

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

เกศินี บุญช่วย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

**THE DEVELOPMENT OF BASIC SCIENTIFIC PROCESS
SKILLS THROUGH STEM EDUCATION MANAGEMENT
OF GRADE 3 STUDENTS**

KASINEE BUNCHUAY

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education program in Curriculum and Instruction

Academic Year 2020

Copyright of Bansomdejchaopraya Rajabhat University

ชื่อเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการ
จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
ชื่อผู้วิจัย เกศินี บุญช่วย
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.อภิวิมล เชื้อมสะอาด
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสูง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามณี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์สมเด็จพระอริยวงศาคตญาณสมเด็จพระสังฆราช สกลมหาสังฆปริณายก
การศึกษาศาสนศึกษาศาสตร์มหาวิทาลัยศรีนครินทร์


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.สมกร ต่วนเจริญ)


คณะกรรมการอำนวยการวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ ปลายนาถ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อภิวิมล เชื้อมสะอาด)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสูง)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามณี)


..... กรรมการและเลขานุการ
(อาจารย์ศอรณีลา ศรีสุทนต์)
อธิการบดีจอมมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์สมเด็จพระสังฆราช

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3
ชื่อผู้วิจัย	เกศินี บุญช่วย
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามิ
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก สังกัดสำนักงานเขตบางคอแหลม กรุงเทพมหานคร จำนวน 10 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

Title	The Development of Basic Scientific Process Skills through STEM Education Management of Grade 3 Students
Author	Kasinee Bunchuay
Programme	Curriculum and Instruction
Major Advisor	Associate Professor Dr.Areewan Iamsa-ard
Co-advisor	Dr.Phenporn Thongkhamsuk
Co-advisor	Assistant Professor Dr.Supaporn Srihamee
Academic Year	2020

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to compare basic scientific process skills through STEM education management of grade 3 students between before and after the experiment, and 2) to study the satisfaction of grade 3 students of learning through STEM education management. The population of this research included 10 grade 3 students at Wat Bang Khlo Nok School under the Bang Kho Laem District Office in the second semester, academic year 2019. The research instruments involved 1) lesson plans 2) basic scientific process skills test and 3) questionnaire on satisfaction. Data were statistically analyzed using mean, standard deviation, and percentage.

The research results revealed the following.

1. After learning through STEM education management, students' basic scientific process skills were higher than those before the experiment.
2. The students' satisfaction of learning through STEM education management was generally found at the highest level.

Keywords: STEM Education Management, Basic Scientific Process Skills

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตากรุณาและความอนุเคราะห์อย่างดียิ่ง จากรองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม โดยได้ให้คำปรึกษาแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งล้วนแต่เป็นสิ่งที่มิได้มีประโยชน์อย่างมากในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยประกอบด้วยรองศาสตราจารย์ ดร.วิโพภุช วัฒนานิมิตกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตตวิสุทธิ วิมุตติปัญญา และนางสาวจันทิมา รูปงาม ตลอดจนขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ทำให้งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพยิ่งขึ้น

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ถ่ายทอดความรู้แก่ผู้วิจัย เจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการประสานงาน เพื่อนครูและเพื่อนร่วมรุ่นทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ ขอขอบใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดไทร และโรงเรียนวัดบางโคล่นอก สำนักงานเขตบางคอแหลม สังกัดกรุงเทพมหานคร ที่ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี และขอกราบขอบพระคุณครอบครัว คอยให้ความรัก กำลังใจ และสนับสนุนเป็นอย่างดีมาตลอด

เกศินี บุญช่วย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	8
การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	16
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	31
ความพึงพอใจ.....	57
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	62
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	65
ประชากร.....	65
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	71
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....	73
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	75
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	80
สรุปผลการวิจัย.....	80
อภิปรายผล.....	81
ข้อเสนอแนะ.....	83
บรรณานุกรม.....	84
ภาคผนวก.....	89
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	90
ภาคผนวก ข หนังสือราชการ.....	92
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ.....	98
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	111
ภาคผนวก จ สำเนาประกาศนียบัตรภาษาอังกฤษ.....	183
ภาคผนวก ฉ แบบตอบรับบทความวิจัย.....	185
ประวัติผู้วิจัย.....	197

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว 13101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก รวมเวลาเรียน 80 ชั่วโมง.....	10
2	แสดงเกณฑ์การประเมินผล.....	16
3	การสังเคราะห์ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	39
4	การสังเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน.....	44
5	แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่อง กระจกพลูต่างแสนสวย.....	66
6	แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่อง เฮลิคอปเตอร์กระดาษ.....	67
7	แบบแผนการทดลอง.....	71
8	ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....	74
9	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในภาพรวม.....	75
10	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านเนื้อหาสาระ....	76
11	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านครูผู้สอน.....	77
12	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านการจัดการ เรียนการสอน.....	78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านการวัดและประเมินผล.....	79
14	การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของ แผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.....	100
15	การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.....	103
16	การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามความพึงพอใจการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.....	106
17	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.....	109

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้จัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.1)

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ที่เปิดกว้างทางความคิด มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ พัฒนาชีวิตด้วยทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมภายนอกมากกว่าแค่การซึมซับความรู้ภายในห้องเรียน การทำความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ต้องเปิดพื้นที่การเรียนรู้และขยายขอบเขตการสร้างความรู้ให้สอดคล้องกับสภาพสังคมที่กำลังวิวัฒนาการอย่างต่อเนื่อง ดังเห็นได้จากทั่วทุกมุมโลกสามารถสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลถึงกันด้วยคอมพิวเตอร์แบบพกพา สารสนเทศและความรู้เริ่มเข้าถึงตัวผู้เรียนเพียงแค่ปลายนิ้วสัมผัส ผู้สอนจึงต้องปรับเปลี่ยนบทบาทการเรียนการสอนจากผู้ถ่ายทอดความรู้มาสู่การเป็นผู้อำนวยความสะดวก ส่งเสริมคุณลักษณะต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ดำรงชีวิตและช่วยคำจูงให้ผู้เรียนสามารถอยู่ร่วมกับสังคมได้อย่างปกติสุข (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2558, น.1)

การพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ เกิดทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สามารถทำได้โดยจัดให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ครูจึงเป็นที่ผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่หลักสูตรกำหนด มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ให้นักเรียนได้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ,

2551, น.2) ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้เพื่อสืบเสาะหาความรู้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชั้น คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ซึ่งนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาจะใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมจะใช้ในระดับที่สูงขึ้นไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก ในปีการศึกษา 2559-2561 วิชาวิทยาศาสตร์พบว่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 38.20, 39.07 และ 40.75 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแต่ละปีพบว่าต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ทั้ง 3 ปีการศึกษา คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2559-2561 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 64.75, 62.59 และ 68.04 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่โรงเรียนตั้งไว้ คือ ระดับดี ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้ความรู้เพียงอย่างเดียวเพื่อใช้ในการสอบเท่านั้น แต่ไม่ได้สอนให้ผู้เรียนคิด และลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะต่าง ๆ ในการค้นหาความรู้ การสร้างองค์ความรู้ให้กับตัวเอง ดังนั้น การที่จะส่งเสริมและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เจริญก้าวหน้าจำเป็นต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาให้มีคุณภาพ ปัจจัยที่ช่วยให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เกิดประสิทธิผลตามจุดมุ่งหมาย คือ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ในด้านเนื้อหา และมีการปรับเปลี่ยนวิธีการสอนจากการถ่ายทอดความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น.6) เมื่อพิจารณาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่สามารถทำให้นักเรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาได้ เนื่องจากนักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถสร้างองค์ความรู้และความคิดแปลกใหม่ให้เกิดขึ้นได้ (มณฑาทาญจน์ บุพศิริ, 2552, น.5)

จากสภาพปัญหาดังกล่าว มีนักวิชาการทำการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น (สุริยนต์ คุนารักษ์, 2561) สะเต็มศึกษาเป็นวิทยาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่มีการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยผ่านการเรียนรู้ที่มีการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน มีการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นใช้การบูรณาการการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาซึ่งต้องประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบเชิง

วิศวกรรม นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ (พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, 2558, น.76) เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ช่วยเสริมการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น.6)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อจะได้เป็นทางเลือกให้ครูผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องหรือสนใจนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก สำนักงานเขตบางคอแหลม สังกัดกรุงเทพมหานคร มีทั้งหมด 1 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 10 คน เป็นนักเรียนที่มีความสามารถคละกั้นทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
 2. ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาตามหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่

ระยะเวลาในการทดลอง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. สถานศึกษามีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และเป็นแนวทางสำหรับสถานศึกษาอื่น
2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนนำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ในหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ ต่อไป
3. นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงขึ้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ตามหลักของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทายวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้เอามาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้และการแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 8 ทักษะได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา 5) ทักษะการคำนวณ 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์ โดยทักษะเหล่านี้สามารถวัดคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

