักษะกระบวนการและประสบการณ์ตรง ค่ายวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน และค่ายวิทยาศาสตร์ผสมผสาน จัดขึ้นเพื่อศึกษาวิทยาศาสตร์

หลาย ๆ สาขา สำหรับขอบเขต และลักษณะของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์นั้น แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ กิจกรรมด้านวิชาการและกิจกรรมด้านนันทนาการ

3.3 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาพบว่า บุญเกลี้ยง จอกนอก (2549) ได้ศึกษาผลการจัดการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ได้สรุปขั้นตอนสำคัญในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

3.3.1 ขั้นเตรียมการ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญจะต้องเตรียมการไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ทุกสิ่งทุกอย่างที่เตรียมไว้เรียบร้อยก่อนวันเริ่มทำค่าย เวลาในการเตรียมตัวขึ้นอยู่กับกิจกรรมและระยะเวลาในการอยู่ค่าย ได้แก่

3.3.1.1 การประชุมวางแผน กำหนดโครงการ แต่งตั้งคณะกรรมการฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการจัดค่าย ระบุหลักการ และเหตุผล จุดประสงค์ที่เกิดขึ้น งบประมาณที่ใช้จ่าย และผลที่คาดว่าจะได้รับ

3.3.1.2 เตรียมงานด้านวิชาการ สื่อ อุปกรณ์ ใบกิจกรรม ชุดกิจกรรม

3.3.1.3 เตรียมงานด้านนันทนาการ

3.3.1.4 กำหนดหลักเกณฑ์ ข้อกำหนดของผู้ร่วมเข้าค่าย

3.3.1.5 จัดประชุมซักซ้อมความเข้าใจกับคณะกรรมทุกฝ่าย ประชาสัมพันธ์ถึงผู้ปกครองตามความเหมาะสม

3.3.2 ขั้นดำเนินการ

3.3.2.1 จัดค่ายตามแผนที่วางไว้

3.3.2.2 ประชุมคณะกรรมการควบคุมค่ายตามความเหมาะสม ตามแผนงานที่วางไว้

3.3.2.3 ดำเนินกิจกรรมทางวิชาการโดยชี้แจงแนวทาง และให้ความรู้ข้อควรปฏิบัติก่อนการทำกิจกรรม ดูแลนักเรียนขณะดำเนินกิจกรรม นักเรียนเขียนรายงานและอภิปรายสรุปกิจกรรม

3.3.2.4 ดำเนินกรรมทางด้านนันทนาการ

3.3.2.5 ตรวจพิจารณารายงานของนักเรียน

3.3.3 ขั้นประเมินผล

3.3.3.1 การประเมินผลประจำวัน ได้แก่ การประเมินกิจกรรมทุก ๆ ด้านที่ดำเนินไปในแต่ล่ะวัน โดยการประชุมระหว่างคณะกรรมการควบคุมค่าย ทำให้ทราบข้อบกพร่องของกิจกรรมในวันนั้น เพื่อการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.3.3.2 การประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการอยู่ค่าย เป็นการประเมินผลการเข้าค่ายทั้งหมดทุกด้าน ทั้งกิจกรรมวิชาการ นันทนาการ และอื่น ๆ ข้อมูลเหล่านี้จะได้รับจากผู้เข้าค่าย ผลจากการประเมินนี้จะมีประโยชน์ในการจัดค่ายครั้งต่อไป

ทั้งนี้การจัดการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ต้องมีการดำเนินการอย่างรอบคอบทุกขั้นตอน เนื่องจากค่ายเป็นกิจกรรมที่ต้องรับผิดชอบทั้งเนื้อหาทางวิชาการ เกม นันทนาการ การบันเทิง และอาหาร ความปลอดภัยพาหนะการเดินทางของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม ขั้นตอนสำคัญในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นการวางแผนการดำเนินงานในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ที่เป็นในส่วนของเนื้อหาทางวิชาการ กิจกรรมนันทนาการ และอาหาร รวมไปถึงสถานที่และอื่น ๆ

3.4 ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบกิจกรรมที่บูรณาการองค์ความรู้ใน 4 สาขาวิชาได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ มีการกำหนดสถานการณ์และปัญหาที่พบได้ในชีวิตประจำวันเพื่อท้าทายนักเรียนในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมที่บูรณาการความรู้แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) เน้นที่การใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นหลักและใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์เข้ามาเป็นส่วนส่งเสริมให้นักเรียนได้ออกแบบ ได้สร้างสรรค์ผลงาน/ชิ้นงาน รวมไปกับการทำกิจกรรมนันทนาการ เพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรียนรู้อย่างมีความหมายและมีความสุข แบ่งออกเป็น 5 กิจกรรม กิจกรรมละ 4 ชั่วโมง ซึ่งกิจกรรมทั้งหมดเรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตามแนวทางของ สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) คือ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา 5)ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งรายละเอียดการพัฒนาค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังปรากฏในบทที่ 3

4. ความพึงพอใจ

4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจ และได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง เจตคติ ความรู้สึกหรือทัศนคติในแง่ดีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในด้านต่างๆ เช่น วิธีการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ (อับดุลยามีน หะยีขาเดร์, 2560) ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ เป็นความรู้สึกนึกคิด หรือ ทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งสามารถเป็นไปในทางที่ดีหรือไม่ดี หรือในด้านบวกและด้านลบ จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการแก่บุคคลนั้น (Schermerhorn, Bachrach, & Wright, 2020) ความพึงพอใจเป็นผลของการแสดงออกของทัศนคติของบุคคลอีกรูปแบบหนึ่ง และเป็นความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการหรือทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้ ก็จะเกิดความรู้สึกบวก เป็นความรู้สึกที่พึงพอใจ (ธีรพงศ์ แก่นอินทร์, 2545) แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าสิ่งนั้นสร้างความรู้สึกผิดหวังก็จะทำให้เกิดความรู้สึกทางลบ(กชกร เบ้าสุวรรณ, ธนภัทร ปัจฉิม, และ สุจิตรา ฉายปัญญา, 2550) นอกจากนั้น ความพึงพอใจ ยังหมายถึงสภาพหรือระดับความพึงพอใจที่เป็นผลมาจากความสนใจ และเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน รวมไปถึงความพึงพอใจในสภาพแวดล้อมทางกายภาพด้วย การมีความสุขที่ทำงานร่วมกับคนอื่นที่เข้ากันได้มีทัศนคติที่ดีต่องานด้วย (Applewhite, 1965; Good, 1973)

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ความพึงพอใจจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวกทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัตินั้นทำให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของชีวิตมากน้อยเพียงใด นั่นคือสิ่งที่ครูผู้สอนจะคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเสริมสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

จากการศึกษา แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจมีดังนี้

ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของ Maslow (1970) ได้เรียงลำดับสิ่งจูงใจ หรือความต้องการของมนุษย์ไว้ 5 ระดับ โดยเรียงลำดับขั้นของความต้องการไว้ตามความสำคัญ ดังนี้

1. ความต้องการพื้นฐานทางสรีระ
2. ความต้องการความปลอดภัยรอดพ้นอันตรายและมั่นคง
3. ความต้องการความรัก ความเมตตา ความอบอุ่น การมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ
4. ความต้องการเกียรติยศชื่อเสียง การยกย่อง และความเคารพตัวเอง
5. ความต้องการความสำเร็จด้วยตนเอง

ทฤษฎีการจูงใจของ McClelland (1961) ระบุไว้ว่าบุคคลที่กระทำการเพื่อให้ได้มาซึ่งความสำเร็จจะต้องอาศัยการเสริมแรงทางบวก ที่เรียกว่าแรงจูงใจ ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการทำงานที่บรรลุเป้าหมายให้สำเร็จ โดยต้องอาศัยความต้องการความสำเร็จดังที่ได้กล่าวไว้ด้านบนเกี่ยวกับทฤษฎีแรงจูงใจของ Maslow ที่ว่าด้วยเรื่องความต้องการทั้ง 5 ด้าน

ดังนั้น ผู้สอนจะต้องทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจ และทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมีส่วนร่วมต่อกับสิ่งที่ได้รับมอบหมาย โดยจะต้องมีการ สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมีความต้องการตามลำดับขั้นตอนที่แตกต่างกันตามทฤษฎีของ Maslow ซึ่งเป้าหมายคือความต้องการด้านความสำเร็จ ฉะนั้นผู้สอนจะต้องมีวิธีการจัดการ เรียนรู้ที่ช่วยเสริมแรงทั้งภายในและภายนอกเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนรู้และเกิด ประสิทธิผลสูงสุดของการจัดการเรียน

4.3 การวัดและประเมินผลความพึงพอใจ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลความพึงพอใจความพึงพอใจเกิดขึ้นหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบกับระดับ ความรู้สึกของนักเรียนดังนั้นในการวัด เครื่องมือในการวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้ที่พบส่วนใหญ่เป็นแบบสอบถาม

1. การใช้แบบสอบถามซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง

2. การสัมภาษณ์ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ตอบคำถามตามข้อเท็จจริง

3. การสังเกต เป็นการสังเกตพฤติกรรมทั้งก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ขณะปฏิบัติกิจกรรมและหลังการปฏิบัติกิจกรรม

ภณิดา ชัยปัญญา (2541) ได้เสนอว่า ความพึงพอใจเป็นการบอกถึงความชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งสามารถวัดได้หลายวิธี ดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถาม ต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ มักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลกลุ่มตัวอย่างมาก ๆ รูปแบบของแบบสอบถามจะใช้มาตรวัดทัศนคติ ซึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบันวิธีหนึ่งคือ มาตราส่วนแบบลิเคิร์ท ประกอบด้วยข้อความที่แสดงถึงทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ เช่น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยจะต้องออกไปสอบถามโดยการพูดคุย โดยมีการเตรียมแผนงานล่วงหน้า เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุด

3. การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจ โดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสงดออกจากการพูดจา กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน วิธีนี้เป็นวิธีการศึกษาที่เก่าแก่ และยังเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

อับดุลยามีน หะยีขาเดร์ (2560) ได้สร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นแบบมาตรา ส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ Likert จำนวน 25 ข้อ แยกเป็นรายด้านทั้งหมด 4 ด้าน คือ บทบาทผู้สอน บทบาทผู้เรียน วิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ พึงพอใจมากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน พึงพอใจมาก ให้คะแนน 4 คะแนน พึงพอใจปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน พึงพอใจน้อย ให้คะแนน 2 คะแนน พึงพอใจน้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตาราง 5 แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของ อับดุลยามีน หะยีขาเดร์ (2560)

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
บทบาทผู้สอน					
1. ผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาที่สอนได้เป็นอย่างดี					
2. ผู้สอนใช้กระบวนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ค้นคว้า หาความรู้ด้วยตนเอง					
3. ผู้สอนมีการจัดลำดับเนื้อหาจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก					
4. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม แสดงความคิดเห็น และร่วมกันตอบคำถามขณะจัดการเรียนการสอน					
5. ผู้สอนให้กำลังใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใน การเรียนรู้เพิ่มขึ้น					
6. ผู้สอนจัดเตรียม ตำรา เอกสาร สื่อ ข้อมูลที่น่าสนใจ ให้แก่ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ					

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจเป็นการบอกถึงความชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งสามารถวัดได้หลายวิธี เช่น การสัมภาษณ์ การสังเกต และการใช้แบบสอบถาม เป็นต้น การที่ผู้วัดจะเลือกใช้รูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับความสะดวกความเหมาะสม จากข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจ ผู้วิจัยกำหนดนิยามที่ใช้ในงานวิจัย ดังนี้

ความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกชอบใจพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริม

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดจากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย ระดับความพึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยทำการวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ฯ ใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านวิทยากร ด้านการจัดกิจกรรม ด้านการวัดและประเมินผล

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยกำหนดวิธีดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. แบบแผนงานวิจัย
2. การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา
3. การสร้างเครื่องมือวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

แบบแผนงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research) แบบแผนการทดลอง One-Group Pretest – Posttest Design (John & David, 2018) ดังนี้

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง

T_1 แทน การทดสอบก่อนเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

X แทน การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

T_2 แทน การทดสอบหลังเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้มีกลุ่มที่ศึกษา ดังนี้

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดลพบุรี ระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน แบ่งออกเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คน รวม 60 คน โดยใช้วิธีการเลือกตามความสะดวก (Convenience sampling) โดยเป็นนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้ทำการประสานเพื่อขอเก็บข้อมูลวิจัย

การสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษามีจุดเน้นเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมให้มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องราววิทยาศาสตร์เชิงสร้างสรรค์ ไม่ซ้ำกับกิจกรรมในบทเรียนวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนใช้เรียน เช่น กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เกมการประดิษฐ์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ การทดลองวิทยาศาสตร์ การฝึกปฏิบัติการศึกษานอกสถานที่ และกิจกรรมนันทนาการ เป็นต้น ขั้นตอนในการสร้างค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1.1 ศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรม การจัดการเรียนรู้ กิจกรรมและเทคนิควิธีการเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงกิจกรรมนันทนาการค่ายวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

1.2 กำหนดโครงสร้างของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยกำหนด จำนวนกิจกรรม จุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ของกิจกรรม จากนั้นออกแบบกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการจัดกิจกรรมด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้นตาม

แนวทางของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) เป็นการบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) จัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาในเชิงบูรณาการโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของ 4 สาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ถูกออกแบบ เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง แบ่งออกเป็น 5 กิจกรรม ระยะเวลาในการทำกิจกรรมละ 4 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง ร่วมกับการทำกิจกรรมนันทนาการ โดยมีโครงสร้างของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ตาราง 7 โครงสร้างของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

กิจกรรม	เนื้อหาบูรณาการ					จำนวนชั่วโมง
	วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี	ผลงานชิ้นงาน/	
เครื่องกรองน้ำ	แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม	การชั่งตวงการวัด	การออกแบบการสร้างเครื่องกรองน้ำ	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูล	1. เครื่องกรองน้ำ 2. เครื่องกำจัดขยะ	4
นั่งร้าน	แรง ผลของแรงต่อวัตถุ แรงลัพธ์ น้ำหนักของวัตถุ	การคำนวณน้ำหนัก รูปร่างทางเรขาคณิต พื้นที่	การออกแบบการสร้างนั่งร้าน	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูล	นั่งร้าน	4
ศรลมแฮนด์เมด	ความแรงลม ความดันอากาศ	เรขาคณิต , การหาพื้นที่ และอัตราส่วน	การออกแบบการสร้างศรลม-แฮนด์เมด	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูล	ศรลม	4
สะพานดาวินชี	แรง และน้ำหนักที่กระทำสภาพยืดหยุ่น	รูปทรงเรขาคณิต	การออกแบบการสร้างสะพานด้วยการร่างภาพเขียนภาพที่บอกขนาดชัดเจน	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูล	สะพานดาวินชี	4
กับดักยุง	สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สมบัติของวัตถุ	การเขียนแผนภูมิ	การออกแบบการสร้างกับดักยุง	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูล	กับดักยุง	4
			รวม			20