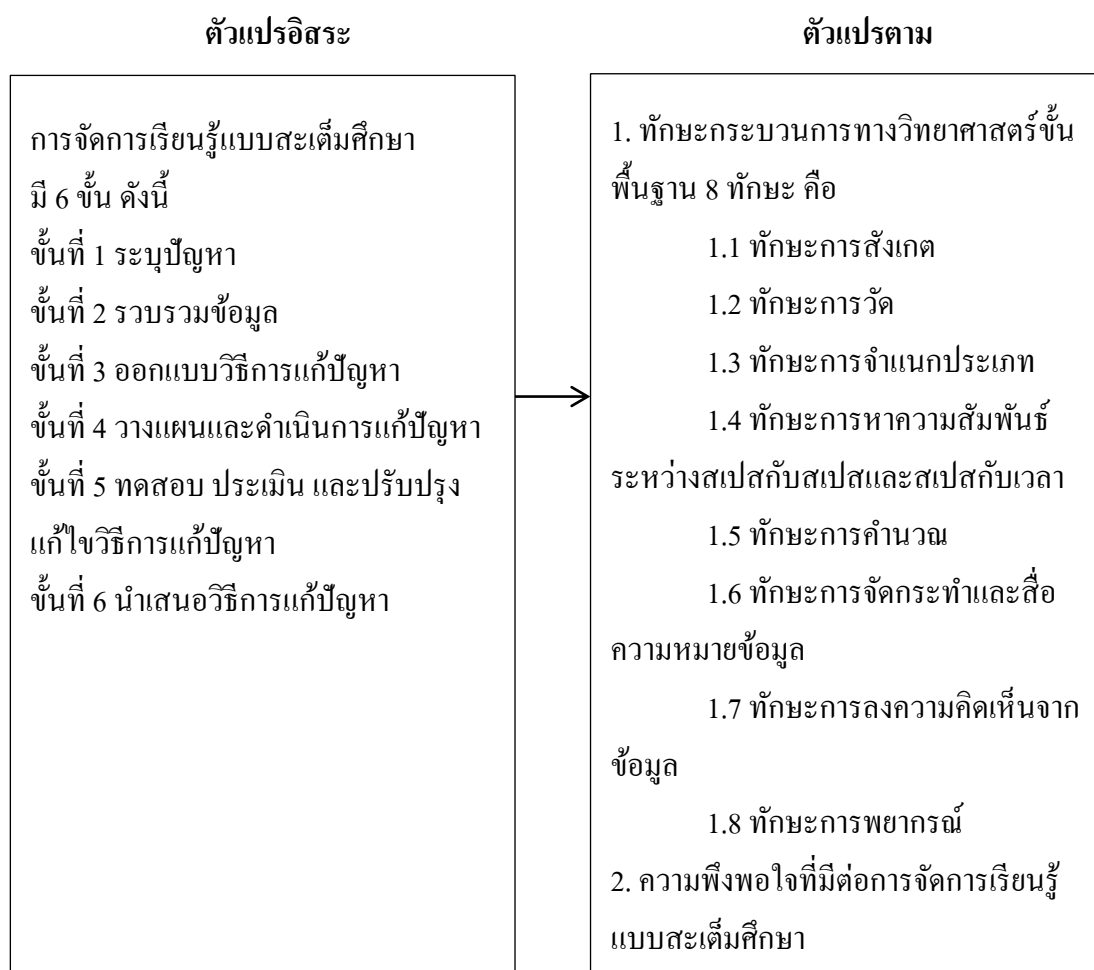
ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ จากความนึกคิดหรือความคิดเห็นของแต่ละบุคคลที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยทำแบบสอบถาม 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านครูผู้สอน ด้านการวัดและประเมินผล

นักเรียน หมายถึง ผู้เรียนที่กำลังศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอกภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 10 คน

โรงเรียนวัดบางโคล่นอก หมายถึง สถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตบางคอแหลม สังกัดกรุงเทพมหานคร

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สะเต็มศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, น.7) และได้กำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาระสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และความพึงพอใจ เพื่อประกอบการวิจัย ดังนี้

1. หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

- 1.1 วัตถุประสงค์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 1.2 คุณภาพผู้เรียนหลังจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
- 1.3 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.4 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.5 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้
- 1.6 การวัดผล/ประเมินผล

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

- 2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
- 2.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา
- 2.3 องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา
- 2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา
- 2.5 สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน
- 2.6 บทบาทของครูผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2.7 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

3.4 ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

3.5 ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ความพึงพอใจ

4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

4.2 ทฤษฎีความพึงพอใจ

4.3 การวัดและการประเมินผลความพึงพอใจ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน วัดบางโคล่นอก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

วิสัยทัศน์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งให้ผู้เรียน มีความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการ
สืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้ง
พัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม
และสิ่งแวดล้อม

คุณภาพผู้เรียนหลังจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจในลักษณะทั่วไปของสิ่งที่มีชีวิต และการดำรงชีวิตของสิ่งที่มีชีวิตที่หลากหลายใน
สิ่งแวดล้อมท้องถิ่น

2. เข้าใจลักษณะที่ปรากฏและการเปลี่ยนแปลงของวัฏศรอบตัว แรงในธรรมชาติ รูปของ
พลังงาน

3. เข้าใจสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ดวงอาทิตย์ และดวงดาว

4. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต วัสดุและสิ่งของ และปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว สังเกต
สำรวจตรวจสอบ โดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง เขียน หรือ
วาดภาพ

5. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม
ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ

6. แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้ และแสดงความซาบซึ้งต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว
แสดงถึงความมีเมตตา ความระมัดระวังต่อสิ่งมีชีวิตอื่น

7. ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จนเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์

มีเนื้อหารายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา ดังนี้

ศึกษาวิเคราะห์ลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตใกล้เคียงตัว ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของพ่อแม่กับลูก การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ การสูญพันธุ์และการดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิด สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของตน ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น ปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัด คุ่มค่า และการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ ชนิดและสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของของเล่น ของใช้ การใช้ประโยชน์ของวัสดุแต่ละชนิด ผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อถูกแรงกระทำ หรือทำให้ร้อนขึ้นหรือทำให้เย็นลง ประโยชน์และอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ ผลของการออกแรงที่กระทำต่อวัตถุ การตกของวัตถุสู่พื้นโลก แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ แหล่งพลังงานธรรมชาติที่ใช้ผลิตไฟฟ้า ความสำคัญของพลังงานไฟฟ้า วิธีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย สมบัติทางกายภาพของน้ำจากแหล่งน้ำในท้องถิ่น และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ส่วนประกอบของอากาศและความสำคัญของอากาศ การเคลื่อนที่ของอากาศที่มีผลจากความแตกต่างของอุณหภูมิ การขึ้นตกลูกของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ การเกิดกลางวัน กลางคืน และการกำหนดทิศ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาโดยตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ วางแผนการสังเกต เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าโดยใช้ความคิดของตนเอง ของกลุ่ม และคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่เหมาะสมในการสำรวจตรวจสอบ และบันทึกข้อมูล จัดกลุ่มข้อมูล เปรียบเทียบกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้และนำเสนอผล ตั้งคำถามใหม่จากผลการสำรวจตรวจสอบ แสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อมูลจากกลุ่ม นำไปสู่การสร้างความรู้ บันทึกและอธิบายผลการสังเกต สำรวจตรวจสอบตามความเป็นจริง มีแผนภาพประกอบคำอธิบาย นำเสนอ จัดแสดงผลงานโดยอธิบายด้วยวาจา และเขียนแสดงกระบวนการและผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรู้วิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ คิดตัดสินใจ และสามารถสื่อสารเป็นที่เข้าใจตรงกัน รวมทั้งมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม ตลอดจนเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์

โรงเรียนวัดบางโคล่นอก ได้กำหนดโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังตารางที่ 1 ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว 13101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก รวมเวลาเรียน 80 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ (ชม.)	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	น้ำหนักคะแนน (100)
1. ชีวิตสัมพันธ์ (10 ชม.)	ว 1.2 ป.3/1 ป.3/2 ป.3/3 ป.3/3	สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกัน มีลักษณะภายนอกที่ปรากฏคล้ายคลึงกับพ่อแม่ของสิ่งมีชีวิตนั้น ลักษณะภายนอกที่คล้ายคลึงกันของพ่อแม่กับลูกเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนำความรู้ที่ได้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาสายพันธุ์ของพืชและสัตว์สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ก็จะสูญหายไปในที่สุด และสิ่งมีชีวิตที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้จะสามารถอยู่รอดและดำรงพันธุ์ต่อไป	10
2. น้ำในท้องถิ่นของเรา (12 ชม.)	ว 6.1 ป.3/1	น้ำพบได้ทั้งที่เป็นของเหลวของแข็งและแก๊สละลายสารบางอย่างได้เปลี่ยนแปลงรูปร่างตามภาชนะที่บรรจุและรักษาระดับในแนวราบคุณภาพของน้ำพิจารณาจากกลิ่นความโปร่งใสของน้ำซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความจำเป็นต่อชีวิตทั้งในการบริโภคอุปโภคจึงต้องใช้อย่างประหยัดอากาศประกอบด้วยแก๊สไนโตรเจน	15

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย การเรียนรู้ (ชม.)	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	น้ำหนัก คะแนน (100)
		แก๊สออกซิเจนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สอื่น ๆ รวมทั้งไอน้ำและฝุ่นละอองอากาศมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องใช้อากาศในการหายใจและยังมีประโยชน์ในด้านอื่น ๆ อีกมากมายอากาศจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าโดยอากาศที่เคลื่อนที่ในแนวราบทำให้เกิดลม	
3. อากาศรอบตัว เรา (6 ชม.)	ว 6.1 ป.3/2 ป.3/3	อากาศประกอบด้วยแก๊สในโตรเจนแก๊สออกซิเจนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สอื่น ๆ รวมทั้งไอน้ำและฝุ่นละอองอากาศมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องใช้อากาศในการหายใจและยังมีประโยชน์ในด้านอื่น ๆ อีกมากมายอากาศจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าโดยอากาศที่เคลื่อนที่ในแนวราบทำให้เกิดลม	10
4. แหล่งพลังงาน และไฟฟ้า (12 ชม.)	ว 5.1 ป.3/1 ป.3/2	การผลิตไฟฟ้าใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานธรรมชาติซึ่งบางแหล่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีจำกัด เช่นน้ำมันแก๊สธรรมชาติบางแหล่งเป็นแหล่งพลังงานที่หมุนเวียนเช่นน้ำลมซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันเช่นปิดไฟเมื่อไม่ใช้งานรวมทั้งใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัยเช่นเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีมาตรฐาน	15