1.3 นำกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ พิจารณาความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ รวมถึงพิจารณาความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ของแต่ละกิจกรรม ก่อนส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางการศึกษา

และวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน พิจารณา โดยผู้วิจัยได้มีการปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาในประเด็นดังนี้

- ปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ให้สะท้อนการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจน

- แก้ไขสถานการณ์ปัญหาและเพิ่มเติมผลงานในกิจกรรมที่ 1 รวมถึงวิเคราะห์เนื้อหาเชิงบูรณาการให้สอดคล้องกับกิจกรรมและผลงานของกิจกรรมนั้น ๆ

1.4 นำกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ที่ได้สร้างขึ้น ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางการศึกษาและวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ รวมถึงประเมินความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ของแต่ละกิจกรรม โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) คัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (สุรพงษ์ คงสัตย์ และ ธีรชาติ ธรรมวงค์, 2551) กำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนพิจารณาดังนี้

ในการพิจารณาความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาฯ ระดับเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่า องค์ประกอบของกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาฯ มีความสอดคล้องกัน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า องค์ประกอบของกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาฯ มีความสอดคล้องกัน

-1 หมายถึง แน่ใจว่า องค์ประกอบของกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาฯ ไม่สอดคล้องกัน

ในการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาต่อการนำไปใช้ กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสม (ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์, 2543) ดังนี้

1.00 – 1.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

1.50 – 2.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

2.50 – 3.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

3.50 – 4.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

4.50 – 5.00 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ผลการพิจารณาความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาฯ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 การพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาต่อการนำไปใช้ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมมีค่าอยู่ระหว่าง 3.00 – 4.67อยู่ในระดับปานกลางถึงมากที่สุดในทุกรายการประเมิน (ดังภาคผนวก ค) โดยผู้วิจัยได้มีการปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ชุมชนในฝัน

- ระบุจุดประสงค์ของกิจกรรมจากนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนเป็น นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหา หาคำตอบอย่างคล่องแคล่ว หลากหลายและแตกต่างผ่านการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงานในส่วนของเครื่องกำจัดขยะได้เร็วภายในเวลาที่กำหนด ปรับนิยามคำว่า กำจัด หมายถึง ย่อยให้เล็ก

กิจกรรมที่ 2 นั่งร้าน

- ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน ระบุในการทดสอบความแข็งแรงของนั่งร้านว่าสามารถรับน้ำหนักดินน้ำมันขนาด 300 กรัม ได้อย่างน้อย 2 ก้อน (วางทีละก้อน)

กิจกรรมที่ 3 ศรลม-แฮนด์เมด

- ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ศรลม-แฮนเมด ในการสร้างศรลมจะต้องมีประสิทธิภาพในการรับแรงลม และใช้วัดทิศทางลมได้อย่างแม่นยำ และควรคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างศรลมให้มีความแข็งแรงทนทานต่อความแรงของลม

กิจกรรมที่ 4 สะพานดาวินชี

- ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เพิ่มการอภิปรายเกี่ยวกับรูปแบบของสะพานแบบต่าง ๆ

1.5 นำกิจกรรมที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายในเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แบ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ชั้นละ 10 คน โดยโรงเรียนที่ผู้วิจัยเลือกใช้มีบริบทคล้ายคลึงกับโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง และเนื่องจากข้อจำกัดในการเก็บข้อมูล และสถานการณ์โควิดจึงทำให้ต้องเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูล

2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างและนำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้มีดังนี้

2.1 ศึกษา เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในประเด็น ความหมาย องค์ประกอบ และการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.2 กำหนดนิยามและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการจะพัฒนา โดยผู้วิจัยได้ระบุองค์ประกอบตาม Hu & Adey (2002) แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดประเภทอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ปรับมาจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Hu & Adey (2002) ซึ่งวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบดังข้อ 2.2 และแนวทางของคำตอบเป็นการใช้ความรู้ หลักการ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจินตนาการ โดยมีโครงสร้างของแบบวัดและกำหนดเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ดังตาราง 8

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประยุกต์จากแนวคิดของ Hu & Adey (2002)

องค์ประกอบ	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	ระดับความสามารถ (คะแนนรวม)
ความคิดคล่อง จำนวน 2 ข้อ (ข้อ 1-2)	ข้อละ 3 คะแนน (รวม 6 คะแนน)	กำหนดเวลา 10 นาที ให้คะแนนของคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถาม โดยนับจำนวนของคำตอบที่เกี่ยวข้องกับความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การให้คะแนนรายข้อดังนี้	
		1. คำตอบ ≥ 7 คำตอบขึ้นไป ได้ 3 คะแนน	สูง (5-6 คะแนน)
		2. คำตอบ 4 -6คำตอบ ได้ 2 คะแนน	ปานกลาง (3-4 คะแนน)
		3. คำตอบ 1-3 คำตอบ ได้ 1 คะแนน	ต่ำ (1-2 คะแนน)
		4. ไม่มีคำตอบ ได้ 0 คะแนน	ปรับปรุง (0 คะแนน)
ความคิดยืดหยุ่น จำนวน 2 ข้อ (ข้อ 3-4)	ข้อละ 3 คะแนน (รวม 6 คะแนน)	กำหนดเวลา 10 นาที ให้คะแนนกลุ่ม ประเภทหรือหมวดหมู่ของคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถาม โดยนับจำนวนกลุ่มของคำตอบที่เกี่ยวข้องกับความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้	
		1. จัดกลุ่มคำตอบได้ 3 กลุ่มขึ้นไป ได้ 3 คะแนน	สูง (5-6 คะแนน)
		2. จัดกลุ่มคำตอบได้ 2 กลุ่ม ได้ 2 คะแนน	ปานกลาง (3-4 คะแนน)
		3. จัดกลุ่มคำตอบได้ 1 กลุ่ม ได้ 1 คะแนน	ต่ำ (1-2 คะแนน)
		4. ไม่มีคำตอบ ได้ 0 คะแนน	ปรับปรุง (0 คะแนน)
ความคิดริเริ่ม จำนวน 2 ข้อ (ข้อ 5-6)	ข้อละ 3 คะแนน (รวม 6 คะแนน)	กำหนดเวลา 20 นาที ให้คะแนนของคำตอบจากการออกแบบให้มีความน่าสนใจและใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น และมีความแตกต่างจากคำตอบของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้	
		1. คำตอบไม่ซ้ำใคร ได้ 3 คะแนน	สูง (5-6 คะแนน)
		2. คำตอบซ้ำกัน 1-2 คน ได้ 2 คะแนน	ปานกลาง (3-4 คะแนน)
		3. คำตอบซ้ำกัน 3 คน ได้ 1 คะแนน	ต่ำ (1-2 คะแนน)
		4. คำตอบซ้ำกันมากกว่า 3 คน ได้ 0 คะแนน	ปรับปรุง (0 คะแนน)
รวม	**18 คะแนน**		

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับปรับปรุง ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง

โดยนำคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามทั้งหมด 6 ข้อคำถาม ข้อละ 3 คะแนนรวม 18 คะแนน มาแปลผลเป็นระดับความสามารถตามเกณฑ์ของ (พิมพ์ชนก แพงไตร, 2558) ได้ดังนี้

- ถ้าคะแนนรวมอยู่ในช่วง 0-4 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง

- ถ้าคะแนนรวมอยู่ในช่วง 5-9 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

- ถ้าคะแนนรวมอยู่ในช่วง 10-14 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

- ถ้าคะแนนรวมอยู่ในช่วง 15-18 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง

2.4 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของแบบวัดกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนดำเนินการส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน โดยผู้วิจัยได้มีการปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาในประเด็นดังนี้

- ปรับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบให้เหมาะสำหรับเด็กประถม

- เพิ่มเติมกำหนดเวลาในแต่ละข้อ จากเดิมข้อละ 5 นาที ปรับเป็นข้อ 1-4 ใช้เวลาข้อละ 10 นาที ข้อ 5-6 ใช้เวลาข้อละ 20 นาที

- ปรับข้อคำถามให้สะท้อนองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์ที่เป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นองค์ความรู้ปัจจุบัน

ตัวอย่าง จากเดิม “ถ้าหากนักเรียนสามารถประดิษฐ์เครื่องย้อนเวลาได้ ช่วงเวลาไหนที่อยากย้อนกลับไป คำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนอยากศึกษามีอะไรบ้าง”

ปรับเป็น “สมมติว่าถ้าโลกนี้ไม่มีต้นไม้เลย จงเขียนอธิบายสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับโลก เขียนคำตอบมาให้ได้มากที่สุด” (เวลา 10 นาที)

2.5 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนไปเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของแบบวัดกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence หรือ IOC) เพื่อนำมาปรับปรุง แก้ไข คัดเลือกแบบวัดที่มีค่าดัชนีความ

สอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (สุรพงษ์ คงสัตย์ และธีรชาติ ธรรมวงค์, 2551) และตรวจสอบความเหมาะสมการด้านภาษาและการนำไปใช้ กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนต่อการนำไปใช้ กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสม (ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์, 2543) ดังนี้

1.00 – 1.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

1.50 – 2.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

2.50 – 3.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

3.50 – 4.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

4.50 – 5.00 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ผลการพิจารณาความสอดคล้องกับแบบวัดกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 การพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนต่อการนำไปใช้ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมมีค่าอยู่ระหว่าง 3.67 – 5.00 อยู่ในระดับมากขึ้นไปในทุกรายการประเมิน (ดังภาคผนวก ง) โดยผู้วิจัยได้มีการปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นดังนี้

- ปรับเวลาในการทำข้อสอบให้ใช้เวลาข้อละ 10 นาที จำนวนทั้งหมด 6 ข้อ รวม 1 ชั่วโมง

2.6 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายในเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน จากนั้นนำผลการทดลองใช้มาหาความยากง่ายและอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของ Whitney & Sabers (1970) โดยเกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ เป็นดังตาราง 9 และ 10 จากนั้น หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดฯ ด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฯ ควรมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

ตาราง 9 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่ายของข้อสอบ

ดัชนีค่าความยากง่าย(P)	ระดับความยากง่ายของข้อสอบ
0 – 0.19	ยากมาก(ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก (ดี)
0.40 – 0.59	ยากปานกลาง (ดีมาก)
0.60 – 0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.81 – 1.00	ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

ตาราง 10 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

ดัชนีค่าอำนาจจำแนก(r)	ระดับความอำนาจจำแนกของของข้อสอบ
-1.00 – 0.09	อำนาจจำแนกต่ำมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.10 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.20 – 0.39	อำนาจจำแนกพอใช้
0.40 -0.59	อำนาจจำแนกดี
0.60 – 1.00	อำนาจจำแนกดีมาก

ซึ่งแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.54 – 0.75 อยู่ในระดับดีจนถึงระดับดีมาก ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.21 - 0.54 อยู่ในระดับพอใช้จนถึงระดับดี (ภาคผนวก ง) และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.73

2.7 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงและหาค่าความเชื่อมั่นแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยต่อไป

3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษามีดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจและการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ พบว่า ในการสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมจากงานวิจัยส่วนใหญ่ทำการประเมินแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ บทบาทผู้สอน บทบาทผู้เรียน วิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจ ปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด ดังตาราง 11

ตาราง 11 คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

ระดับความพึงพอใจ	**ระดับคะแนน**
พึงพอใจมากที่สุด	5 คะแนน
พึงพอใจมาก	4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	1 คะแนน

โดยมีเกณฑ์การแปลผลช่วงคะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินความพึงพอใจกับนิยามศัพท์เฉพาะ และตรวจสอบความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ก่อนดำเนินการส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน โดยผู้วิจัยได้มีการปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาในประเด็นดังนี้

- ปรับรายการประเมินให้เฉพาะเจาะจงกับกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาและการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

- เพิ่มเติมในด้านกิจกรรมโดยเน้นการผนวกลักษณะสำคัญของสถานการณ์ปัญหามาผนวกเข้ากับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน ตรวจพิจารณาความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินความพึงพอใจกับนิยามศัพท์เฉพาะโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (สุรพงษ์ คงสัตย์ และธีรชาติ ธรรมวงค์, 2551) และตรวจสอบความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ กำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนพิจารณาดัง ต่อไปนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะของความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะของความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

-1 หมายถึง แน่ใจว่ารายการประเมินไม่สอดคล้องสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะของความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

ความเหมาะสมของความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาต่อการนำไปใช้ซึ่งมีระดับเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้อยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสม (ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์, (2543) ดังนี้

1.00 – 1.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

1.50 – 2.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

2.50 – 3.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

3.50 – 4.49 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

4.50 – 5.00 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินความพึงพอใจกับนิยามศัพท์เฉพาะ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 แบบวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา การพิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมมีค่าอยู่ระหว่าง 4.00 – 5.00 อยู่ในระดับมากขึ้นไปในทุกรายการประเมิน (ดังภาคผนวก จ) โดยผู้วิจัยได้มีการปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นดังนี้

- ด้านกิจกรรม เพิ่มรายการประเมินในส่วนของกระบวนการของเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจฯ ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ประสานงานในโรงเรียนที่จัดกิจกรรม ให้นักเรียน ผู้ปกครอง และครูดำเนินการกระบวนการขอความยินยอมในการเก็บข้อมูลในการวิจัย

2. ชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

3. เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเข้าร่วมกิจกรรม โดยนำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทำ เก็บรวบรวมข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4. จัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยจัด 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน 5 กิจกรรม กิจกรรมละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 20 ชั่วโมง

5. บันทึกภาพในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรม เพื่อประกอบการเก็บข้อมูลในการสังเกตพฤติกรรม ของนักเรียน

6. เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการเข้าร่วมกิจกรรม โดยหลังจากการจัดกิจกรรมครบทั้ง 5 กิจกรรม ผู้วิจัยทำการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และให้ผู้เรียนทำแบบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

7. นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคำตอบของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ โดยเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับมาจากแนวคิดของ Hu & Adey (2002)