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย การเรียนรู้ (ชม.)	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	น้ำหนัก คะแนน (100)
5. สิ่งแวดล้อมกับ ทรัพยากรธรรม ชาติในท้องถิ่น (10 ชม.)	ว 2.1 ป.3/1 ว 2.2 ป.3/1 ป.3/2 ป.3/3	สิ่งแวดล้อมหมายถึงสิ่งที่อยู่รอบๆตัวเรามีทั้ง สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตสิ่งมีชีวิตมี ความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งกับสิ่งมีชีวิต ด้วยกันและกับสิ่งไม่มีชีวิตเช่นดินหินน้ำ อากาศป่าไม้สัตว์ป่าและแร่จัดเป็น ทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญโดย มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นเพื่อ ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตมาใช้อย่าง มากมายจึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมใน ท้องถิ่นดังนั้นจึงต้องช่วยกันดูแลรู้จักใช้ ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัดและคุ้มค่า เพื่อให้มีการใช้ได้นานและยั่งยืน	10
6. ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ (10 ชม.)	ว 7.1 ป.3/1	โลกหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดปรากฏการณ์ ขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์เกิด กลางวันและกลางคืน โดยด้านที่หันรับ แสงอาทิตย์เป็นเวลากลางวันและด้านตรง ข้ามที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์เป็นเวลากลางคืน ซึ่งการกำหนดทิศโดยสังเกตจากการขึ้นและ การตกของดวงอาทิตย์ให้ด้านที่เห็นดวง อาทิตย์ขึ้นเป็นทิศตะวันออกและด้านที่เห็น ดวงอาทิตย์ตกเป็นทิศตะวันตกเมื่อใช้ทิศ ตะวันออกเป็นหลักโดยให้ด้านขวามืออยู่ ทางทิศตะวันออกด้านซ้ายมืออยู่ทางทิศ ตะวันตก ด้านหน้าจะเป็นทิศเหนือและ ด้านหลังจะเป็นทิศใต้	10

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย การเรียนรู้ (ชม.)	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	น้ำหนัก คะแนน (100)
7. การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ (10 ชม.)	ว 3.1 ป.3/1 ป.3/2 ว 3.2 ป.3/1 ป.3/2	ของเล่นของใช้อาจมีส่วนประกอบหลายส่วนและอาจทำจากวัสดุหลายชนิดซึ่งมีสมบัติแตกต่างกันจึงใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน เมื่อมีแรงมากระทำเช่นการบีบบิดทุบคัดดึงตลอดจนการทำให้ร้อนขึ้นหรือทำให้เย็นลงจะทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะหรือมีสมบัติแตกต่างไปจากเดิมการเปลี่ยนแปลงของวัสดุอาจนำมาใช้ประโยชน์หรือทำให้เกิดอันตรายได้	15
8. แรงกับการเคลื่อนที่ (10 ชม.)	ว 4.1 ป.3/1 ป.3/2	การออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่โดยวัตถุที่หยุดนิ่งจะเคลื่อนที่และวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนทิศทางวัตถุทุกคู่บนโลกเนื่องจากแรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุและแรงนี้คือน้ำหนักของวัตถุ	15
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ว 8.1 ป.3/1 ป.3/2 ป.3/3 ป.3/4 ป.3/5 ป.3/6 ป.3/7 ป.3/8	- การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	บูรณาการทุกชั่วโมง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ จำนวน 10 ชั่วโมง และหน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ จำนวน 10 ชั่วโมง

ทั้งนี้หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ มีความสอดคล้องกับสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ มีความสอดคล้องกับสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ป.3/1 จำแนกชนิดและสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของของเล่นของใช้

ว 3.1 ป.3/2 อธิบายการใช้ประโยชน์ของวัสดุแต่ละชนิด

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.2 ป.3/1 ทดลองและอธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัสดุ เมื่อถูกแรงกระทำ หรือทำให้ร้อนขึ้นหรือทำให้เย็นลง

ว 3.2 ป.3/2 อภิปรายประโยชน์และอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ว 4.1 ป.3/1 ทดลองและอธิบายผลของการออกแรงที่กระทำต่อวัตถุ

ว 4.1 ป.3/2 ทดลองการตกของวัตถุสู่พื้นโลกและอธิบายแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

- ว 8.1 ป.3/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ
- ว 8.1 ป.3/2 วางแผนการสังเกต เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้า โดยใช้ความคิดของตนเอง ของกลุ่มและคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจ ตรวจสอบ
- ว 8.1 ป.3/3 เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่เหมาะสมในการสำรวจตรวจสอบ และบันทึกข้อมูล
- ว 8.1 ป.3/4 จัดกลุ่มข้อมูล เปรียบเทียบกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้และนำเสนอผล
- ว 8.1 ป.3/5 ตั้งคำถามใหม่จากผลการสำรวจตรวจสอบ
- ว 8.1 ป.3/6 แสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มนำไปสู่การสร้างความรู้
- ว 8.1 ป.3/7 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต สำรวจตรวจสอบตามความเป็นจริง มีแผนภาพประกอบคำอธิบาย
- ว 8.1 ป.3/8 นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจา และเขียนแสดงกระบวนการและผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้
 - 1.1 หนังสือเรียนวิชา วิทยาศาสตร์
 - 1.2 แบบฝึกหัด/ใบงาน
2. แหล่งการเรียนรู้
 - 2.1 ห้องสมุด
 - 2.2 Internet

การวัดผล/ประเมินผล

1. การวัดผล
 - 1.1 แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
 - 1.2 แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - 1.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2. การประเมินผล

ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์การประเมินผล

ระดับผลการเรียน	ความหมาย	ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ
4	ผลการเรียนดีเยี่ยม	80-100
3.5	ผลการเรียนดีมาก	75-79
3	ผลการเรียนดี	70-74
2.5	ผลการเรียนค่อนข้างดี	65-69
2	ผลการเรียนน่าพอใจ	60-64
1.5	ผลการเรียนพอใช้	55-59
1	ผลการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	50-54
0	ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์	0-49

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ความหมายของสะเต็มศึกษา

วชิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560, น.13) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า STEM Education เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้และบูรณาการความรู้จากศาสตร์ทั้ง 4 คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (มาจากตัวย่อคือ S-Science หมายถึง วิทยาศาสตร์ T-Technology หมายถึง เทคโนโลยี E-Engineering หมายถึง วิศวกรรมศาสตร์ M-Mathematics หมายถึง คณิตศาสตร์) เพื่อพัฒนามนุษย์ให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้วยพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจ ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จากการบูรณาการความรู้กับวิชาอื่น ๆ ในการแก้ปัญหาความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร การเป็นผู้นำและการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเข้าใจสังคม สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม ในบริบทของตนเองและของโลก โดยการนำทักษะความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อพัฒนาตนเองและพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจสังคมสาธารณสุขและความมั่นคงของประเทศรวมทั้งพัฒนาความเป็นสากลมนุษย์ต่อไป

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร (2559, น.2) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน

มนตรี จุฬาวัดทนทล (2556, น.3) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์แบบใหม่ ที่เน้นการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงอุดมศึกษาและเป็นการศึกษาตลอดชีวิตไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรหรือทฤษฎี แต่สะเต็มศึกษาเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักวิธีการตั้งคำถาม แก้ปัญหา สร้างทักษะการหาข้อมูล วิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ เพื่อให้มีความรู้และทักษะสำหรับสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถประกอบวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีคุณภาพชีวิตที่ดีในยุคประชาคมอาเซียน

Vasquez, Sneider and Comer (2013) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า สะเต็มศึกษา คือ การเรียนการสอนที่บูรณาการเนื้อหาที่แยกออกจากกันของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มารวมเข้าด้วยกัน เพื่อเป้าหมายการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้เด็กเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาสาระในเรื่องที่เรียน

Breiner, Harkness, Johnson and Koehler (2012) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า สะเต็มศึกษา คือ การจัดการศึกษาที่มีการบูรณาการข้ามสาระวิชาทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

O'Neit, Yamagata, Yamagata and Togioka (2012) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า สะเต็มศึกษาว่าเป็นแนวการสอนที่มีการนำลักษณะเด่นของสาระวิชาทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการเข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เด็กได้ใช้ความรู้ และทักษะที่สัมพันธ์กันจาก 4 สาระวิชานี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ เป็นการเรียนรู้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อการนำความรู้ไปแก้ปัญหาและส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ความเป็นมาของการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

วคินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560, น.4) ได้กล่าวถึงความเป็นมาของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาไว้ว่า ประเทศสหรัฐอเมริกาต้องการพัฒนาประเทศโดยใช้การศึกษาเป็นเครื่องมือพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม โดยการสร้างพลเมืองให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อแก้ปัญหาทางการศึกษาเรื่องคะแนนสอบ PISA

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (2559, น.5) ได้กล่าวถึงความเป็นมาของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาไว้ว่า ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งเคยได้รับการยอมรับจากนานาชาติว่าเป็นผู้นำในทุก ๆ ด้านโดยเฉพาะคุณภาพการศึกษาของผู้เรียนในทุกระดับ แต่เมื่อปลายศตวรรษที่ 20

ต่อเนื่องมาถึงศตวรรษที่ 21 พบว่าขีดความสามารถไม่ได้เป็นอันดับหนึ่งในหลาย ๆ ด้าน อย่างที่เคยเป็นมา ในขณะที่หลายประเทศทั่วโลกมีความก้าวหน้าไปมาก เห็นได้จากผลการทดสอบนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) และการสอบด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ของนักเรียนชาวอเมริกันนั้นต่ำกว่าหลายประเทศ มีคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการจัดการศึกษา ใน ค.ศ. 2006 เมื่อเปรียบเทียบกับ ค.ศ. 2003 รวมทั้งยังพบว่านักเรียนอเมริกันทำคะแนนได้ต่ำที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหา นอกจากนี้ นักเรียน นักศึกษาที่สนใจเรียนทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ มีจำนวนลดลง ประชากรวัยทำงานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมก็มีจำนวนน้อยลงเช่นกัน ผลการศึกษายังระบุว่าประชากรระดับคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์และกำลังทำงานส่วนใหญ่ในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นคนต่างชาติมากกว่าเป็นชาวอเมริกันเอง นั่นหมายความว่าสหรัฐอเมริกากำลังขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจตามมา ดังนั้นนโยบายการศึกษาแบบ STEM Education จึงจะเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาให้กับสหรัฐอเมริกาได้

ภัสสร ติดมา (2558, น.37) ได้กล่าวถึงความเป็นมาของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) นี้เกิดขึ้นที่ประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากผลการทดสอบ PISA และ TIMSS ของนักเรียนสหรัฐอเมริกาได้คะแนนน้อย และนักเรียนสหรัฐอเมริกาไม่สามารถนำความรู้ในเนื้อหาที่เรียนมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และประกอบกับบุคลากรในการทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ มีน้อยรัฐบาลสหรัฐอเมริกาจึงเห็นถึงความสำคัญของการนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาลงในหลักสูตรในห้องเรียนเพื่อจะช่วยส่งเสริมให้เยาวชนมีความรู้ในเนื้อหาที่เรียนและแนวความรู้ที่ได้ไปพัฒนาหรือประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน การประดิษฐ์หรือสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ขึ้น ช่วยยกระดับผลการทดสอบต่างๆและเป็นการเตรียมพร้อมผู้เรียนให้เป็นประชากรที่มีคุณภาพและเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า จุดเริ่มต้นของแนวคิด STEM มาจากสหรัฐอเมริกาที่ประสบปัญหาเรื่อง ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกา ที่ต่ำกว่าหลายประเทศ และส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนา STEM ขึ้นมา เพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA ให้สูงขึ้น

องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา

วคินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560, น.4) ได้ให้ความหมายของวิชาต่าง ๆ ตามองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้และกฎความเป็นจริงที่อยู่ในธรรมชาติรอบตัว ทั้งที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ คน สัตว์ พืช สิ่งของ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้การสืบค้น ทดลอง พิสูจน์ และเรียนรู้เพื่อหาความจริงที่เกิดขึ้นในโลก

เทคโนโลยี หมายถึง การเปลี่ยนแปลงธรรมชาติและสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวมาใช้ประโยชน์ให้ดีขึ้นด้วยการใช้ความรู้ ความคิด และเทคนิคต่าง ๆ หรืออาจเป็นการพัฒนาและนำสิ่งต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา และสร้างสรรค์ในการทำงานและในชีวิตประจำวัน เช่น การหาข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ การพิมพ์บนคอมพิวเตอร์แทนการเขียน ทำให้บันทึกข้อความได้รวดเร็วเป็นระเบียบขึ้นและสามารถเก็บข้อมูลได้

วิศวกรรมศาสตร์ หมายถึง การออกแบบ แก้ปัญหา และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา สร้างสรรค์ และอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ซึ่งวิศวกรรมศาสตร์มักควบคู่ไปกับเทคโนโลยีที่เป็นผลพวงจากวิศวกรรมศาสตร์

คณิตศาสตร์ หมายถึง หลักการในการใช้สูตรและวิธีต่างๆ ในการคำนวณเพื่อแก้ปัญหา หาผลลัพธ์ หาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับจำนวน ตัวเลข พื้นผิว เรขาคณิต และโครงสร้าง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร(2559, น.1-2) ได้ให้ความหมายของวิชาต่าง ๆ ตามองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้วิชาการ 4 วิชาหลักเข้าด้วยกันคือวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์

S: Science ความรู้ความเข้าใจสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นในธรรมชาติสามารถเชื่อมโยงความเกี่ยวเนื่องเนื้อหาระหว่างรายวิชาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจนได้ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้

T: Technology ความรู้ความเข้าใจความสามารถการเลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมมาประดิษฐ์คิดค้นโดยใช้กระบวนการเทคโนโลยี พัฒนาผลผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการที่จำเป็นของมนุษย์ร่วมทั้งการจัดการสารสนเทศ

E: Engineering ความเข้าใจในการพัฒนาหรือการได้มาของเทคโนโลยีโดยการประยุกต์ความรู้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อผลิตสิ่งต่าง ๆ ที่พัฒนาคุณภาพชีวิต

M: Mathematics ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้เหตุผลและประยุกต์แนวความคิดทางคณิตศาสตร์อาทิการเรียนรู้จำนวนตัวเลขความสัมพันธ์การเปรียบเทียบเพื่อนำมาอธิบายและแก้ปัญหาต่างๆรวมทั้งช่วยในการวินิจฉัยและการตัดสินใจที่ดี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้ให้ความหมายของวิชาต่าง ๆ ตามองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

วิทยาศาสตร์ (Science:S) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งรอบตัว

เทคโนโลยี (Technology:T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ผ่านกระบวนการทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT เท่านั้น

วิศวกรรม (Engineer:E) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

คณิตศาสตร์ (Mathematics:M) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) เช่น การเปรียบเทียบจำนวนภาษาคณิตศาสตร์ คือ การถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสารเช่นมากกว่าน้อยกว่า

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ศึกษาความจริงที่อยู่ในธรรมชาติรอบตัว ทั้งที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้การสืบค้น ทดลอง พิสูจน์ และเรียนรู้เพื่อหาความจริงที่เกิดขึ้นในโลก

คณิตศาสตร์ หมายถึง หลักการในการใช้สูตรและวิธีต่างๆ ในการคำนวณเพื่อแก้ปัญหา หาผลลัพธ์ หาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับจำนวน ตัวเลข พื้นผิว เรขาคณิต และโครงสร้าง

เทคโนโลยี หมายถึง การหาข้อมูลทางคอมพิวเตอร์การพิมพ์บนคอมพิวเตอร์แทนการเขียน ทำให้บันทึกข้อความได้รวดเร็วเป็นระเบียบขึ้นและสามารถเก็บข้อมูลได้

วิศวกรรมศาสตร์ หมายถึง การออกแบบ แก้ปัญหา และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหา สร้างสรรค์ และอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

วชิณิส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560, น.18) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริงนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา (Problem identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาหรือเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Relate information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้อง กับแนวทางแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุง (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ก็นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอเพื่อการพัฒนาต่อไป

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร(2559, น.3-4) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้ แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มโดยใช้วิธีการแบ่งคละระหว่างผู้เรียนที่มีผลการเรียนดี พอใช้ และอ่อน จากนั้นผู้สอนต้องสร้างความสนใจให้ผู้เรียนเพื่อตระหนักถึงการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การเปิดคลิปข่าวให้เห็นสถานการณ์จริง การตั้งคำถาม เป็นต้น ขั้นนี้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจกับที่มาของปัญหาและสามารถระบุปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 2 หารวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีบทบาทหลัก ส่วนผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาหรือชี้แนะเท่านั้น โดยผู้เรียนต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ซึ่งการรวบรวมข้อมูล คือ ผู้เรียนต้องสืบค้นข้อมูลว่าเคยมีใครหาวิธีการแก้ปัญหาหรือไม่อย่างไรและมีข้อเสนอแนะใดบ้าง ส่วนการค้นหาแนวคิดคือผู้เรียนต้อง

ค้นหาแนวคิดหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งผู้เรียนต้องพิจารณาแนวคิดโดยพิจารณาถึงประเด็นความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ความเหมาะสมข้อดีและข้อเสีย (จุดอ่อน)

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนหลังจากที่ผู้เรียนเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้แล้ว โดยในขั้นนี้ผู้เรียนต้องกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาคำหนดเป้าหมาย ระยะเวลา ในการลงมือปฏิบัติและวางแผนการปฏิบัติงานให้ชัดเจน รวมทั้งต้องดำเนินการแก้ปัญหาให้แล้วเสร็จ

ขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทดสอบและประเมินผลเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของชิ้นงานที่ได้ลงมือถ้าประสิทธิภาพของชิ้นงานมีประสิทธิภาพไม่ดีผู้เรียนต้องทำการปรับปรุงชิ้นงานให้ดีขึ้น โดยพิจารณาจากผลการปฏิบัติงานที่ได้บันทึกไว้ สำหรับผู้สอนต้องทำหน้าที่ให้คำปรึกษาโดยไม่ตอบคำถามแต่ใช้คำถามชี้แนะกระตุ้นผู้เรียนได้แนวทางการแก้ปัญหาหรือคำตอบ