2. แสดงตัวอย่างการตอบข้อคำถามตามองค์ประกอบของนักเรียน ตามระดับความสามารถของนักเรียนหลังทำกิจกรรม โดยแยกออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยแบ่งระดับความสามารถเป็น 4 ระดับ ดังนี้ ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ และระดับปรับปรุง

3. นำคะแนนหลังเรียนของนักเรียนมาทำการแปลความหมายระดับความสามารถ โดยการหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ของแต่ระดับชั้น และทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมด้วยสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน Wilcoxon Signed-Ranks Test ทั้งโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบ

4. นำคำตอบของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดความพึงพอใจมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลความหมายระดับความพึงพอใจเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

1.1 ค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) โดยใช้สูตรของ IOC ดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

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

เมื่อ IOC แทนดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence)

$\sum$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

R แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อคำถามแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 การหาค่าความเชื่อมัน โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2543, น. 220-223)

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมันของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

1.3 หาค่าความยากง่าย (Difficulty: p) แบบสอบอัตนัย ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (Whitney & Sabers, 1970)

$$P = \frac{S_H + S_L - (2NX_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ P แทนดัชนความยาก

S_H แทนผลรวมคะแนนในกลุ่มเก่ง

S_L แทนผลรวมของคะแนนในกลุ่มเก่ง

N แทนจำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มเก่งหรืออ่อน

X_{max} แทนคะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทนคะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

1.4 การหาอำนาจจำแนก (Discrimination: D) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (Whitney & Sabers, 1970)

$$D = \frac{S_H - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ D แทนอำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทนผลรวมคะแนนในกลุ่มเก่ง

S_L แทนผลรวมของคะแนนในกลุ่มอ่อน

N แทนจำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มเก่งหรืออ่อน

X_{max} แทนคะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทนคะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ค่าเฉลี่ย(Arithmetic Mean) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 323)

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ X แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 325)

$$SD = \frac{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2}}{n(n-1)}$$

เมื่อ SD แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 สถิติการทดสอบสมมติฐาน Wilcoxon Signed-Ranks Test โดยใช้สูตร (อนุวัติ คูณแก้ว 2562, น. 497)

$$T = \frac{n(n+1)}{2} - T^+$$

เมื่อ T^+ แทน $\sum d_i$ (d_i คือเครื่องหมาย +)

T^- แทน $\sum d_i$ (d_i คือเครื่องหมาย -)

ผลรวมของตำแหน่งคือ $\frac{n(n+1)}{2}$ เมื่อ n คือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

การดำเนินการด้านจริยธรรมวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิจัยภายใต้หลักจริยธรรมวิจัย ตามหลัก 3 ประการ 1) หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person) 2) หลักคุณประโยชน์ไม่ก่ออันตราย (Beneficence) และ 3) หลักความยุติธรรม (Justice)

1. หลักความเคารพในบุคคล ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยชี้แจงข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยให้กับผู้ร่วมวิจัยซึ่งเป็นนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายอย่างชัดเจน เคารพการตัดสินใจของผู้ร่วมวิจัย โดยผู้วิจัยจะไม่นำข้อมูลผู้ร่วมวิจัยที่ถอดสิทธิ์มาใช้ในการวิจัย และผู้วิจัยมีการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้เป็นความลับอย่างดี

2. หลักคุณประโยชน์ไม่ก่ออันตราย ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และแนวการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อย่างครอบคลุม โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มุ่งเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งความรู้ ความคิดและทักษะ ซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายใด ๆ กับนักเรียนผู้ร่วมวิจัย

3. หลักความยุติธรรม ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยคำนึงถึงความเสมอภาค ไม่แสวงหาผลประโยชน์จากงานวิจัยเพื่อความก้าวหน้าทางวิชาการ นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีสิทธิ์เลือกที่จะเข้าร่วมหรือไม่เข้าร่วมในงานวิจัยและสามารถแสดงออกทางความคิดและแนวคิดหลักการผ่านการอภิปรายในชั้นเรียนได้อย่างเสมอภาค

ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งอายุต่ำกว่า 18 ปี บริบูรณ์ ผู้วิจัยได้ทำขอการรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปตามหลักจริยธรรมดังกล่าว และได้รับเอกสารรับรองโครงการวิจัยจากหน่วยงานคณะกรรมการจริยธรรมตามหนังสือหมายเลข SWUEC-G-345/2564

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่พัฒนาขึ้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ (1) ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (2) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

1. ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ของตามตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่พัฒนาขึ้นตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยข้อที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการโดยเก็บข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังทำกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ฯ โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับประถมศึกษาศึกษาปีที่ 4 - 6 ระดับชั้นละ 20 คน รวม 60 คน นำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้

จากนั้นทำการตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ ($p < .05$) ดังตาราง

ตาราง 12 การตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ผลการตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูล (n = 60)		
	df	ค่าสถิติ	p-value
ความคิดคล่อง			
ก่อนทำกิจกรรม	60	.216*	<0.001
หลังทำกิจกรรม	60	.203*	<0.001
ความคิดยืดหยุ่น			
ก่อนทำกิจกรรม	60	.242*	<0.001
หลังทำกิจกรรม	60	.238*	<0.001
ความคิดริเริ่ม			
ก่อนทำกิจกรรม	60	.362*	<0.001
หลังทำกิจกรรม	60	.203*	<0.001
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวม			
ก่อนทำกิจกรรม	60	.137*	.007
หลังทำกิจกรรม	60	.127*	.017

หมายเหตุ ตรวจสอบ Test of normality ด้วยสถิติ Kolmogorov-Smirnov * $p < .05$

นำคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน มาเปรียบเทียบด้วยสถิติการทดสอบสมมติฐาน Wilcoxon Signed-Rank Test ซึ่งกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ได้ผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังทำกิจกรรม

องค์ประกอบ	n	คะแนนเต็ม	Min	Max	M	SD	Z	p-value
ความคิดคล่อง								
ก่อนทำกิจกรรม	60	6	1	4	2.13	1.06	-6.593*	<0.001
หลังทำกิจกรรม	60	6	2	6	4.38	0.98		
ความคิดยืดหยุ่น								
ก่อนทำกิจกรรม	60	6	0	3	1.35	0.80	-6.680*	<0.001
หลังทำกิจกรรม	60	6	2	6	4.06	0.92		
ความคิดริเริ่ม								
ก่อนทำกิจกรรม	60	6	0	3	0.53	0.74	-6.494*	<0.001
หลังทำกิจกรรม	60	6	0	6	3.02	1.28		
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวม								
ก่อนทำกิจกรรม	60	18	1	7	4.02	1.62	-6.760*	<0.001
หลังทำกิจกรรม	60	18	5	15	11.47	1.97		

* $p < .05$

จากตาราง 13 ผลการการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังทำกิจกรรม พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบสูงกว่าก่อนทำกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมรายองค์ประกอบ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ความคิดคล่อง (M= 4.38, SD = 0.98) รองลงมาคือความคิดยืดหยุ่น (M= 4.06, SD = 0.92) และความคิดริเริ่ม (M= 3.02, SD = 1.28) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจำนวนและร้อยละของนักเรียนตามระดับความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ แสดงดังตาราง 14

ตาราง 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนตามระดับความสามารถ

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)									
	ระดับความสามารถก่อนทำกิจกรรม				รวม	ระดับความสามารถหลังทำกิจกรรม				รวม
	ปรับปรุง	ต่ำ	ปานกลาง	สูง		ปรับปรุง	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	
ความคิดคล่อง	-	40 (66.7)	20 (33.3)	-	60 (100.0)	-	2 (3.3)	30 (50.0)	28 (28.0)	60 (100.0)
ความคิดยืดหยุ่น	9 (15.0)	51 (85.0)	-	-	60 (100.0)	-	31 (51.7)	27 (45.0)	2 (3.3)	60 (100.0)
ความคิดริเริ่ม	36 (60.0)	17 (28.3)	6 (10.0)	1 (1.7)	60 (100.0)	1 (1.7)	24 (40.0)	27 (45.0)	8 (13.3)	60 (100.0)
โดยภาพรวม	38 (63.3)	22 (36.7)	-	-	60 (100.0)	-	8 (13.3)	47 (78.3)	5 (8.3)	60 (100.0)

จากตาราง 14 พบว่า รายองค์ประกอบด้านความคิดคล่องก่อนทำกิจกรรม นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับต่ำมากที่สุด จำนวน 40 คน (ร้อยละ 66.7) รองลงมาคือ ระดับปานกลาง จำนวน 20 คน (ร้อยละ 33.3) ตามลำดับ หลังทำกิจกรรม นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด จำนวน 30 คน (ร้อยละ50.0) รองลงมาคือระดับสูง จำนวน 28 คน (ร้อยละ 28.0) และระดับต่ำ จำนวน 2 คน (ร้อยละ 3.3) ตามลำดับ

องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นก่อนทำกิจกรรม นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับต่ำมากที่สุด จำนวน 51 คน (ร้อยละ 85.0) รองลงมาคือ ระดับปรับปรุง จำนวน 9 คน (ร้อยละ 15.0) ตามลำดับ หลังทำกิจกรรม นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับต่ำมากที่สุด จำนวน 31 คน (ร้อยละ51.7) รองลงมาคือ ระดับปรับปรุง จำนวน 27 คน (ร้อยละ 45.0) และระดับสูง จำนวน 2 (ร้อยละ 3.3) ตามลำดับ

องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มก่อนทำกิจกรรม นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุงมากที่สุด จำนวน 36 คน (ร้อยละ 60.0) รองลงมาคือ ระดับต่ำ จำนวน 17 คน (ร้อยละ 28.3) และ ระดับปรับปรุง จำนวน 6 คน (ร้อยละ 10.0) ตามลำดับ หลังทำกิจกรรม นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด จำนวน 27 คน (ร้อยละ 45.0) รองลงมาคือ ระดับต่ำ

จำนวน 24 คน (ร้อยละ 40.0) ระดับสูง จำนวน 8 คน (ร้อยละ 13.3) และระดับปรับปรุง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 1.7) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจำนวนและร้อยละของนักเรียนตามระดับความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวม พบว่า นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุงมากที่สุด จำนวน 38 คน (ร้อยละ 63.3) รองลงมาคือ ระดับต่ำ จำนวน 22 คน (ร้อยละ 36.7) ตามลำดับ หลังทำกิจกรรม นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด จำนวน 47 คน (ร้อยละ78.3) รองลงมาคือ ระดับต่ำ จำนวน 8 คน (ร้อยละ 13.3) และระดับสูง จำนวน 5 คน (ร้อยละ 8.3) ตามลำดับ

ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนมีแนวโน้มระดับความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามหลังการทำกิจกรรมยังคงมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถในแต่ละองค์ประกอบตั้งแต่ระดับปรับปรุงจนถึงสูง โดยผู้วิจัยขอเสนอตัวอย่างการตอบแบบวัดตามองค์ประกอบและระดับความสามารถของนักเรียนหลังทำกิจกรรม เพื่อสะท้อนผลการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ดังนี้

ด้านความคิดคล่อง

นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง สามารถตอบคำถามในเวลาที่กำหนดได้มากกว่า 7 คำตอบ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถามและเป็นคำตอบที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย ตรวจสอบหรือแก้ปัญหา ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

คำตอบของนักเรียน ป. 4 รหัส 04

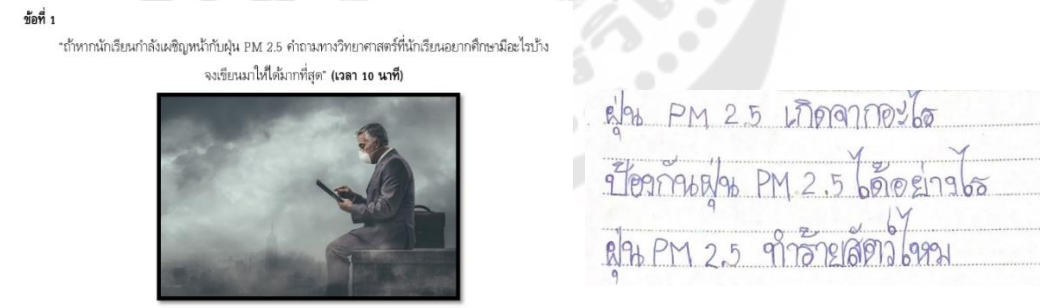
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงด้านความคิดคล่อง

นักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลาง สามารถตอบคำถามในเวลาที่กำหนดได้ 4-6 คำตอบ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถามและเป็นคำตอบที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

คำตอบของนักเรียน ป. 4 รหัส 015

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางด้านความคิดคล่อง

นักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ สามารถตอบคำถามในเวลาที่กำหนดได้ 1-3 คำตอบ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถามและเป็นคำตอบที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย ตรวจสอบหรือแก้ปัญหา ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้



คำตอบของนักเรียน ป. 5 รหัส 031

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำด้านความคิดคล่อง

ด้านความคิดยืดหยุ่น

นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง สามารถแบ่งประเภทหรือหมวดหมู่ของคำตอบได้ 3 กลุ่มขึ้นไปที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถามและเกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

คำตอบของนักเรียน ป. 5 รหัส 023

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงด้านความคิดยืดหยุ่น

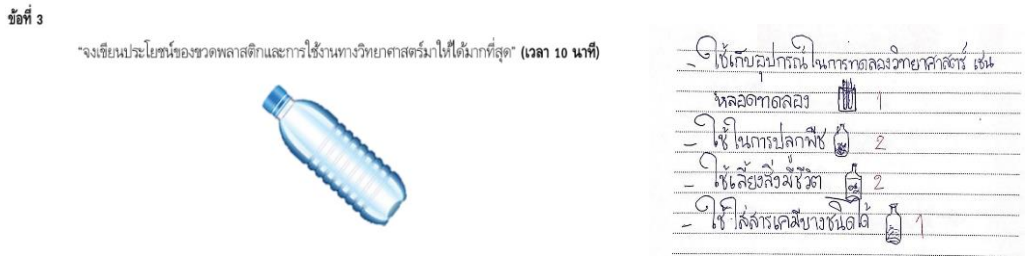
จากภาพประกอบ 6 แสดงให้เห็นว่า คำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง สามารถจัดหมวดหมู่ของคำตอบได้ 3 กลุ่มขึ้นไป ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถามดังนี้

กลุ่มที่ 1 ผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น

กลุ่มที่ 2 ผลกระทบต่อที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คน พืชและสัตว์ไม่มีที่อยู่อาศัย

กลุ่มที่ 3 ผลกระทบต่อระบบนิเวศ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ล้มตาย

นักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลาง สามารถแบ่งประเภทหรือหมวดหมู่ของคำตอบได้ 2 กลุ่ม ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถามและเกี่ยวข้องกับความรู้หรือการใช้งานทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้



คำตอบของนักเรียน ป. 5 รหัส 029

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางด้านความคิดยืดหยุ่น

จากภาพประกอบ 7 แสดงให้เห็นว่า คำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางสามารถจัดหมวดหมู่ของคำตอบได้ 2 กลุ่ม ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถามดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประโยชน์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ใช้เก็บอุปกรณ์ในการทดลอง ใช้ใส่สารเคมีบางชนิด

กลุ่มที่ 2 ประโยชน์ในการเลี้ยงหรือขยายพันธ์สิ่งมีชีวิต ได้แก่ ใช้ในการปลูกพืช ใช้ในการเลี้ยงสิ่งมีชีวิต

นักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ สามารถแบ่งประเภทหรือหมวดหมู่ของคำตอบได้ 1 กลุ่ม ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถามและเกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

คำตอบของนักเรียน ป. 5 รหัส 036

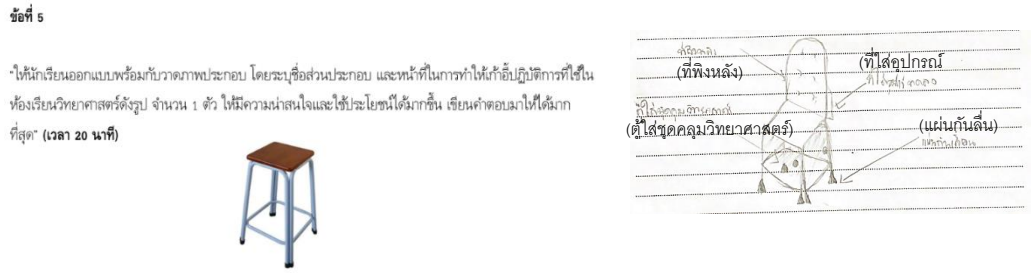
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำด้านความคิดยืดหยุ่น

จากภาพประกอบ 8 แสดงให้เห็นว่า คำตอบของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำสามารถจัดหมวดหมู่ของคำตอบได้ 1 กลุ่ม ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถามดังนี้

กลุ่มที่ 1 ผลกระทบต่อระบบนิเวศ ได้แก่ สัตว์ป่าล้มตาย สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง ผู้คนล้มตาย

ด้านความคิดริเริ่ม

นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง สามารถตอบคำถามได้สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถามโดยออกแบบวัตถุต้นแบบให้มีความน่าสนใจและใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น และมีคำตอบที่แตกต่างจากเพื่อนในชั้นเรียน ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

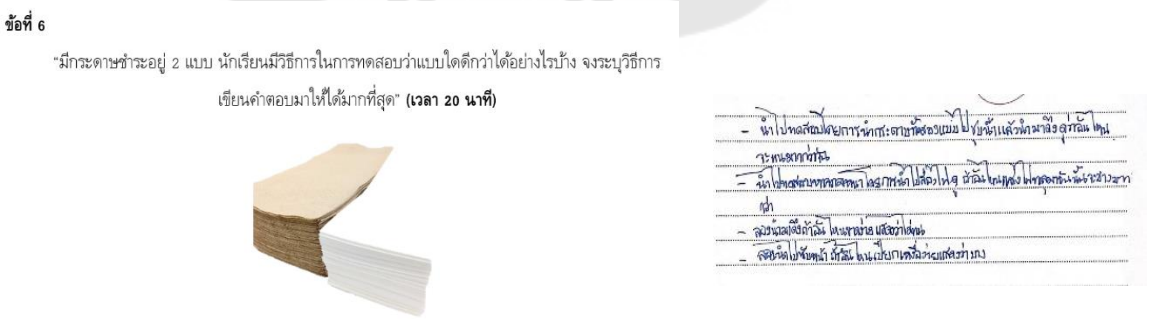


คำตอบของนักเรียน ป. 6 รหัส 044

ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงด้านความคิดริเริ่ม

จากภาพประกอบ 9 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงสามารถออกแบบ ระบุชื่อส่วนประกอบ และหน้าที่ของเก้าอี้สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 1 ตัว ดังนี้ 1) เสริมแผ่นกันลื่นตรงขาเก้าอี้เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ 2) ทำที่พิง และที่ใส่อุปกรณ์หลังที่พิง 3)ใต้เก้าอี้ทำเป็นตู้เพื่อเก็บอุปกรณ์หรือชุดทดลองวิทยาศาสตร์ โดยมีความแตกต่างจากเพื่อนในชั้นเรียนซึ่งส่วนใหญ่ออกแบบเป็นการใส่ล้อเพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ได้ และใต้เก้าอี้ทำเป็นลิ้นชักเพื่อเก็บของ

นักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลาง สามารถตอบคำถามได้สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถาม โดยออกแบบวิธีในการทดสอบให้มีความน่าสนใจ แต่คำตอบซ้ำกับคำตอบของเพื่อน 1-2 คน ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

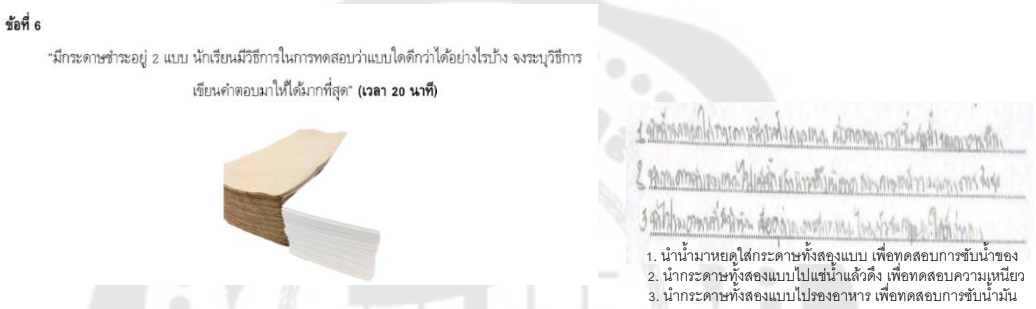


คำตอบของนักเรียน ป. 6 รหัส 052

ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางด้านความคิดริเริ่ม

จากภาพประกอบ 10 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางสามารถออกแบบวิธีการในการทดสอบให้มีความน่าสนใจ แต่คำตอบซ้ำกับคำตอบของเพื่อน 1-2 คน ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถาม โดยการนำกระดาษชำระทั้ง 2 แบบ ไปทดสอบดังนี้ 1) นำไปชุบน้ำ หลังจากนั้นก็นำมาดึงดูความทน 2) นำไปส่องไฟเพื่อดูความหนา และบาง 3) นำมาดึงถ้าขาดแสดงว่าไม่ทน 4) นำปซับหน้าเพื่อทดสอบความหนาและบาง

นักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ สามารถตอบคำถามได้สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถาม โดยออกแบบวิธีในการทดสอบให้มีความน่าสนใจ แต่คำตอบซ้ำกับคำตอบของเพื่อน 3 คน ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

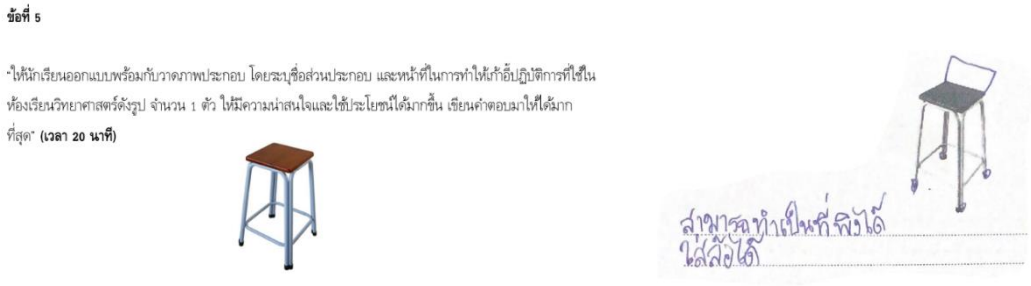


คำตอบของนักเรียน ป. 6 รหัส 054

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำด้านความคิดริเริ่ม

จากภาพประกอบ 11 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำสามารถออกแบบวิธีการในการทดสอบให้มีความน่าสนใจ แต่คำตอบซ้ำกับคำตอบของเพื่อน 3 คน ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถาม โดยการนำกระดาษชำระทั้ง 2 แบบ ไปทดสอบดังนี้ 1) นำน้ำมาหยดใส่เพื่อทดสอบการซับน้ำ 2) นำไปแช่น้ำแล้วนำมาดึงเพื่อดูความทนทาน และ 3) นำไปซับอาหารที่มันเพื่อทดสอบการซับมัน

นักเรียนที่มีความสามารถระดับปรับปรุง สามารถตอบคำถามได้สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อคำถาม โดยออกแบบวัตถุต้นแบบให้มีความน่าสนใจและใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น แต่คำตอบซ้ำกับคำตอบของเพื่อน มากกว่า 3 คน ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้



คำตอบของนักเรียน ป. 5 รหัส 024

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่มีความสามารถระดับปรับปรุงด้านความคิดริเริ่ม

จากภาพประกอบ 12 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีความสามารถระดับปรับปรุงสามารถออกแบบ ระบุชื่อส่วนประกอบ และหน้าที่ของเก้าอี้สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 1 ตัว ดังนี้ แต่คำตอบซ้ำกับคำตอบของเพื่อน มากกว่า 3 คน ดังนี้ 1) ทำที่พิง และ 2) ใส่ล้อ

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้หลังการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา และนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจและแปลความหมายเป็นระดับของความพึงพอใจ โดยมีการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านวิทยากร ด้านการจัดกิจกรรม และด้านการวัดและประเมินผล แสดงดังตารางที่ 15

ตาราง 15 แสดงผลการศึกษาความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

รายการ	M	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านวิทยากร			
1. วิทยากรสามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาที่สอนได้เป็นอย่างดี	4.43	0.82	มาก
2. วิทยากรใช้การจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	4.37	0.84	มาก
3. วิทยากรมีการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดคำตอบที่หลากหลาย	4.67	0.84	มากที่สุด
4. วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม แสดงความคิดเห็นและร่วมกันตอบคำถามขณะจัดกิจกรรม	4.33	0.47	มาก
5. วิทยากรให้กำลังใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น	4.73	0.94	มากที่สุด
6. วิทยากรจัดเตรียม ตำรา เอกสาร สื่อ ข้อมูลที่น่าสนใจให้แก่ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ	4.58	0.63	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านวิทยากร	4.58	0.64	มากที่สุด

ตาราง 15 (ต่อ)

รายการ	M	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านกิจกรรม			
1. กิจกรรมมีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย	0.67	0.62	มาก
2. กิจกรรมมีความเหมาะสมด้านเวลาและการนำไปใช้	4.50	0.78	มาก
3. วัสดุอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับกิจกรรม	4.67	0.47	มากที่สุด
4. กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ คิดหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย	4.83	0.37	มากที่สุด
5. กิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา	4.92	0.28	มากที่สุด
6. กิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเสนอแนวคิดวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเพื่อน	4.58	0.64	มากที่สุด
7. กิจกรรมใช้กระบวนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	4.87	0.64	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรม	4.72	0.52	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล			
1. มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	4.37	1.03	มาก
2. มีการใช้เทคนิคหรือวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย	4.30	0.94	มาก
3. มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน	4.37	0.91	มาก
4. มีการประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียน	4.42	0.90	มาก
ค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล	4.36	0.95	มาก
ค่าเฉลี่ยภาพรวม	4.22	0.70	มาก

จากตารางที่ 15 พบว่า นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก (M = 4.22, SD = 0.70) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไปทั้ง 3 ด้าน โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านกิจกรรม (M = 4.72, SD = 0.52) รองลงมาคือด้านวิทยากร (M = 4.58, SD = 0.64) อยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการวัดและประเมินผล (M = 4.36, SD = 0.95) อยู่ในระดับมาก ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental design) แบบ One-Group Pretest – Posttest Design สามารถสรุปได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
2. พัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา
3. ศึกษานำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในเขตพื้นที่การศึกษาจังนครราชสีมาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน พร้อมกับนำเครื่องเครื่องที่ทดลองใช้ปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง
4. ทำการเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในเขตพื้นที่การศึกษาเมืองลพบุรี จำนวน 60 คน
5. นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อตอบสมมติฐานการวิจัยด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และ สถิติ Wilcoxon Signed-Ranks Test

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเครื่องมือวิจัยและตรวจสอบ คุณภาพเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 กิจกรรม ได้แก่ ชุมชนในฝัน นั่งร้าน ศรลม-แฮนด์เมด สะพานดาวินชี และกับดักยุง โดยจัดกิจกรรมละ 4 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทำเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้ทำการประสานเพื่อขอเก็บข้อมูลวิจัย ก่อนเริ่มการทดลองโดยให้นักเรียนทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และได้ดำเนินการชี้แจงกิจกรรมให้กับนักเรียนทราบจุดประสงค์และแนวทางปฏิบัติตนอย่างถูกวิธีในการเรียนรู้ จากนั้นจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น และให้นักเรียนทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยเป็นชุดเดียวกันกับก่อนเรียน อีกทั้งยังให้นักเรียนประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการศึกษาผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายหลังทำกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาทั้งโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบสูงกว่าก่อนทำกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ความคิดคล่อง (M= 4.38, SD = 0.98) รองลงมาคือความคิดยืดหยุ่น (M= 4.06, SD = 0.92) และความคิดริเริ่ม (M= 3.02, SD = 1.28) ตามลำดับ

3. จำนวนและร้อยละของนักเรียนตามระดับความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบและโดยภาพรวมมีแนวโน้มระดับความสามารถที่ดีขึ้น โดยหลังทำกิจกรรมมีจำนวนนักเรียนอยู่ระดับความสามารถปานกลางและสูงเพิ่มขึ้น

4. จากข้อมูลการตอบของนักเรียนหลังการทำกิจกรรม พบว่า องค์ประกอบด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น พบว่า คำตอบของนักเรียนบางคำตอบไม่ต้องใช้ความรู้หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย ตรวจสอบหรือแก้ปัญหาแต่เกี่ยวข้องกับความรู้ในด้าน

อื่น ๆ และคำตอบส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนความคิดริเริ่ม ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบวัตถุต้นแบบ นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงระบุชื่อส่วนประกอบและหน้าที่ได้ชัดเจนกว่าระดับอื่น สำหรับการออกแบบวิธีการทดสอบ คำตอบของนักเรียนไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก

5. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากขึ้นไปในทุกด้าน (M = 4.22, SD = 0.70) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรม (M = 4.72, SD = 0.52) รองลงมาคือ ด้านวิทยากร (M = 4.58, SD = 0.64) อยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการวัดและประเมินผล (M = 4.36, SD = 0.95) อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

การศึกษาผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย แบ่งการอภิปรายออกเป็น 4 ประเด็น ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมและรายองค์ประกอบหลังทำกิจกรรมสูงกว่าก่อนทำกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 4.02 และ 1.62 ตามลำดับ และหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 11.47 และ 1.97 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจาก กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ แต่ละกิจกรรมได้ถูกออกแบบโดยเน้นให้นักเรียนเกิดการคิด สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้น ซึ่งนักเรียนได้รับการส่งเสริมความคิดความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้ ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นได้รับการพัฒนาในขั้นระบุปัญหาและขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยในขั้นนี้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย ภายในเวลาที่กำหนด เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งสถานการณ์ที่ใช้ในกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ที่ผู้วิจัยออกแบบทั้ง 5 กิจกรรมประกอบด้วย ชุมชนในฝัน นั่งร้าน ศรลม-แฮนด์เมด สะพาน

ดาวินชี และกับดักยุง เป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน สามารถระบุปัญหาและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย สอดคล้องกับอาทิตยา ขาวพราย(2562) ที่ได้พัฒนาหลักสูตรกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้กล่าวว่า สถานการณ์ที่นำมาใช้ควรเป็นปัญหาที่มีแนวทางแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เพื่อนักเรียนจะได้กำหนดปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ ซึ่งในขั้นระบุปัญหาและขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจำเป็นต้องอาศัยมุมมองที่หลากหลายผ่านการระดมความคิดและร่วมกันลงข้อสรุปของสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ดีที่สุดร่วมกัน (พรรณพร นามโนรินทร์, 2554) นักเรียนได้รับการส่งเสริมความคิดริเริ่มในขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยในขั้นนี้นักเรียนได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้างชิ้นงานและลงมือสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้ทำการวิเคราะห์ก่อนหน้าพร้อมนำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นใหม่แตกต่างจากเดิม และไม่ซ้ำใคร ทั้งนี้ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนจำเป็นต้องช่วยกันกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้ชัดเจน เพื่อให้สามารถดำเนินการสร้างชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพลดระยะเวลาและใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างคุ้มค่า (นพคุณ แดงบุญ, 2552) ส่วนขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนได้เสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเองได้สะท้อนข้อดีข้อจำกัดของชิ้นงานและหาแนวทางใหม่ ๆ ในการปรับปรุงชิ้นงานร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lou et al. (2011) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง และมีโอกาสทำงานเป็นกลุ่มเพื่อระดมความคิด สร้างมุมมองแปลกใหม่ที่สามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ รวมไปถึงได้ออกแบบและพัฒนาชิ้นงานให้มีความหลากหลาย โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับอาทิตยา ขาวพราย (2562) ที่ได้พัฒนาหลักสูตรกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น รวมถึงถาวรีย์ พลเยี่ยม (2565) ที่ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้น เรื่อง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและธรณีภัยพิบัติ และงานวิจัยของ ศิรินาถ ทับทิมใส (2563) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง

พลังงานความร้อนด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปในทางเดียวกันคือ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นจากก่อนเรียน ซึ่งเห็นได้ว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ทั้งในชั้นเรียนและในรูปแบบของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ และผลจากการวิจัยถึงแม้มีนักเรียนบางกลุ่มอาจไม่ประสบความความสำเร็จในการแก้ปัญหา นักเรียนก็ได้ประสบการณ์ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มต่าง ๆ ว่าทำอย่างไรจึงประสบความสำเร็จ แล้วก็สามารถนำมาปรับใช้แก้ไขในกลุ่มของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนกล้าแสดงออก และสนุกไปกับการทำกิจกรรม และมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

2. เมื่อพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน พบว่า ด้านที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ความคิดคล่อง อาจเนื่องจากในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาได้เริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายให้ผู้เรียนได้คิด โดยในขั้นระบุปัญหามีการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหา เช่น กิจกรรมเครื่องกรองน้ำ มีการใช้คำถามว่า “นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดว่าปัญหาจากสถานการณ์มีอะไรบ้าง” และ “ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชนอย่างไรบ้าง” เป็นต้นโดยมีการกำหนดเวลาที่ชัดเจนในการโต้ตอบระบุปัญหา ซึ่งการทำเช่นนี้นักเรียนจะได้ฝึกกระบวนการคิดเพื่อให้ ได้คำตอบมากที่สุดที่สะท้อนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่อง ด้วยความคุ้นชินจากกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 กิจกรรมทำให้ในการตอบแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนสามารถตอบในองค์ประกอบนี้ได้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด สอดคล้องกับ ภัสสร ติดมา (2558) และสุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์ (2561) ที่ได้กล่าวว่าการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ให้ ความช่วยเหลือ กระตุ้นคำถาม ทำให้นักเรียนได้ฝึกอธิบายถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งจะทำช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดนั้นได้โดยประสบการณ์ หรือความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ โดยขั้นระบุปัญหา นักเรียนจะได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการระดมสมองเพื่อคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาและเสนอแนวทางที่หลากหลาย ส่วนความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ทั้งนี้สังเกตได้จากในการจัดกิจกรรมทั้ง 5 กิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมมาใช้ในการสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนไม่เกิดแนวคิดใหม่ ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการสร้างผลงานที่ซ้ำกับผู้อื่นและนักเรียนมีแนวคิดที่ไม่แตกต่างกันมาก จึงส่งผลให้ในการตอบแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผู้เรียนอาจไม่ได้แสดงความคิดริเริ่มมากนัก ดังจะเห็นได้จากตัวอย่าง

คำตอบของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องสอดคล้องกับ Yang et al. (2016) กล่าวว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยการชี้แนะ หรือฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง จึงจะสามารถทำให้นักเรียนมีความคิด วิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากผลการวิจัยระบุว่าความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต้องใช้ระยะเวลามาก (นัฐยา ทองจันทร์ และ พงษ์ศักดิ์ แป้นแก้ว, 2016) สอดคล้องกับ สมรัก อินทวิมลศรี (2560) กล่าวว่า การพัฒนาความคิดริเริ่มให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้นนั้น จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกฝนการคิดนานมากกว่า 8 สัปดาห์ ถึงแม้จะเป็นกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนผ่านการคัดมาแล้วว่าเป็นนักเรียนที่มีสติปัญญาดีก็ตาม

3. จำนวนและร้อยละของนักเรียนตามระดับความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบและโดยภาพรวมมีแนวโน้มระดับความสามารถที่ดีขึ้น โดยหลังทำกิจกรรมมีจำนวนนักเรียนอยู่ระดับความสามารถปานกลางและสูงเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามในทุกองค์ประกอบยังคงมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถหลังทำกิจกรรมอยู่ในระดับต่ำโดยเฉพาะความคิดยืดหยุ่นที่มีผู้เรียนมีความสามารถในระดับต่ำจำนวนมากที่สุด 31 คน (ร้อยละ 51.7) และความคิดริเริ่มหลังทำกิจกรรมที่ยังคงมีนักเรียนอยู่ในระดับปรับปรุง 1 คน (ร้อยละ 1.7) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสถานการณ์ปัญหาในแบบวัดบางข้อไม่สะท้อนปัญหาที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรง เช่น สถานการณ์ข้อที่ 4 โดยมีข้อคำถามดังนี้ “จากสถานการณ์ไฟไหม้ป่าที่ประเทศรัสเซียในเขตไซบีเรียในช่วงเดือนสิงหาคม 2564 จงเขียนอธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้นภายในประเทศจากเหตุการณ์ครั้งนี้” เขียนคำตอบมาให้ได้มากที่สุด จากสถานการณ์ในข้อคำถามจะเห็นได้ว่าสถานการณ์ไม่สอดคล้องกับผู้เรียนทำให้มีนักเรียนบางส่วนไม่ตอบแบบวัด และอาจจะมีข้อจำกัดในด้านการเขียนของผู้เรียนในเรื่องของการสะกดคำไม่ถูกทำให้ไม่สามารถสื่อสารผ่านการเขียนได้

4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้ เนื่องจากกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีความหลากหลาย เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านสถานการณ์ต่าง ๆ ทุกกิจกรรมนักเรียนเป็นผู้สรุปความรู้ที่ได้รับด้วยตัวเอง โดยมี ผู้สอนเป็นเพียงผู้เสริมความรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสุขในการเรียน ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย อีกทั้งสถานการณ์ ที่ครูกำหนดให้ยังเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ ซึ่งจะทำให้นักเรียนดึงความสามารถของตนเองออกมาใช้ในการคิด วิเคราะห์แก้ปัญหาจากสถานการณ์ นำไปสู่การทำงานเป็นทีม เป็นการฝึกประสบการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ ปราณี เลิศแก้ว และ ศุภวัฒน์ วิสิฐสิริกุล (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วย

กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ สามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และได้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์จากสมาชิกต่างกลุ่ม และนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ เสาวภาคย์ พรสุริวงศ์ และ อภิชาติ สังข์ทอง (2563) กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา และมีความกระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งมีความรู้สึกเชิงบวกกับการเรียนด้วย จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน นักเรียนมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากขึ้นไปทั้ง 3 ด้าน โดยด้านกิจการจัดกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือด้านวิทยากร และด้านการวัดและประเมินผล ตามลำดับดังนี้

ด้านการจัดกิจกรรม เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ในแต่ละกิจกรรมนักเรียนได้ทำการเรียนรู้นอกห้องเรียน มีการทำกิจกรรมร่วมกัน โดยมีการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน เช่น กิจกรรมกับดักยุง นักเรียนได้ทำกิจกรรมภายนอกห้องเรียน โดยมีการนำผลงานไปวางตามอาคารต่าง ๆ ตามความสะดวกของแต่ละกลุ่ม และมีการใช้สื่อที่หลากหลาย พร้อมกับมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจนเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้ เริ่มจากขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเป็นผู้กำหนดปัญหาด้วยตนเอง ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการรวบรวมข้อมูลนอกเหนือจากกิจกรรม ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันกับสมาชิกช่วยกันวางแผนออกแบบชิ้นงาน ขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนและสมาชิกช่วยกันสร้างแบบจำลองของชิ้นงาน ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนนำชิ้นงานไปทดลองใช้เพื่อแก้ปัญหา ประเมินประสิทธิภาพ และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนทั้งห้องนำชิ้นงานร่วมกันอภิปรายแบบจำลองของเพื่อนแต่ละกลุ่มพร้อมทั้งช่วยกันระบุข้อดีข้อจำกัดของแต่ละกลุ่ม จะเห็นได้ว่าการการได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เรียนรู้เป็นกลุ่มร่วมกับเพื่อนและมีกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ท้าทายส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านนี้อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ ศิริรัตน์ เจนใจ (2555) กล่าวว่า กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ มีการบูรณาการสะเต็มศึกษา ซึ่งนักเรียนสามารถนำวิธีการที่เหมาะสมมาปฏิบัติจริงเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์

ต่าง ๆ ได้ การบูรณาการความรู้จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ซับซ้อนได้ และงานวิจัยของ อับดุลยามีน หะยีขาเดร์ (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ที่ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจการทำงานเป็นขั้นตอน ผ่านการวางแผน และกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกสนุก ท้าทายกับสถานการณ์หรือปัญหาที่ผู้สอนกำหนดขึ้น โดยการแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความรู้ผ่านการนำเสนอชิ้นงาน ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเสนอแนะและให้คำแนะนำแก่เพื่อนที่กำลังนำเสนอทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนไม่ตรึงเครียดและสนุก

ด้านวิทยากร เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา วิทยากรจะมีบทบาทสำคัญในทุก ๆ ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้เป็นคนที่คอยชี้แนะ ตั้งคำถาม ให้คำแนะนำ ตลอดจนอำนวยความ สะดวกต่าง ๆ และกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกสนุก ท้าทายกับสถานการณ์หรือปัญหาที่ผู้สอนกำหนดขึ้น ซึ่งปัญหาที่วิทยากรนำมาใช้เป็นแนวทางในการ เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหา ผ่านสื่อที่หลากหลาย และมีกระบวนการ จัดการเรียนรู้ที่ชัดเจนเป็นลำดับขั้นตอน ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมไปพร้อม ๆ กันในชั้นเรียนซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านนี้อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ (คงศักดิ์ วัฒนะโชติ, 2560) กล่าวว่า วิทยากรค่ายนั้นจะต้องทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการดำเนินกิจกรรม โดยมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจผ่านกิจกรรมนันทนาการ การตั้งคำถาม เช่นเดียวกับ จำรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒผล, วิชัย วงษ์ใหญ่, และ ศรีสมร พุ่มสะอาด (2558) กล่าวว่า ผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญ คือเป็นผู้อำนวยความสะดวกและโค้ชผู้เรียน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายความคิดของผู้เรียน และให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ด้านการวัดและประเมินผลนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดแต่ยังอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนได้มีการแจ้งเกณฑ์ประเมินผลบางส่วนที่ไม่ชัดเจน บวกกับให้มีการประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียน ทำให้นักเรียนไม่สามารถประเมินตนเองได้ นอกจากนั้นนักเรียนไม่เข้าใจการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง จึงทำให้มีนักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจเกณฑ์การวัดและประเมินผลได้อย่างชัดเจน ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ ร่วมกำหนดเกณฑ์ในการวัดและประเมินผลชิ้นงาน โดยจะต้องสร้างเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทั้งนักเรียนและผู้สอน เพื่อให้นักเรียน

ได้เห็นความสำคัญของการวัดและประเมินผล และเกิดความพึงพอใจ สอดคล้องกับ นุชลี อุปภัย (2555) ที่กล่าวว่า ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมสร้างเกณฑ์ร่วมกัน และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนและครู จะทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนและมีความรู้สึกที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ เพราะนักเรียนจะรู้สึกว่าตัวเองมีบทบาทในการทำกิจกรรม โดยจะต้องสร้างเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทั้งนักเรียนและผู้สอน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสำคัญของการวัดและประเมินผล และเกิดความพึงพอใจ