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาชิ้นงาน ผู้เรียนต้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาชิ้นงานต่อสาธารณชน เพื่อให้เห็นถึงวิธีการแก้ปัญหาปรับปรุงชิ้นงานของตนเองและชิ้นงานของเพื่อน ๆ ขั้นนี้ผู้สอนต้องทำหน้าที่สรุปอธิบายความรู้เพิ่มเติมหลังจากทุกกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาชิ้นงานและแนะแนวทางในการประยุกต์ใช้ให้กับผู้เรียน อย่างไรก็ตามภายหลังการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (2559, น.6) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้ การจัดกิจกรรมในแต่ละชั้นปีให้สอดคล้องกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ใน 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ในชีวิตจริงที่พบหรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือนำไปสู่การพัฒนา นวัตกรรมนั้น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรมและคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาหรือพัฒนานวัตกรรม

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรมที่ พัฒนาได้”

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือผลของนวัตกรรมที่พัฒนาได้

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ (2557) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนส่งเสริมศึกษาไว้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมศึกษาต้องอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem. Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อยในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหามustพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related. Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาคำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อยขั้นตอนต่อไป คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าวในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผู้แก้ปัญหามayมีการดำเนินการดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหามustพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือกและหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้นโดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี และจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไข และขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการ หรือผลผลิตทั้งนี้ผู้แก้ปัญหามustอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ประเมินตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้นการทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น.17) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทายวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มาใช้ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีนโยบายส่งเสริมในกลุ่มของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ โรงเรียนส่วนใหญ่ได้นับถือปฏิบัติ ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น.7) ได้กล่าวถึงสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนไว้ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนเน้นรูปแบบบูรณาการ โดยมีการบูรณาการความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการเรียนรู้ และทักษะที่เหมาะสมในแต่ละระดับชั้น เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ในกระบวนการจัดการเรียนรู้อของสะเต็มนั้นจะใช้กิจกรรมสะเต็มในการจัดการเรียนการสอน โดยคุณตัวชี้วัดของแต่ละวิชาทั้ง

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ว่ามีตัวชี้วัดใดบ้างที่สามารถบูรณาการร่วมกันได้ รวมทั้งการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งทักษะที่สำคัญสำหรับกิจกรรมสะเต็มคือทักษะในศตวรรษที่ 21 และการนำกิจกรรมสะเต็มไปใช้กับการเรียนการสอนดำเนินการได้ 3 แนวทางดังนี้

1. นำกิจกรรมสะเต็มสอดแทรกตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในแต่ละวิชาในคาบเรียน โดยกิจกรรมนั้นต้องใช้เวลาที่เหมาะสมกับคาบเรียนนั้น ซึ่งผู้สอนสามารถพิจารณาจากตัวชี้วัดหรือจุดประสงค์ของกิจกรรมว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใด

2. จัดกิจกรรมสะเต็มในรายวิชาเลือกเสรี เช่น การทำโครงการเป็นต้น ซึ่งเหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มที่ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรม หรือกิจกรรมมีความซับซ้อน และผู้สอนควรจัดอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา หรือการออกแบบชิ้นงานของผู้เรียน

3. จัดกิจกรรมสะเต็มในกิจกรรมนอกห้องเรียน เช่น ชมรม เป็นต้น เหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา การสร้างนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหา มีข้อดีคือทำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง

อภิสิทธิ์ ชงไชย (2556, น.17) ได้กล่าวถึงสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนไว้ดังนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา จะต้องสอดคล้องกับหลักสูตรหรือมาตรฐานการเรียนรู้ สามารถนำไปบูรณาการกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิม เพื่อมิให้เป็นภาระกับผู้สอนอันจะก่อให้เกิดปัญหาการเรียนการสอนได้ นอกจากนี้ยังพบว่ากระบวนการของการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ได้มุ่งเน้นแนวคิดการลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Practice) ที่ไม่เพียงแต่ค้นคว้าเพื่อให้ได้คำตอบและยังมุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติทั้งการทดลองและการสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยการบูรณาการเข้ากับคณิตศาสตร์และใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and Technological Design Process) เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะต่างๆ จากการฝึกปฏิบัติ

การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนนั้น มีการกำหนดกรอบเวลาอย่างชัดเจนและให้สอดคล้องกับภาระงานของนักเรียน อาจแบ่งกิจกรรมได้เป็นกิจกรรมช่วงเวลาสั้น (4-6 ชั่วโมง) กิจกรรมโครงการย่อย (2-8 สัปดาห์) หรือการทำโครงการ (Project-Based Learning: PBL) ระยะเวลาตลอดภาคเรียนก็ได้

หลักการสำคัญในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา คือ จะต้องใช้บริบทของกิจกรรมที่ผู้เรียนคุ้นเคย เพื่อให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและมองว่าเป็นสิ่งใกล้ตัว มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) ฝึกการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีมและให้นักเรียนฝึกใช้อุปกรณ์สื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ (เช่น เป็นเครื่องมือในการ

สืบค้นข้อมูล) รวมถึงมีการฝึกการนำเสนอผลงานที่นักเรียนได้จัดทำ ช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงจุดมุ่งหมายเหตุผลกระบวนการในการเรียนรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนจะต้องสอดคล้องกับหลักสูตร และมาตรฐานการเรียนรู้ ดำเนินการจัดการเรียนการสอนได้ 3 แนวทาง คือ 1) การจัดกิจกรรมสะเต็มแทรกตามเนื้อหาวิชาในแต่ละคาบเรียน 2) การจัดกิจกรรมสะเต็มในรายวิชาเลือกเสรี และ 3) การจัดกิจกรรมสะเต็มในกิจกรรมนอกห้องเรียน โดยบูรณาการความรู้ร่วมกันของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม เน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ทำทลายความคิดของนักเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น

บทบาทของครูผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558, น.64) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง
2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ทำทลายความรู้ความสามารถกระบวนการคิด และการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาในโลกปัจจุบัน
3. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและทำทลายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
6. เป็นโค้ช (Coach)
7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ
8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด
9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

กฤษฎิกา ชุติณฺณาวุฒิ (2557, น. 40) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์เทคโนโลยีและความท้าทายเพื่อให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งสถานการณ์อาจเกิดจากสิ่งทีประสบในชีวิตประจำวัน ชุมชน และสังคม
2. สร้างความตระหนักเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ
3. จัดเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้ รวมถึงให้คำแนะนำเกี่ยวกับการรวบรวมข้อมูลเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่หลากหลายจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ อย่างรอบคอบ
4. ร่วมวิเคราะห์ทรัพยากรและข้อจำกัดที่ต้องคำนึงถึงในการทำงาน
5. กระตุ้นให้นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการให้ได้มากกว่า 1 วิธี
6. ร่วมสรุปองค์ความรู้และสารสนเทศที่จำเป็นสำหรับแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ
7. จัดเตรียมวัสดุที่จำเป็นและอุปกรณ์ เครื่องมือในการปฏิบัติงาน
8. ให้คำแนะนำและร่วมพิจารณาเลือกภาพร่างความคิดให้เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการมากที่สุดและสามารถแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้จริงตามข้อจำกัด ภายใต้งทรัพยากรที่มีอยู่
9. กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ
10. ให้คำแนะนำและเน้นย้ำการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือให้ถูกต้องและปลอดภัย รวมทั้งให้ความช่วยเหลือนักเรียนในการใช้งานอุปกรณ์ เครื่องมือบางอย่างที่มีความซับซ้อนและอันตรายในการปฏิบัติงาน
11. ให้คำแนะนำและร่วมตรวจสอบ ทดสอบชิ้นงานเพื่อหาจุดบกพร่องที่ต้องปรับปรุงแก้ไข
12. จัดเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้สำหรับการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน
13. ให้คำแนะนำและร่วมวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจสอบทดสอบการทำงานของชิ้นงาน รวมทั้งแนวทางการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

14. ให้คำแนะนำหากต้องย้อนกลับไปปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่างๆ เช่น การย้อนกลับไปรวบรวมข้อมูลอีกครั้ง หรือเลือกวิธีการใหม่ หรือออกแบบและปฏิบัติการอีกครั้ง
15. อำนวยความสะดวกให้นักเรียนในการนำชิ้นงานไปแก้ปัญหาหรือความต้องการ
16. ร่วมสรุปองค์ความรู้จากการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ
17. ให้ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาชิ้นงานในอนาคตและกรณีที่ชิ้นงานไม่สามารถแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น.7) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้ เป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผสมกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจและฝึกทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และได้นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่เป็นผลผลิตจากการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557, น.4) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้ เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้ รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบการคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ สะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องใหม่ เพียงแต่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อมุ่งเน้นให้สามารถนำความรู้ทักษะและประสบการณ์ จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า บทบาทของครูผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คือ ครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำทลายความรู้ ความสามารถ กระบวนการคิด และการแก้ปัญหานักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิด และการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง โดยครูคอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกให้นักเรียน

ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2558, น.18) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีดังต่อไปนี้ 1) ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบสะเต็มศึกษาจะมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน 2) ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบสะเต็มศึกษาจะเรียนสนุกและมองเห็นอาชีพการงานที่สนใจจะทำหลังจากที่สำเร็จการศึกษาแล้ว 3) ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบสะเต็มศึกษาผลการประเมินทางด้านผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ควรจะดีขึ้น 4) ประเทศไทยจะมีกำลังคนด้านสะเต็มที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557, น.5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีดังต่อไปนี้ 1) นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน 2) นักเรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มศึกษามากขึ้น 3) นักเรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์มากขึ้น 4) หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา 5) ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา 6) สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทยเพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น.6) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีดังต่อไปนี้ 1) ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่โดยใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์และการออกแบบตามกระบวนการวิศวกรรม 2) ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชากระบวนการทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์มากขึ้น 3) ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และการเชื่อมโยงระหว่างสาระวิชา 4) หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนมีส่วนร่วมในการสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครู และบุคลากรทางการศึกษา 5) ผลิตบุคคลด้านสะเต็มของประเทศไทยเพื่อเศรษฐกิจที่มีศักยภาพมากขึ้นของชาติ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะทำให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และการออกแบบตามกระบวนการวิศวกรรม เข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์มากขึ้น เรียนสนุกและมองเห็นอาชีพการงานที่สนใจจะทำหลังจากที่สำเร็จการศึกษาแล้ว นอกจากนี้หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนยังมีส่วนร่วมในการสนับสนุนการจัดการศึกษาของครู และบุคลากรทางการศึกษา สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทยเพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุณิษา สุกรรภา (2560, น.35) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะกระบวนการต่างๆที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ หรือเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติฝึกฝนความชำนาญและความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบของคนมาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่างๆ

นลินี อุมูดี (2559, น.49) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางด้านสติปัญญา การลงมือปฏิบัติ โดยอาศัยการฝึกฝนที่ได้จากการเรียนรู้และประสบการณ์จนสามารถนำทักษะหรือสิ่งที่ได้เรียนรู้มานั้นมาใช้แก้ปัญหในชีวิตประจำวันได้

ปณณวัฒน์ อินทร์เจริญ (2559, น.35) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมหรือทักษะที่เกิดจากการปฏิบัติฝึกฝนอย่างเป็นระบบ ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาคด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558, น.60) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่น่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหโดยการลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่ว ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเป็นทักษะที่จำเป็นต้องมีและต้องพัฒนาให้มีขึ้นในระดับประถมศึกษาก่อนที่จะพัฒนาแนวความคิดและทักษะขั้นผสมผสานซึ่งเป็นทักษะขั้นสูงต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถและความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้และการแก้ไขปัญหา เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้เพื่อสืบเสาะหาความรู้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชั้น คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถและความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้และการแก้ไขปัญหา เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้เพื่อสืบเสาะหาความรู้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชั้น คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม

ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุณิษา สุกราภา (2560, น.37) ได้เสนอประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้

1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่ 1.1) ทักษะการสังเกต 1.2) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 1.3) ทักษะการจำแนกประเภท 1.4) ทักษะการวัด 1.5) ทักษะการใช้ตัวเลข 1.6) ทักษะการสื่อความหมาย 1.7) ทักษะการพยากรณ์ 1.8) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการ ได้แก่ 2.1) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 2.2) ทักษะการตั้งสมมุติฐาน 2.3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร 2.4) ทักษะการทดลอง 2.5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

นลินีย์ อุมูดี (2559, น.54) ได้เสนอประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา 5) ทักษะการใช้ตัวเลข 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8) ทักษะการพยากรณ์ และทักษะขั้นสูงหรือทักษะขั้นผสม 5 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการตั้งสมมุติฐาน 2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ปัทมวัฒน์ อินทร์เจริญ (2559, น.36) ได้เสนอประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ได้ความเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดอย่างเหมาะสม และใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้องและรวดเร็วโดยมีหน่วยกำกับ ตลอดจนสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริง

3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและระหว่างสเปสกับเวลา

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปซ หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่ง โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาการ

5. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยนับและนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยยกกำลังสองหรือถอดราก เพื่อใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจนและเหมาะสม

6. ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากตำแหน่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่ เป็นต้น การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจ ความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น อาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจรกราฟ สมการ เขียนบรรยาย หรือย่อความพอสังเขป

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยข้อมูลนี้อาจจะได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกัน อาจลงความเห็นหรือมีคำอธิบายได้หลายอย่างทั้งนี้เนื่องจากประสบการณ์ และความรู้เดิมต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม การลงความเห็นนั้นต้องเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หรือข้อมูลที่สังเกตได้

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบหรือสิ่งที่จะเกิดล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือข้อมูลจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย การทำนายที่แม่นยำเป็นผลจากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้อง การบันทึก และการกระทำกับข้อมูลอย่างเหมาะสม

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะกระทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองเพื่อหาคำตอบ สนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

นอกจากนี้การตั้งสมมติฐานควรตั้งให้มีขอบเขตกว้างขวาง ครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้มากที่สุด เท่าที่จะเป็นไปได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดสอบให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง และใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมและถูกต้อง เพื่อหาคำตอบสมมติฐานที่ตั้งไว้แล้วหาคำตอบ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ประสาธต์ เนิ่งเฉลิม (2558, น.61) ได้เสนอประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง 5 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต เป็นการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์ โดยการทำความเข้าใจในสิ่งที่สังเกตเห็นหาข้อมูลหรือรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ เห็นอย่างไร รู้สึกอย่างไร ได้ยินอย่างไร ได้กลิ่นอย่างไร หรือรสชาติเป็นอย่างไร ก็อธิบายไปตามนั้น ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติเชิงปริมาณ และการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น

2. ทักษะการวัด เป็นการเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทำการวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสิ่งที่วัด โดยมีหน่วยที่ใช้วัดกำกับสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้อง หรือใกล้เคียงกับความเป็นจริง แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือรวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการใช้ตัวเลข เป็นการนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร และการหาค่าเฉลี่ยความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้อย่างถูกต้อง เช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ตัดสินใจได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน ลักษณะของการคำนวณอาจใช้

การนับจำนวนการใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับการบอกวิธีคำนวณการคิดคำนวณการแสดงวิธีคิด
คำนวณการบอกวิธีการหาค่าเฉลี่ยการหาค่าเฉลี่ยการแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท เป็นการแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การแบ่งพวกของสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้สามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเองพร้อมกับบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งพวกของสิ่งนั้น โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลาสเปซของวัตถุเป็นที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ ได้แก่ การชิงรูป 2 มิติและ 3 มิติ ได้สามารถวาดภาพ 2 หรือภาพ 3 มิติจากวัตถุได้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา ได้แก่ การบอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งเปลี่ยนขนาดหรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ คือ การอธิบายหรือการเพิ่มข้อสรุปให้กับข้อมูล โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยการใช้ประสาทสัมผัสสิ่งของหรือเหตุการณ์ให้ได้ข้อมูลอย่างหนึ่งแล้วเพิ่มความเห็นส่วนตัวลงไปให้กับข้อมูลนั้น ความคิดเห็นส่วนตัวอาจได้มาจากประสบการณ์เดิมโดยการอธิบายหรือสรุปเป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและเพิ่มความเห็นส่วนตัวลงไป

7. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการวัดการทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยหาความถี่เรียงลำดับจัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตารางกราฟรูปภาพสมการแผนภูมิแผนภาพไดอะแกรมหรือการเขียนบรรยายความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจสามารถรู้จักเลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

8. ทักษะการพยากรณ์ เป็นการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าทำนายผลเหตุการณ์หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหลักการกฎข้อมูลความสัมพันธ์ของข้อมูล ทฤษฎีความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุปเช่นการพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางแผนภูมิรูปภาพซึ่งทำได้ 2 แบบคือการพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ (Interpolating) กับการพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ (Extrapolating)

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นการค้นหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง เป็นคำตอบที่รอการพิสูจน์สมมติฐานได้มาโดยอาศัยการสังเกตความรู้หรือประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า สมมติฐานเป็นการคาดเดาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและมักจะตั้งขึ้นก่อนที่จะมีการดำเนินการทดลอง สมมติฐานที่ตั้งขึ้นบอกให้ทราบเกี่ยวกับข้อมูลที่ต้องการรวบรวม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความสามารถในการกำหนดความหมายของคำหรือข้อความต่าง ๆ หรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตามในสมมติฐาน ให้สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น การสังเกตหรือการวัด โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นความสามารถในการชี้บ่งหรือกำหนดสิ่งที่เป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมตัวแปรเป็นสิ่งที่แปรเปลี่ยนค่าได้ เช่น อายุความสูง น้ำหนัก อุณหภูมิ ระดับการศึกษา ซึ่งตัวแปรนี้มี 3 ประเภท ได้แก่ 1) ตัวแปรต้น (Independent variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่ต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ เป็นตัวแปรที่เป็นต้นเหตุให้คาดว่าทำให้ผลออกมาต่างกัน 2) ตัวแปรตาม (Dependent variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย 3) ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled variable) หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน เป็นสิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน และเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

12. ทักษะการทดลอง เป็นกระบวนการการปฏิบัติเพื่อพิสูจน์คำตอบจากสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้การทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) การออกแบบการทดลอง (Experimental design) เป็นการวางแผนการทดลองก่อนที่จะลงมือทดสอบจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งสัมพันธ์กับการกำหนดและควบคุมตัวแปรและวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องเตรียมไว้ใช้ในการทดลอง 2) การออกแบบการทดลองเป็นการวางแผนการทดลอง จะช่วยบอกวิธีทดลองให้

รู้ว่า จะทำการทดลองหรือปฏิบัติอย่างไร จะเลือกอุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุ หรือสารเคมีที่จะใช้ทดลอง ให้รู้ว่า จะต้องใช้อะไร จำนวนเท่าไร และใช้อย่างไร การออกแบบการทดลองที่ดีต้องสามารถทดลองได้สะดวก ปลอดภัย รวดเร็ว เทียบตรง ประหยัด และเห็นผลได้อย่างชัดเจน 3) ก่อนที่ผู้เรียน จะออกแบบการทดลอง ผู้เรียนต้องรู้ว่าตัวแปรในการทดลองของผู้เรียนคืออะไร สมมติฐานข้อใดที่ ต้องการทดสอบ คำถามเหล่านี้จะหาคำตอบได้ โดยการวิเคราะห์การทดลองมีหลายตัวแปรซึ่งอาจมี ผลต่อผลที่ได้จากการทดลอง และก็มีหลายตัวแปรที่ผู้ทำการทดลองไม่ได้สนใจในช่วงเวลานั้น