ข้อเสนอแนะ

จากการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม ครูผู้สอนที่สนใจนำกิจกรรมไปใช้ควรให้ความสำคัญในการทำงานเป็นกลุ่มและฝึกให้นักเรียนยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่าง รวมถึงฝึกให้นักเรียนช่วยกันประเมินข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละแนวคิดจะช่วยให้นักเรียนลงความเห็นร่วมกันและเลือกแนวทางที่ดีที่สุดได้เร็วขึ้น

1.2 การจัดกลุ่มผู้เรียนในการทำกิจกรรม ควรแบ่งกลุ่มให้ผู้เรียนคละกัน โดย 1 กลุ่มควรต้องมีนักเรียนชั้นประศึกษาที่ 5 และ 6 มากกว่านักเรียนชั้นประศึกษาที่ 4 การแบ่งกลุ่มที่มีพี่กว่าน้องจะช่วยให้พี่สามารถแนะนำในส่วนของการทำกิจกรรม และพาน้อง ๆ ทำกิจกรรมได้อย่างสนุกสนาน โดยผู้สอนจะต้องช่วยผู้เรียนแบ่งกลุ่มในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสม

1.3 สถานการณ์ปัญหาในขั้นระบุสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ อาจจะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดตามสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนมากที่สุด เช่น ปัญหาที่อยู่อาศัย ปัญหาในโรงเรียน หรือในชีวิตประจำวัน เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา เกิดความกระตือรือร้นอยากทำกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ และมุ่งหาแนวทางแก้ปัญหา นำไปสู่การออกแบบและสร้างชิ้นงาน ทั้งนี้ควรจัดการเรียนในสภาพแวดล้อมที่ดี ไม่แออัดจนเกินไป

1.4 ในการจัดกิจกรรมค่ายตามแนวสะเต็มศึกษาเนื่องจากกิจกรรมแต่ละกิจกรรมต้องใช้เวลานาน ครูผู้สอนควรปรับเวลาใช้มีความยืดหยุ่น

1.5 สถานการณ์ที่ใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควรเลือกสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ โดยสถานการณ์ดังกล่าวควรมีความหลากหลายและแปลกใหม่ ทั้งเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนเผชิญในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการทำแบบวัด หากผู้เรียนบางคนมีข้อจำกัดในเรื่องของการเขียน การสะกดคำ ผู้สอนควรให้ผู้เรียนสื่อสารผ่านการวาดรูป หรือเป็นการพูดคุย ถามตอบ หรือแสดงความคิดเห็นโดยไม่ต้องผ่านการอ่านหรือการเขียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการวิจัยพบว่า ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายถึงแม้จะสะท้อนว่ามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น แต่องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีปัญหา ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นองค์ประกอบนี้มากขึ้น โดยการสอดแทรกเทคนิคหรือกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เข้าไปที่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพิ่มเติม

2.2 ในระหว่างที่ทำกิจกรรมสังเกตได้ว่านักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ยังมีความคิดในการแก้ปัญหายังไม่ดีเท่าที่ควร สังเกตได้จากการสร้างชิ้นงาน แล้วจะต้องปรับปรุงแก้ไข นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถคิดได้ว่าจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาควบคู่ไปกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหา และนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้

2.2 การจัดกิจกรรมด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมุ่งเน้นส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติผ่านการสร้างชิ้นงานอย่างเป็นขั้นตอนนอกจากนั้นยังต้องฟังความคิดเห็น ของเพื่อนร่วมกลุ่มอีกด้วย ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยด้านการสื่อสารและกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียนที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

Aktamis, H., Pekmez, S. E., Can, T. B., & Ergin, O. (2005). Developing Scientific Creativity Test. Retrieved from Retrieved from http://www.clab.edc.uoc.gr/2nd/pdf/58.pdf

Al-Balushi, S. M., & Al-Abdali, N. S. (2015). Using a Moodle-based professional development program to train science teachers to teach for creativity and its effectiveness on their teaching practices. *Journal of Science Education and Technology, 24*(4), 461-475.

Applewhite, P. B. (1965). *Organization Behavior Englewook Cliffs*. New York: Prentice Hall.

Clary, R. M., Robert, F. B., & Fulford, C. T., (2011). Measuring creativity: A case study probing rubric effectiveness for evaluation of project-based learning solutions. *Creative Education,* 2(04), 333.

Feist, G. J. (1998). A meta-analysis of personality in scientific and artistic creativity. *Personality and social psychology review,* 2(4), 290-309.

Good Carter. V. (1973). *Dictionary of Education*.

Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today and tomorrow. *The Journal of Creative Behavior, 1*(1), 3-14.

Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education, 24*(4), 389-403.

Jittreechao, B., Kajornsin, B., & Lapanachokdee, W. (2017). The Development of Creative Thinking by Using the Creative Skills Practice on Computer Project Subject. *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 8*(1), 70-77.

Madden, M., Lenhart, A., Cortesi, S., Gasser, U., Duggan, M., Smith, A., & Beaton, M. (2013). Teens, social media, and privacy. *Pew Research Center, 21*, 2-86.

Mohamed, A. H. (2006). Investigating the scientific creativity of fifth-grade students.

Moravcsik, M. J. (1981). Creativity in science education. *Science Education, 65*(2), 221-227.

Park, E. J. (2011). Practical ways for teaching and evaluating scientific creativity. *Korean*

Studies in Shift.

Piaget, J. (1969). *Judgment and reasoning of the child*. London: Poutedge and Kagen Paul.

Sak, U., & Ayas, M. B. (2013). Creative Scientific Ability Test (C-SAT): A new measure of scientific creativity. *Psychological Test and Assessment Modeling, 55*(3), 316.

Schermerhorn, J. R., Bachrach, D. G., & Wright, B. (2020). *Management*: John Wiley & Sons.

Skills, P. C. (2012). Framework for 21st century learning. Retrieved from http://www.p21.org/documents/P21_Framework.pdf

Torrance, E. P. (1962). Developing creative thinking through school experiences. A source book for creative thinking. New York: Scribner's, 31-47.

Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH : Heinemann. .

Whitney, D. R., & Sabers, D. L. (1970). Improving essay examinations III: Use of item analysis. *Iowa City: University of Iowa, University Evaluation and Examination Service (Technical Bulletin No.* 11).

กชกร เบ้าสุวรรณ, ธนภัทร ปัจฉิม, และ สุจิตรา ฉายปัญญา. (2550). *รายงานการวิจัยเรื่อง ความคาดหวังและความพึงพอใจต่อการมาศึกษาต่อที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์พิษณุโลก*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม. (2556). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, *18*(4), 334-348.

กรมวิชาการ. (2544). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

กรมวิชาการ. (2546). *คู่มือหลักสูตรการสอน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพค์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คงศักดิ์ วัฒนะโชติ. (2560). การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ทางทะเลและการอนุรักษ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยนวัตกรรมการศึกษาผ่านบทเรียน. *วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม*, *13*(1), 183-195.

จำรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒผล, วิชัย วงษ์ใหญ่, และ ศรีสมร พุ่มสะอาด. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts), 8*(1), 62-74.

ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์. (2543). *สถิติพื้นฐานพร้อมตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MinitabSPSS และ SAS*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์. (2546). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฐาปนี แย้มแก้ว, มัลลิกา ปาละโชติ, และ กรกมล ชูช่วย. (2565). ผลการศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบร่วมกับแผนผังทางปัญญา ในรายวิชาการออกแบบ และเทคโนโลยี 3 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. *Journal of Roi Kaensarn Academi, 6*(7), 317-329.

ธมลวรรณ เศรษฐหิรัญกุล. (2560). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่องวัฒนธรรมท้องถิ่น จังหวัดนนทบุรี เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัย. *STOU Education Journal, 12*(1), 99-109.

ธีรพงศ์ แก่นอินทร์. (2545). *ผลของวิธีสอนแบบโครงการต่อเจตคติ ความพึงพอใจ คุณลักษณะอื่นและระดับผลการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี*. (ปริญญานิพนธ์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นพคุณ แดงบุญ. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์*. (สารนิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นัฐยา ทองจันทร์, และ พงษ์ศักดิ์ แป้นแก้ว. (2559). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, *7*(1), 1-14.

นุชลี อุปภัย. (2555). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญญิสา แซ่หล่อ, และ ซุฟเฟียน เจ๊ะมะ. (2560). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยใช้โครงงานแบบสะเต็มกรณีศึกษา : โรงเรียนสุวรรณ ไพบูลย์. *Journal of Information and Learning, 31*(2), 19-27.

บุญเลี้ยง จอดนอก. (2549). *ผลการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ปราณี เลิศแก้ว, และ ศุภวัฒน์ วิสิฐสิริกุล. (2560). การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์. *วารสารการประชุมระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร*, *4*, 1126-1132.

ปัญญ์ปภัส สิงห์อร, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, และ เอกรัตน์ ทานาค. (2019). การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามกรอบแนวคิด The Scientific Structure Creativity Model (SSCM). *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, *34*(1), 74-80.

พนิตธิดา รุ่งแจ้ง. (2557). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *รายงานการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ*, *1*(8), 1569-1581.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, *33*(2), 49-56.

พรรณพร นามโนรินทร์. (2554). *การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหนองโก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 3*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น,

พัชราภรณ์ ไวกุณฐ์วิวรรธน์. (2550). *การใช้กิจกรรมค่ายวัสดุศาสตร์เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านท่าลานทอง*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

พิมพ์ชนก แพงไตร. (2558). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดทอแรนซ์ เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิต เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (ปริญญานิพนธ์ มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2558). *ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวให้พ้นกับดักของตะวันตก*.

ภัสสร ติดมา. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *Ratchaphruek Journal, 13*(3), 71-76.

ราวรรณ์ ทิลานันท์. (2558). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์,

ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

ศิริรัตน์ เจนใจ. (2555). *การพัฒนากิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถของนักเรียนในการนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ณ แหล่งเรียนรู้สถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเชิงดอยสุเทพ*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,

สมรัก อินทวิมลศรี, สกลรัชต์ แก้วดี, และ สิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์. (2562). ผลของการใช้แนวคิดสะตีมศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *Journal of Education Studies, 47*(2), 410-429.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่สิบสอง. Retrieved from สืบค้นจาก https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422

สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์, ธิติยา บงกชเพชร, และ ชมพูนุช วรางคณากูล. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, *13*(37), 119-132.

สุนทร ภูรีปรีชาเลิศ, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, และ จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถด้านผลิตภาพสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐ. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, *11*(1), 83-114.

สุภาพร กิจวานิชชัย, ธนะวัฒน์ วรรณประภา, และ นภา ตั้งเตรียมจิตมั่น. (2562). การออกแบบกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำสบู่สมุนไพรโดยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, *13*(3), 422-431.

สุภาวรรณ คำพิลา. (2552). *การจัดการเรียนรู้ด้วยค่ายวิทยาศาสตร์*. Retrieved from สืบค้นจาก http://portal.in.th/general -sci/pages/11591/

สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). *เทคโนโลยีการศึกษา หลักการทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.

สุรพงษ์ คงสัตย์, และ ธีรชาติ ธรรมวงค์. (2551). การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC). Retrieved from สืบค้นจาก https://www.mcu.ac.th/article/detail/14329

เสาวภาคย์ พรสุริวงศ์, และ อภิชาติ สังข์ทอง. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, *3*(1), 30-40.

อับดุลยามีน หะยีขาเดร์. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

อาทิตยา ขาวพราย. (2562). การพัฒนาหลักสูตรกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารราชภัฏเพชรบูรณ์สาร*, *21*(1), 55-62.

อารี พันธ์มณี. (2540). *ความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : ต้นอ้อแกรมมี่.

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรีย์พร สว่างเมฆ

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. ดร.พินิจ ขำวงษ์

อาจารย์ประจำศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภาคผนวก ข

ใบรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย

เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและใบยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 345/2564E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นางสาว อรอุมา ดิษกิ่งสะแกราช

สังกัด: คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง:
1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 25 สิงหาคม 2564
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 25 สิงหาคม 2564
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 25 สิงหาคม 2564
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 25 สิงหาคม 2564

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิรกุล)

กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-345/2564

วันที่ให้การรับรอง : 25/08/2564

วันหมดอายุใบรับรอง : 25/08/2565

ที่ อว 8718/

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

30 สิงหาคม 2564

เรื่อง ขอแจ้งผลการพิจารณาโครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G- 345/2564E

เรียน นางสาว อรอุมา ติษกิ่งสะแกราช

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบรับรองโครงการวิจัย SWUEC/E/G-345/2564

ตามที่ท่านได้ส่งโครงร่างการวิจัยเรื่อง ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G 345/2564E เพื่อรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ นั้น

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าว บัดนี้ คณะกรรมการฯ ให้การรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวแล้วเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2564 รายละเอียดดังนี้

Certificate Number	SWUEC/E/G-345/2564
Date of Approval	25 สิงหาคม 2564 (อายุใบรับรองโครงการวิจัย 12 เดือน)
Date of Expiration	25 สิงหาคม 2565
Continuing Review	ทุก 12 เดือน (ครบกำหนดส่งรายงานครั้งแรก วันที่ 25 สิงหาคม 2565)

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ใคร่ขอความกรุณาให้ผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยและต่ออายุการรับรองก่อนกำหนดวันหมดอายุ 30 วัน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs version 2.0) ของคณะกรรมการฯ ทั้งนี้รายละเอียดของเอกสารที่ให้การรับรองตามที่ปรากฏใน Certificate of Approval (Certificate Number SWUEC/E/G-345/2564) ที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 12430
โทรสาร 0-2259-1822

ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบและประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ตาราง 16 การวิเคราะห์ ค่า IOC ของแบบประเมินกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
กิจกรรมที่ 1 ชุมชนในฝัน					
1. จุดประสงค์ของกิจกรรม สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แบบบูรณาการ	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
2. จุดประสงค์ของกิจกรรม สอดคล้องกับขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	0	+1	+1	0.6	**ใช้ได้**
3. ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สอดคล้องกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	0	0.6	**ใช้ได้**
4. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
5. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับชิ้นงานที่เกิดจากกิจกรรม	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
6.การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
กิจกรรมที่ 2 นั่งร้าน					
1. จุดประสงค์ของกิจกรรมสอดคล้องกับขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	0	+1	+1	0.6	**ใช้ได้**
2. จุดประสงค์ของกิจกรรมสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แบบบูรณาการ	+1	+1	0	0.6	**ใช้ได้**
3. ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สอดคล้องกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
4. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
5. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับชิ้นงานที่เกิดจากกิจกรรม	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**

ตาราง 17 การวิเคราะห์ ค่าความเหมาะสมของกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายต่อการนำไปใช้