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป เป็นการบรรยายถึงลักษณะ หรือปริมาณหรือส่วนประกอบของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ตาราง แผนภูมิ กราฟให้เข้าใจได้ชัดเจน การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น การสังเกต การใช้ตัวเลข การลง ข้อสรุปเป็นการบอกผลรวมของข้อมูลทั้งหมดหรือสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ให้ เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงตามที่แสดงไว้ ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ถ้ากราฟ เป็นเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตาม ขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง หรือถ้าลากกราฟเป็นเส้นโค้ง ให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยน ทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) ได้เสนอประเภททักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 14 ทักษะ โดยแบ่งเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น พื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง 6 ทักษะดังนี้

1. ทักษะการสังเกต คือ ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างเพื่อหาข้อมูล หรือรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป
2. ทักษะการวัด คือ การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง
3. ทักษะการจำแนกประเภท คือ การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ใน ปรากฏการณ์โดยใช้เกณฑ์ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา คือ วัตถุ ต่าง ๆ ในโลกนี้จะทรงตัวอยู่ได้ส่วนแต่ครองที่ที่ว่าง การครองที่ของวัตถุในที่ว่างโดยทั่วไปจะมี 3 มิติ ได้แก่ มิติยาวมิติกว้าง และมิติสูงหรือหนา
5. ทักษะการคำนวณ คือ การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่ นับได้มาคิดโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คือ การนำผลการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งต่าง ๆ โดยหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลดียิ่งขึ้น อาจเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟสมการและการเขียนบรรยาย

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คือ การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาสนับสนุน

8. ทักษะการพยากรณ์ คือ การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นช่วยในการสรุปการพยากรณ์มีสองทาง คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่และการพยากรณ์นอกขอบเขตที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน คือ การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าและยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดล่วงหน้ามักกล่าวเป็นข้อความหรือบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ การกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือ การกำหนดตัวแปรเป็นการบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นหากไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กันอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12. ทักษะการทดลอง คือ การทดลองมี 3 ประเภท คือ การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ ไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบและลองผิดลองถูก การทดลองเป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูล คือ การแปลความหมายหรือการบรรยาย ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การลงข้อสรุป คือ การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

14. ทักษะการสร้างแบบจำลอง คือ นำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปของแบบจำลองแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ ประดิษฐ์ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยนำประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสังเคราะห์ได้ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สุธินา สุกรากา (2560, น.37)	นลินีย์ อุมุติ (2559, น.54)	ปิ่นฉวีรัตน์ อินทร์เจริญ (2559, น.36)	ประสาธน์ เนื่องเฉลิม (2558, น.61)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562)
1) ทักษะการสังเกต	√	√	√	√	√
2) ทักษะการวัด	√	√	√	√	√
3) ทักษะการจำแนกประเภท	√	√	√	√	√
4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา	√	√	√	√	√
5) ทักษะการคำนวณ	√	√	√	√	√
6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	√	√	√	√	√
7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	√	√	√	√	√
8) ทักษะการพยากรณ์	√	√	√	√	√
9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน	√	√	√	√	√
10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	√	√	√	√	√
11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	√	√	√	√	√
12) ทักษะการทดลอง	√	√	√	√	√
13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	√	√	√	√	√
14) ทักษะการสร้างแบบจำลอง	-	-	-	-	√

จากตารางที่ 3 พบว่า การสังเคราะห์ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการส่วนใหญ่ได้อธิบายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 13 ทักษะ และทักษะการสร้างแบบจำลอง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

สุณิษา สุกรรภา (2560, น.37) ได้สรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไว้ดังนี้ดังนี้

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 3) ทักษะการจำแนกประเภท
- 4) ทักษะการวัด
- 5) ทักษะการใช้ตัวเลข
- 6) ทักษะการสื่อความหมาย
- 7) ทักษะการพยากรณ์
- 8) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา

นลินี อุมูดี (2559, น.54) ได้สรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไว้ดังนี้ดังนี้

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการวัด
- 3) ทักษะการจำแนกประเภท
- 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา
- 5) ทักษะการใช้ตัวเลข
- 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 8) ทักษะการพยากรณ์

ปัทมวัฒน์ อินทร์เจริญ (2559, น.36) ได้สรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไว้ดังนี้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัส โดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดอย่างเหมาะสม และใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้องและรวดเร็วโดยมีหน่วยกำกับ ตลอดจนสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริง

3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและระหว่างสเปซกับเวลา

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่ง โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาการ

5. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยนับและนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยยกกำลังสองหรือถอดราก เพื่อใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจนและเหมาะสม

6. ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากตำแหน่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่ เป็นต้น การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจ ความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น อาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย หรือย่อความพอสังเขป

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยข้อมูลนี้อาจจะได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกัน อาจลงความเห็นหรือมีคำอธิบายได้หลายอย่างทั้งนี้เนื่องจากประสบการณ์ และความรู้เดิมต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม การลงความเห็นนั้นต้องเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หรือข้อมูลที่สังเกตได้

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบหรือสิ่งที่จะเกิดล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือข้อมูลจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย การทำนายที่แม่นยำเป็นผลจากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้อง การบันทึก และการกระทำกับข้อมูลอย่างเหมาะสม

ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2558, น.61) ได้สรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไว้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต เป็นการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์ โดยการทำสมาธิในสิ่งที่สังเกตเห็นหาข้อมูลหรือรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ เห็นอย่างไร รู้สึกอย่างไร ได้ยินอย่างไร ได้กลิ่นอย่างไร หรือรสชาติเป็นอย่างไร ก็อธิบายไปตามนั้น ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติเชิงปริมาณ และการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น

2. ทักษะการวัด เป็นการเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทำการวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสิ่งที่วัด โดยมีหน่วยที่ใช้วัดกำกับสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้อง หรือใกล้เคียงกับความเป็นจริง แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือรวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการใช้ตัวเลข เป็นการนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร และการหาค่าเฉลี่ยความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้อย่างถูกต้อง เช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ตัดสินใจได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน ลักษณะของการคำนวณอาจใช้การนับจำนวนการใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับการบอกวิธีคำนวณการคิดคำนวณการแสดงวิธีคิดคำนวณการบอกวิธีการหาค่าเฉลี่ยการหาค่าเฉลี่ยการแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท เป็นการแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การแบ่งพวกของสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้สามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเองพร้อมทั้งบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งพวกของสิ่งนั้น โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลาสเปซของวัตถุเป็นที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ ได้แก่ การชั่งรูป 2 มิติและ 3 มิติ ได้สามารถวาดภาพ 2 หรือภาพ 3 มิติจากวัตถุได้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา ได้แก่

ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลาได้แก่ การบอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งเปลี่ยนขนาดหรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ คือ การอธิบายหรือการเพิ่มข้อสรุปให้กับข้อมูล โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยการใช้ประสาทสัมผัสสิ่งของหรือเหตุการณ์ให้ได้ข้อมูลอย่างหนึ่งแล้วเพิ่มความเห็นส่วนตัวลงไปให้กับข้อมูลนั้น ความคิดเห็นส่วนตัวอาจได้มาจากประสบการณ์เดิม โดยการอธิบายหรือสรุปเป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและเพิ่มความเห็นส่วนตัวลงไป

7. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการวัดการทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยหาความถี่เรียงลำดับจัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตารางกราฟรูปภาพสมการแผนภูมิแผนภาพไดอะแกรมหรือการเขียนบรรยายความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจสามารถรู้จักเลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

8. ทักษะการพยากรณ์ เป็นการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าทำนายผลเหตุการณ์หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหลักการกฎข้อมูลความสัมพันธ์ของข้อมูล ทฤษฎีความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุปเช่นการพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางแผนภูมิรูปภาพซึ่งทำได้ 2 แบบคือการพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ (Interpolating) กับการพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ (Extrapolating)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) ได้สรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ไว้ดังนี้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต คือ ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างเพื่อหาข้อมูล หรือรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่เพิ่มความเห็นส่วนตัวลงไป

2. ทักษะการวัด คือ การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง

3. ทักษะการจำแนกประเภท คือ การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยใช้เกณฑ์ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา คือ วัตถุต่าง ๆ ในโลกนี้จะทรงตัวอยู่ได้ส่วนแต่กรงที่ที่ว่าง การกรงที่ของวัตถุในที่ว่างโดยทั่วไปจะมี 3 มิติ ได้แก่ มิติยาวมิติกว้าง และมิติสูงหรือหนา

5. ทักษะการคำนวณ คือ การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คือ การนำผลการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งต่าง ๆ โดยหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลดียิ่งขึ้น อาจเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟสมการและการเขียนบรรยาย

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คือ การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาสนับสนุน

8. ทักษะการพยากรณ์ คือ การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นช่วยในการสรุป การพยากรณ์มีสองทาง คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่และการพยากรณ์นอกขอบเขตที่มีอยู่

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมาสังเคราะห์ได้ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สุณิษา สุกรากา (2560, น.37)	นลินีย์ อุมูดี (2559, น.54)	บิณวัฒน์ อินทร์เจริญ (2559, น.36)	ประสาธน์ เมืองเฉลิม (2558, น.61)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562)
1) ทักษะการสังเกต	√	√	√	√	√
2) ทักษะการวัด	√	√	√	√	√
3) ทักษะการจำแนกประเภท	√	√	√	√	√
4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา	√	√	√	√	√
5) ทักษะการคำนวณ	√	√	√	√	√
6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	√	√	√	√	√
7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	√	√	√	√	√
8) ทักษะการพยากรณ์	√	√	√	√	√