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	N	ค่าเฉลี่ย	แปลความ
กิจกรรมที่ 1 ชุมชนในฝัน								
1. จุดประสงค์กิจกรรม มีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย	1	2	0	0	0	3	4.33	มาก
2. สาระการเรียนรู้เชิงบูรณาการมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้เพื่อสร้างชิ้นงาน	2	0	1	0	0	3	4.33	มาก
3. กิจกรรม เหมาะสมต่อการนำไปใช้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	1	0	1	1	0	3	3.33	ปานกลาง
4. กิจกรรมมีความเหมาะสมด้านเวลาและการนำไปใช้	2	1	0	0	0	3	4.67	มาก
5. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้	1	1	1	0	0	3	4.00	มาก
6. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในกิจกรรม มีความเหมาะสม	1	2	0	0	0	3	4.33	มาก
7. การวัดและประเมินผลใช้ในกิจกรรม มีความเหมาะสม	0	1	2	0	0	3	3.33	ปานกลาง

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	N	ค่าเฉลี่ย	แปลความ
กิจกรรมที่ 2 นั่งร้าน								
1. จุดประสงค์กิจกรรมมีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย	2	1	0	0	0	3	4.67	มาก
2. สาระการเรียนรู้เชิงบูรณาการมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้เพื่อสร้างชิ้นงาน	2	0	1	0	0	3	4.33	มาก
3. กิจกรรม เหมาะสมต่อการนำไปใช้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	0	0	3	4.00	มาก
4. กิจกรรมมีความเหมาะสมด้านเวลาและการนำไปใช้	2	1	0	0	0	3	4.67	มาก
5. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้	2	0	1	0	0	3	4.33	มาก
6. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในกิจกรรม มีความเหมาะสม	1	1	1	0	0	3	4.00	มาก
7. การวัดและประเมินผลใช้ในกิจกรรมมีความเหมาะสม	0	1	1	1	0	3	3.00	ปานกลาง

ภาคผนวก ง

ตารางวิเคราะห์ ค่า IOC ของแบบประเมินแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ตาราง 18 การวิเคราะห์ ค่า IOC ของแบบประเมินแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

แบบวัด	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อที่ 1 (ความคิดคล่อง) (เวลา 10 นาที) “ถ้าหากนักเรียนกำลังเผชิญหน้ากับฝุ่น PM 2.5 คำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนอยากศึกษามีอะไรบ้างจงเขียนมาให้ได้มากที่สุด”	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
ข้อที่ 2 (ความคิดคล่อง) (เวลา 10 นาที) “สมมติว่าถ้าโลกนี้ไม่มีต้นไม้เลย จงเขียนอธิบายสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับโลก เขียนคำตอบมาให้ได้มากที่สุด”	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
ข้อที่ 3 (ความคิดยืดหยุ่น) (เวลา 10 นาที) “จงเขียนประโยชน์ของขวดพลาสติกการใช้งานทางวิทยาศาสตร์มาให้ได้จำนวนและความหลากหลายในการใช้งานมากที่สุด”	+1	+1	0	0.6	**ใช้ได้**

ตาราง 17 (ต่อ)

แบบวัด	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อที่ 4 (ความคิดยืดหยุ่น)(เวลา 10 นาที) “จากสถานการณ์ไฟไหม้ป่าที่ประเทศรัสเซียในไซบีเรียในช่วงเดือนสิงหาคม 2564 จงเขียนอธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้นภายในประเทศจากเหตุการณ์ครั้งนี้เขียนคำตอบมาให้หลากหลายและมีจำนวนมากที่สุด”	+1	+1	0	0.6	**ใช้ได้**
ข้อที่ 5 (ความคิดริเริ่ม) (เวลา 20 นาที) “ให้นักเรียนออกแบบพร้อมกับวาดภาพประกอบ โดยระบุชื่อส่วนประกอบ และหน้าที่ในการทำให้เก้าอี้ปฏิบัติการที่ใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ดังรูป จำนวน 1 ตัว ให้มีความน่าสนใจและใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เขียนคำตอบที่คิดว่าแปลกไม่ซ้ำใครมาให้ได้มากที่สุด”	0	+1	+1	0.6	**ใช้ได้**
ข้อที่ 6 (ความคิดริเริ่ม))(เวลา 20 นาที) “มีกระดาษชำระอยู่ 2 แบบ นักเรียนมีวิธีการในการทดสอบว่าแบบใดดีกว่าได้อย่างไรบ้าง จงระบุวิธีการเขียนคำตอบที่คิดว่าแปลกไม่ซ้ำใครมาให้ได้มากที่สุด”	+1	+1	0	0.6	**ใช้ได้**

ตาราง 19 การวิเคราะห์ ค่าความเหมาะสมแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ต่อการนำไปใช้

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	N	ค่าเฉลี่ย	แปลความ
ข้อที่ 1	2	0	0	1	0	3	4.00	มาก
ข้อที่ 2	2	0	0	1	0	3	4.00	มาก
ข้อที่ 3	1	1	1	0	0	3	4.00	มาก
ข้อที่ 4	1	1	1	0	0	3	4.00	มาก
ข้อที่ 5	1	1	0	1	0	3	3.67	ปานกลาง
ข้อที่ 6	1	2	0	0	0	3	4.33	มาก

ตาราง 20 การวิเคราะห์ ค่าความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	N	ค่าเฉลี่ย	แปลความ
ความคิดคล่อง (Fluency)	3	0	0	0	0	3	5.00	**มากที่สุด**
ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)	3	0	0	0	0	3	5.00	**มากที่สุด**
ความคิดริเริ่ม (Originality)	2	0	1	0	0	3	4.67	**มาก**
เกณฑ์แปลผลระดับความสามารถโดยภาพรวม	2	1	0	0	0	3	4.67	**มาก**

ภาคผนวก จ

ตารางวิเคราะห์ ค่า IOC ของแบบประเมินแบบวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ตาราง 21 การวิเคราะห์ ค่า IOC ของความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ด้านวิทยากร					
1. วิทยากรสามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาที่สอนได้เป็นอย่างดี	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
2. วิทยากรใช้การจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
3. วิทยากรมีการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดคำตอบที่หลากหลาย	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
4. วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม แสดงความคิดเห็น และร่วมกันตอบคำถามขณะจัดกิจกรรม	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
5. วิทยากรให้กำลังใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
6. วิทยากรจัดเตรียม ตำรา เอกสาร สื่อ ข้อมูลที่น่าสนใจให้แก่ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ	+1	-1	+1	0.3	**ใช้ไม่ได้**
ด้านการจัดกิจกรรม					
1. กิจกรรมมีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
2. กิจกรรมมีความเหมาะสมด้านเวลาและการนำไปใช้	+1	-1	+1	0.3	**ใช้ไม่ได้**
3. วัสดุอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับกิจกรรม	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
4. กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ คิดหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
5. กิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา	+1	0	+1	0.6	**ใช้ได้**
6. กิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเสนอแนวคิดวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเพื่อน	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
7. กิจกรรมใช้กระบวนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
ด้านการวัดและประเมินผล					
1. มีการใช้เทคนิคหรือวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย	+1	+1	0	0.6	**ใช้ได้**
2. มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน	+1	+1	0	0.6	**ใช้ได้**
3. มีการประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียน	+1	-1	+1	0.3	**ใช้ไม่ได้**
4. มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	+1	+1	0	0.6	**ใช้ได้**

ตาราง 22 การวิเคราะห์ ค่าความเหมาะสมความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ต่อการนำไปใช้

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	N	ค่าเฉลี่ย	แปลความ
ด้านวิทยากร								
1. วิทยากรสามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาที่สอนได้เป็นอย่างดี	3	0	0	0	0	3	5.00	**มากที่สุด**
2. วิทยากรใช้การจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	3	0	0	0	0	3	5.00	**มากที่สุด**
3. วิทยากรมีการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดคำตอบที่หลากหลาย	3	0	0	0	0	3	5.00	**มากที่สุด**
4. วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม แสดงความคิดเห็น และร่วมกันตอบคำถามขณะจัดกิจกรรม	3	0	0	0	0	3	5.00	**มากที่สุด**
5. วิทยากรให้กำลังใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น	3	0	0	0	0	3	5.00	**มากที่สุด**
6. วิทยากรจัดเตรียม ตำรา เอกสาร สื่อ ข้อมูลที่น่าสนใจให้แก่ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ	2	0	1	0	0	3	4.33	**มาก**

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	N	ค่าเฉลี่ย	แปลความ
ด้านการจัดกิจกรรม								
1. กิจกรรมมีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย	2	0	0	1	0	3	4.00	**มาก**
2. กิจกรรมมีความเหมาะสมด้านเวลาและการนำไปใช้	2	1	0	0	0	3	4.67	**มาก**
3. วัสดุอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับกิจกรรม	2	1	0	0	0	3	4.67	**มาก**
4. กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย	2	1	0	0	0	3	4.67	**มาก**
5. กิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา	2	1	0	0	0	3	4.67	**มาก**
6. กิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเสนอแนวคิดวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเพื่อน	2	1	0	0	0	3	4.67	**มาก**
7. กิจกรรมใช้กระบวนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	2	1	0	0	0	3	4.67	**มาก**

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	N	ค่าเฉลี่ย	แปลความ
ด้านการวัดและประเมินผล								
1. มีการใช้เทคนิคหรือวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย	3	0	0	0	0	3	5.00	**มากที่สุด**
2. มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน	2	1	0	0	0	3	4.67	**มาก**
3. มีการประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียน	2	0	0	1	0	3	4.00	**มาก**
4. มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	2	1	0	0	0	3	4.67	**มาก**

ภาคผนวก ช

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
- ตัวอย่างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
- ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

เครื่องกรองน้ำ นั่งร้าน

ศรลม-แฮนด์เมด สะพานดาวินชี

กับดักยุง

คำนำ

ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาโดยใช้องค์ความรู้แบบบูรณาการ เอกสารการจัดกิจกรรมค่ายฯ เล่มนี้จัดทำขึ้นโดยกำหนดรูปแบบการ บูรณาการองค์ความรู้บูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) เป็นการบูรณาการความรู้จาก 4 สาขาวิชาได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชา ผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรม กิจกรรมที่สร้างขึ้นจะช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 กิจกรรม ประกอบด้วย เครื่องกรองน้ำ นั่งร้าน ศรลม-แฮนด์เมด สะพานดาวินชี และกับดักยุง

เอกสารการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเล่มนี้จัดทำขึ้น เป็นส่วนหนึ่งในการทำปริญญานิพนธ์ หลักสูตร การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา เรื่อง ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่านักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ได้รับความรู้และความสนุกสนานจากการเข้าร่วมกิจกรรม และเอกสารเล่มนี้ผู้วิจัยคาดหวังว่าจะเป็นประโยชน์แก่ครู ผู้ปกครอง และผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้หรือปรับใช้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนหรือบุตรหลานได้

อรอุมา ดิษกิ่งสะแกราช
นิสิตหลักสูตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารบัญ

ที่มาของกิจกรรมค่าย

จุดประสงค์ของกิจกรรมค่าย

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

ชุมชนในฝัน 4

นั่งร้าน 8

ศรลม-แฮนด์เมด 12

สะพานดาวินชี 16

กับดักยุง 20

ที่มาและความสำคัญ

ค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้แบบบูรณาการองค์ความรู้ใน 4 สาขาวิชาได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียน มุ่งเน้นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาในระดับสูงตามระดับขั้นพัฒนาการของเพียเจต์ตั้งแต่อายุ 11 ปี จนถึงวัยผู้ใหญ่มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาทุกชนิด และสามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ คิดถึงสิ่งที่เป็นเหตุผลและนามธรรมได้ มีพัฒนาทางด้านสติปัญญาในหลาย ๆ ด้าน สามารถคิดแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมด้วยวิธีการที่หลากหลายนำไปสู่การคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดค้นดัดแปลง นอกจากนั้นยังสามารถคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ มีการตั้งสมมติฐาน ทดลองและใช้เหตุผล (Piaget, 1969) นักเรียนกลุ่มนี้จึงเหมาะที่จะได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะการคิดขั้นสูงควบคู่ไปกับการเรียนรู้เนื้อหา และเพิ่มแนวทางในการศึกษาเรียนรู้ของนักเรียน บนฐานแนวคิดว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ (Madden et al., 2013; อับดุลยามีน หะยีขาเดร์, 2560) โดยกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ

การจัดค่ายเป็นรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นในรูปของกิจกรรมการเรียนรู้นอกห้องเรียนเพื่อพัฒนา ส่งเสริมและแก้ปัญหาของนักเรียนให้ได้รับโอกาสในการเรียนรู้ที่แตกต่างจากการเรียนการสอนในห้องเรียน และจากสถานการณ์จริง ประสบการณ์จริง ได้เห็นของจริงในหลายมิติ มีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม และอภิปรายร่วมกัน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับความรู้ไปพร้อมกับความสนุกสนาน (บุญเลี้ยง จอดนอก, 2549) และหากนำค่ายวิทยาศาสตร์มาผนวกกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา น่าจะสามารถส่งเสริมทักษะการค้นคว้า คิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสร้างสรรค์ ทำให้สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ โดยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559) มาใช้เป็นขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม โดยกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ฯ แบ่งกิจกรรมฐานออกเป็น 5 กิจกรรม ปรับมาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) 1 กิจกรรม คือศรลม-แฮนด์โมด

โดยจากเดิมเป็นกิจกรรมศรลมชวนคิด ชี้ทิศบอกทาง ซึ่งจุดประสงค์เพื่ออธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแรงและผลของแรง และการเลือกใช้วัตถุในการสร้างศรลมอย่างเหมาะสม และอีก 4 กิจกรรมผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเอง ระยะเวลากิจกรรมละ 4 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง เพื่อใช้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ดังนี้ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Fluency) ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Flexibility) และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Originality) (Hu & Adey, 2002) ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมอย่างสนุกสนาน และได้แสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น อาจจะนำไปสู่การค้นพบองค์ความรู้ใหม่ ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานของการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ต่อไปในอนาคต

จุดประสงค์ของกิจกรรมค่าย

1. เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายจากการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบกิจกรรมที่บูรณาการองค์ความรู้ มีการกำหนดสถานการณ์และปัญหาที่พบได้ในชีวิตประจำวันเพื่อท้าทายนักเรียนในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมที่บูรณาการความรู้แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) ใน 4 สาขาวิชาได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์เน้นที่การใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก และใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์เข้ามาเป็นส่วนส่งเสริมให้นักเรียนได้ออกแบบ ได้สร้างสรรค์ผลงาน/ชิ้นงาน ร่วมไปกับการทำกิจกรรมนันทนาการ เพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1)ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์(Scientific Fluency) หมายถึง กระบวนการคิดโดยใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้ในปริมาณมาก ภายในเวลาที่จำกัด 2)ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์(Scientific Flexibility) หมายถึง กระบวนการคิดโดยใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คิดหาคำตอบได้

ถูกต้องและมีความหลากหลายของหมวดหมู่ หรือประเภท และ 3)ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Originality) หมายถึง กระบวนการคิดโดยใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดแตกต่างจากความคิดเดิมที่มีอยู่นำไปสู่ความคิดแปลกใหม่ มีความโดดเด่นและเป็นประโยชน์ (Hu & Adey, 2002) และช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความหมายและมีความสุข แบ่งออกเป็น 5 กิจกรรม กิจกรรมละ 4 ชั่วโมง ซึ่งกิจกรรมทั้งหมดเรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559) ซึ่งผู้วิจัยได้นิยามขั้นตอนเพื่อให้สอดคล้องต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1) ระบุปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย ภายในเวลาที่กำหนด เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา และอภิปรายเลือกใช้แนวทางที่สามารถแก้ปัญหาได้เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน เป็นการส่งเสริมความคิดคล่องและคิดยืดหยุ่น

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาข้อมูล รวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้ทำการเลือกในขั้นแรก และประเมินความเป็นไปได้ข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละแนวทาง

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนออกแบบวิธีการในการสร้างชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด โดยต้องคำนึงถึงเงื่อนไขและความท้าทายที่กำหนดเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ดีที่สุด เป็นการส่งเสริมความคิดคล่องและความคิดริเริ่ม

4) วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการใหม่ที่แตกต่างจากเดิม และไม่ซ้ำใคร และวิธีการนำชิ้นงานไปใช้ เป็นการส่งเสริมความคิดริเริ่ม

5)ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนนำชิ้นงานไปทดลองใช้เพื่อแก้ปัญหา ประเมินประสิทธิภาพ และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารายงานผลการทดสอบที่ได้ จากนั้นนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นหรือเสนอแนะ เพิ่มเติม เพื่อการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานเป็นการส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นใหม่ที่แตกต่างจากเดิม และไม่ซ้ำใคร โดยอาจนำเสนอในรูปแบบผ่านระบบออนไลน์เป็นการส่งเสริมความคิดริเริ่ม

กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 5 กิจกรรม ระยะเวลากิจกรรมละ 4 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง ได้แก่ กิจกรรมชุมชนในฝันกิจกรรมนั่งร้าน กิจกรรมศรลม-แฮนด์เมด กิจกรรมสะพานดาวินชี และกิจกรรมกับดักยุง ดังตารางแสดงเนื้อหาบูรณาการสะเต็มศึกษา

ตารางแสดงเนื้อหาบูรณาการสะเต็มศึกษา

กิจกรรม	เนื้อหาบูรณาการ					จำนวนชั่วโมง
	วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี	ชิ้นงาน	
ชุมชนในฝัน	แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม	1. เครื่องกรองน้ำ ปริมาณการกรอง 2. เครื่องกำจัดขยะ การชั่ง	คิดออกแบบชิ้นงาน	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูล	1. เครื่องกรองน้ำ 2. เครื่องกำจัดขยะ	4
นั่งร้าน	แรง ผลของแรงต่อวัตถุ แรงลัพธ์ น้ำหนักของวัตถุ	การคำนวณน้ำหนัก รูปร่างทางเรขาคณิต พื้นที่	การออกแบบ	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูล	นั่งร้าน	4
ศรลม แฮนด์เมค	ความแรงลม ความดันอากาศ	เรขาคณิต , การหาพื้นที่ และอัตราส่วน	การออกแบบ	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูล	ศรลม	4
สะพานดาวินชี	แรง และน้ำหนักที่กระทำ สภาพยืดหยุ่น	รูปทรงเรขาคณิต	การออกแบบการสร้างสะพานด้วยการร่างภาพ เขียนภาพที่บอกขนาดชัดเจน	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูล	สะพานดาวินชี	4
กับดักยุง	สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สมบัติของวัตถุ	การเขียนแผนภูมิ	การออกแบบการสร้างสร้างกับดักยุง	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูล	กับดักยุง	4

กิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

กิจกรรมที่ 1 เรื่องชุมชนในฝัน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาแหล่งน้ำในชุมชน

2. นักเรียนสามารถนำหลักการแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาแหล่งน้ำในชุมชนไปใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

3. นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ปัญหา

ชุมชนแห่งหนึ่งตั้งอยู่ริมน้ำซึ่งชาวบ้านในชุมชนยังคงใช้น้ำจากแม่น้ำลำคลองในการอุปโภคและบริโภค ซึ่งพบปัญหาการทิ้งขยะลงแม่น้ำลำคลองอยู่เป็นประจำ เช่น กล่องนม หรือถุงขนมที่มีเศษอาหาร หลอด ขวดน้ำ เสื้อผ้าใช้แล้ว ผ้าอ้อมสำเร็จรูป ซากสัตว์ตาย เป็นต้น อีกทั้งแหล่งน้ำยังอยู่ใกล้บริเวณที่ทิ้งขยะ ทำให้มีขยะในแหล่งน้ำปริมาณสูงมาก เกิดการหมักหมม และก่อให้เกิดสารพิษในแหล่งน้ำ รวมถึงเป็นแหล่งอาหารของแมลงสาบ หนู และแมลงวัน ที่กลายเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคลงในแม่น้ำ ถ้านักเรียนเป็นสมาชิกในชุมชนและต้องการนำน้ำในแม่น้ำลำคลองมาใช้ นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร

กรอบแนวคิด

การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของ 4 วิชาได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี และวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบสหวิทยาการครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่น เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

แนวการจัดการเรียนรู้(ใช้เวลา 4 ชั่วโมง)

ขั้นระบุปัญหา(30 นาที)

1. ครูยกสถานการณ์ปัญหาน้ำคลองเน่าเสียที่เกิดจากน้ำทิ้งและสิ่งปฏิกูลจากแหล่งชุมชนทำให้น้ำมีลักษณะเป็นสีดำคล้ำ และเปิดคลิปวิดีโอที่เกิดปัญหาแหล่งน้ำในลำคลอง จากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 คนร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังนี้

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดว่าปัญหาจากสถานการณ์ที่สำคัญคืออะไรบ้าง

1.2 ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชนอย่างไรบ้าง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิด อภิปรายมาให้ได้มากที่สุด และเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชุมชนในฝันภายในเวลาที่กำหนด (ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์)

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเพื่อเลือกปัญหาที่กลุ่มของตนเองสนใจ จากนั้นให้สมาชิกภายในกลุ่มระดมสมองเพื่อคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยเสนอแนวทางที่หลากหลายลงในกระดาษ Flip chart (ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์)

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา (30 นาที)

3. นักเรียนศึกษาข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาที่ได้ระบุในขั้นที่ 1 จากการสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นไปอภิปราย ประเมินความเป็นไปได้ ข้อดี ข้อจำกัดของแต่ละแนวทางการแก้ปัญหาที่กลุ่มได้ระดมสมองไว้ใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด

ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา(30 นาที)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในการสร้างชิ้นงาน โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- เลือกใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้และเลือกใช้อุปกรณ์ได้คุ้มค่าและต้นทุนถูกที่สุด โดยจะมีการกำหนดราคาอุปกรณ์

ตัวอย่างแนวทางในการออกแบบสร้างชิ้นงาน

- เครื่องกรองน้ำ ในการสร้างเครื่องกรองน้ำจะต้องมีประสิทธิภาพในการกรองน้ำให้ใสและได้ปริมาณมากในเวลาที่น้อยที่สุด (ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์)

- เครื่องกำจัดขยะ ในการสร้างเครื่องกำจัดขยะจะต้องมีประสิทธิภาพในการกำกัดได้เร็วและมากที่สุด(ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์)

ต้องคำนึงถึงเงื่อนไขที่ได้กำหนดให้เพื่อได้ชิ้นงาน ที่ดีที่สุด เงื่อนไขในการออกแบบสมาชิกในกลุ่มทุกคนช่วยกันเสนอแบบการใช้วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการสร้างชิ้นงานลงในใบกิจกรรมที่ 1 หลังจากนั้นในสมาชิกในกลุ่มอภิปรายและเลือกแบบกันอีกทีครั้งภายในกลุ่ม (ความคิดคล่องและความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์)

ขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา(1 ชั่วโมง)

4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายวางแผนการดำเนินงานร่วมกันในกลุ่ม จากนั้นนักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานตามแผนที่ได้ตกลงกันไว้(ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์)

ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน(1 ชั่วโมง)

5. นักเรียนนำชิ้นงานที่ได้มาทดสอบประสิทธิภาพ

ตัวอย่างแนวทางในการทดสอบ ประเมินผล สร้างชิ้นงาน

- เครื่องกรองน้ำ ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำใสอยู่ในระดับไหน โดยใช้ Secchi disc

- เครื่องกำจัดขยะ ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดขยะได้เร็วภายในเวลาที่กำหนด และมีขนาดกะทัดรัด (ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์)

ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน(30 นาที)

6. นักเรียนนำเสนอผลของการทดสอบและประสิทธิภาพของชิ้นงานงาน อุปสรรคปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาในกระบวนการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ให้กลุ่มอื่นมาชมและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานผ่านระบบออนไลน์ โดยวิธีการให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของตัวเอง หลังจากนั้นให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ได้มาชมและ แสดงความคิดเห็น (ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์)

วัสดุ-อุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	หิน		5	ทราย	
2	สำลี		5	ดิน	
3	ถ่าน		6	ฟาง	
4	ขวดน้ำ		7	กรรไกร	

สื่อการเรียนรู้

1. วิธีกรองน้ำสะอาดแบบง่ายๆ ด้วยสิ่งของจากธรรมชาติ

https://lifestyle.campus-star.com/knowledge/175986.html

http://online.pubhtml5.com/cdzn/tutk/#p=12

คลิปปัญหาน้ำคลองเน่าเสีย

https://www.youtube.com/watch?v=itYeiynkSgE

ใบกิจกรรม เรื่อง ชุมชนในฝัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดแบบชิ้นงานที่จะสร้างพร้อมระบุลักษณะโครงสร้างที่ใช้สร้างชิ้นงานลงในช่องว่าง

กลุ่ม.....

สมาชิก 1.....

2.....

3.....

4.....

วาดแบบชิ้นงานพร้อมระบุชื่อชิ้นงานสร้าง

น้ำคลองเน่าเสียที่เกิดจากน้ำทิ้งและสิ่งปฏิกูลจากแหล่งชุมชนทำให้น้ำมีลักษณะเป็นสีดำคล้ำ ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชนอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ปัญหาจากสถานการณ์น้ำคลองเน่าเสียในแหล่งชุมชนที่สำคัญคืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

การวัดและประเมินผลการทำกิจกรรม

จุดประสงค์	วิธีการประเมิน	ระดับประเมิน	
		ไม่ผ่าน	ผ่าน
1.เสนอหลักการแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาการนำแหล่งน้ำในชุมชน	สังเกตพฤติกรรม	ไม่สามารถอธิบายหลักการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีได้อย่างชัดเจน	สามารถอธิบายหลักการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีได้อย่างชัดเจน
2.นำหลักการแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน	ตรวจชิ้นงาน	ไม่สามารถนำหลักการแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานได้	สามารถนำหลักการแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานได้
3.ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์			
3.1 ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์	สังเกตพฤติกรรม	ไม่สามารถระบุ และอภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาได้ภายในเวลาที่กำหนด	สามารถระบุ และอภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาได้ภายในเวลาที่กำหนด
3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์		ไม่สามารถระบุ และอภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายประเภทได้	สามารถระบุ และอภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายประเภท
3.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์		ไม่สามารถระบุ และอภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเพื่อนได้	สามารถระบุ และอภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเพื่อนได้

ตัวอย่างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายฉบับนี้เป็นแบบวัดประเภทอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ปรับมาจากแนวคิดของ (Hu & Adey, 2002)

2. ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อลงในช่องว่างที่กำหนดให้โดยแนวทางของคำตอบต้องเกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 80 นาที โดยกำหนดให้ข้อ 1-4 ใช้เวลาข้อละ 10 นาที ข้อ 5-6 ใช้เวลาข้อละ 20 นาที

ข้อที่ 1

“ถ้าหากนักเรียนกำลังเผชิญหน้ากับฝุ่น PM 2.5 คำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนอยากศึกษามีอะไรบ้าง

จงเขียนมาให้ได้มากที่สุด” **(เวลา 10 นาที)**

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

แบบวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง ในการพิจารณาความพึงพอใจต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนซึ่งมีระดับเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

ระดับ 3 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านวิทยากร					
1. วิทยากรสามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาที่สอนได้เป็นอย่างดี					
2. วิทยากรใช้การจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง					
3. วิทยากรมีการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดคำตอบที่หลากหลาย					
4. วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม แสดงความคิดเห็นและร่วมกันตอบคำถามขณะจัดกิจกรรม					
5. วิทยากรให้กำลังใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น					
6. วิทยากรจัดเตรียม ตำรา เอกสาร สื่อ ข้อมูลที่น่าสนใจให้แก่ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ					
ด้านการจัดกิจกรรม					
1. กิจกรรมมีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย					
2. กิจกรรมมีความเหมาะสมด้านเวลาและการนำไปใช้					
3. วัสดุอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับกิจกรรม					
4. กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ คิดหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย					
5. กิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา					
6. กิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเสนอแนวคิดวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเพื่อน					
7. กิจกรรมใช้กระบวนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง					
ด้านการวัดและประเมินผล					
1. มีการใช้เทคนิคหรือวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย					
2. มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน					
3. มีการประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียน					
4. มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม (ถ้ามี)

.....

.....

ภาคผนวก ฉ ภาพแสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ภาพแสดงการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem identification)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา (Related information search)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design)

ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน

(Testing, evaluation and design improvement)

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	อรอุมา ดิษกิ่งสะแกราช
วัน เดือน ปี เกิด	16 มกราคม 2535
สถานที่เกิด	นครราชสีมา
ที่อยู่ปัจจุบัน	10/1 หมู่ 4 ตำบลทุ่งอรุณ อำเภอโชคชัย
ผลงานตีพิมพ์	บทความวิชาการเรื่อง ผลการใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยนางสาวอรอุมา ดิษกิ่งสะแกราช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 17 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยศรีปทุม ประจำปี 2565