จากตารางที่ 4 การสังเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีนักวิชาการ ได้อธิบายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มี 8 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา 5) ทักษะการคำนวณ 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์ ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงกำหนดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เพราะ เป็นทักษะที่ควรพัฒนาให้เกิดในนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงจะใช้ในระดับที่สูงขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

สุณิษา สุกรรภา (2560, น.45) ได้ระบุว่าความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีทักษะ เช่น สามารถใช้อวัยวะรับสัมผัสต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส โดยการมองเห็นได้ ยืน คมกลืน รับรส และสัมผัส หรือวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ใจความรู้สึกนึกคิดหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตลงไปบนข้อมูลที่ได้จากการสังเกต จำแนกลักษณะของข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้

2. พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีทักษะการวัด เช่น การเลือกใช้เครื่องมือได้ เหมาะสมกับสิ่งที่วัดบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ การบอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ ถูกต้อง การทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุนหภูมิ ปริมาตร ได้ถูกต้อง การระบุหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัด และค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความเป็นจริงเป็นต้น

3. พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีทักษะในการจำแนกประเภท เช่น การเรียงลำดับ หรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ การเรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ เกณฑ์ของตนเองได้ การบอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้เป็นต้น

4. พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส กับสเปสและสเปสกับเวลา เช่น การขึ้นารูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้การวาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ การบอกชื่อรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้ การบอก ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับ 3 มิติได้ การบอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุได้ การบอกได้ว่าวัตถุ หนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของวัตถุหนึ่ง การบอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และ

ภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นชายหรือขาของกันและกันได้ การบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ การบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้ เป็นต้น

5. พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีทักษะในการคำนวณ เช่น การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง การบอกวิธีคิดคำนวณ การแสดงวิธีคิดคำนวณได้ การบอกวิธีการหาและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ เป็นต้น

6. พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะในการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล เช่น การเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้ การบอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้ การบอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้การเสนอข้อมูลได้ การออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย การบรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่กะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การบรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่ง สถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การวิจารณ์ในเชิงสร้างสรรค์เพื่อประเมินค่า

7. พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะในการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เช่น การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย เป็นต้น

8. พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะในการพยากรณ์ เช่น การทำนายผลดีที่เกิดขึ้นจากข้อมูล ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ การทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในและภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้ เป็นต้น

ประสาท เนืองเฉลิม (2558, น.79) ได้ระบุว่าความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้อวัยวะรับสัมผัสต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส โดยการมองเห็นได้ยิน ดมกลิ่น รับรส และสัมผัส หรือวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความรู้สึกนึกคิดหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตลงไปบนข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจำแนกลักษณะของข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมได้ 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลลักษณะ เชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการ

กะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งที่ศึกษาความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

1.1 ชี้บ่งและบรรยายลักษณะเชิงคุณภาพโดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุโดยการกะประมาณได้

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือวัดเพื่อหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

2.4 วัดปริมาณต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก ได้อย่างถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขจากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษานั้นเป็นเกณฑ์ซึ่งอาจเป็น ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำลังศึกษาความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาสเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปสเปสของวัตถุมีลักษณะเป็นสามมิติ ได้แก่ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ การแสดงทิศทางหรือตำแหน่งของวัตถุในเวลาต่าง ๆ กันความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติ

- 4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้
- 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ ได้แก่
- 4.4.1 ระบुरुปร่าง 3 มิติที่เห็นจากการหมุนรูป 2 มิติ
- 4.4.2 เมื่อเห็นเงารูป มิติสามารถบอกรูปทรง 3 มิติของวัตถุต้นกำเนิดของเงาได้
- 4.4.3 เมื่อเห็นวัตถุรูปทรง 3 มิติสามารถบอกเงา 2 มิติที่จะเกิดขึ้นได้
- 4.4.4 บอกรูปร่างตัด 2 มิติที่เกิดขึ้นจากตัดวัตถุรูปทรง 3 มิติออกเป็น 2 ส่วนได้
- 4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุใด ๆ ได้
- 4.6 บอกทิศทางที่สัมพันธ์ระหว่างวัตถุหนึ่งกับวัตถุอื่นได้
- 4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้
- 4.7.1 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 4.7.2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้
5. การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณการ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุหรือเหตุการณ์และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรือวิธีการคำนวณอื่น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
- 5.1 สามารถนับจำนวนสิ่งของหรือเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้องและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- 5.2 บอกวิธีคำนวณคิดคำนวณได้อย่างถูกต้องและแสดงวิธีคำนวณได้
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ เช่น การหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ ที่สามารถแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้น ได้ดีขึ้นโดยอาจแสดงในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ การเขียน และการบรรยายความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
- 6.1 เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบนำเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใด ๆ ด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิมช่วยในการแสดงความคิดเห็นนั้น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม

8. การทำนายหรือการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปผลลัพธ์หรือคำตอบล่วงหน้าก่อนทดลอง โดยอาศัยหลักฐานจากข้อมูล ข้อเท็จจริงหรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ กัน หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วการพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลที่สามารถแสดงเป็นตารางหรือกราฟได้ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่ศึกษา และการพยากรณ์ภายนอกของข้อมูลที่ศึกษาความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

8.1 การพยากรณ์ทั่วไปทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น.16) ได้ระบุว่าความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. การสังเกต คือ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ได้แก่

1.1 บ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด คือ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ได้แก่

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง
 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

3. การจำแนกประเภท คือ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ได้แก่

- 3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา คือ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ได้แก่

- 4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ จากวัตถุรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ
- 4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
- 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้
- 4.5 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีวัตถุหนึ่งได้
- 4.6 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพประกอบปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวา ของกันและกันได้
- 4.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ คือ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ได้แก่

- 5.1 การนับ ได้แก่
 - 5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
 - 5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
 - 5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- 5.2 การคำนวณ (บวกลบคูณหาร) ได้แก่
 - 5.2.1 บอกวิธีคำนวณได้คิดคำนวณได้ถูกต้อง

5.2.2 แสดงวิธีคำนวณได้

5.3 การหาค่าเฉลี่ย

5.3.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.3.2 หาค่าเฉลี่ย

5.3.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดทำข้อมูลและสื่อความหมาย คือ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ได้แก่

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูล

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้น

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล คือ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ได้แก่ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ คือ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ได้แก่

8.1 การพยากรณ์ทั่วไปทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ-ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลจะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. ทักษะการสังเกต คือ การใช้อวัยวะรับสัมผัสต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส โดยการมองเห็น ได้ยิน ดมกลิ่น รับรส และสัมผัส หรือวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความรู้สึกนึกคิดหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตลงไปบนข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจำแนก

2. ทักษะการวัด คือ การเลือกและใช้เครื่องมือวัดเพื่อหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

3. ทักษะการจำแนกประเภท คือ การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษานั้นเป็นเกณฑ์ซึ่งอาจเป็น ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำลังศึกษาความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาสเปสของวัตถุ คือ ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปสเปสของวัตถุมีลักษณะเป็นสามมิติ ได้แก่ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ การแสดงทิศทางหรือตำแหน่งของวัตถุในเวลาต่าง ๆ กันความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

5. ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณการ คือ การนับจำนวนของวัตถุหรือเหตุการณ์และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรือวิธีการคำนวณอื่น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ เช่น การหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ ที่สามารถแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้น ได้ดีขึ้นโดยอาจแสดงในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ การเขียน และการบรรยายความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คือ การเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิมช่วยในการแสดงความคิดเห็นนั้น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม

8. ทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์ คือ การสรุปผลลัพธ์หรือคำตอบล่วงหน้า ก่อนทดลอง โดยอาศัยหลักฐานจากข้อมูล ข้อเท็จจริงหรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ กัน หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว

ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปีณวัฒน์ อินทร์เจริญ (2559, น.40) ได้ให้ความหมายของลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพนั้นต้องมีลักษณะดังนี้

การสร้างสถานการณ์

1. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นสถานการณ์สมมติหรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน
2. ใช้คำพูดที่เข้าใจง่ายศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนรู้มาแล้ว
3. สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล
4. ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัดต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด
5. สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้นกะทัดรัดอ่านเข้าใจง่ายแต่ละสถานการณ์ควรใช้ถามได้มากกว่า 1 ข้อเพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินไปจนเกิดความจำป็น
6. การสร้างคำถามคำถามที่ให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาควรมีคุณสมบัติ

6.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ถามในเรื่องที่เป็นความรู้ความจำ

6.2 ไม่ถามถึงปัญหาหรือสมมติฐานที่เคยอภิปรายหรือสรุปกันมาแล้วเพราะจะกลายเป็นความจำทั้งๆที่คำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6.3 ข้อความที่ให้ตอบแต่ละคำถามควรเป็นตอนละเรื่องและกำหนดคะแนนให้เหมาะสมถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูกและให้ 0 ถ้าตอบผิด

อนุพร ทิพย์สิงห์ (2559, น.70) ได้ให้ความหมายของลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพนั้นต้องมีลักษณะดังนี้

1. มีความตรง เครื่องมือที่วัดมีความตรงหมายถึงเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการซึ่งแบ่งได้ดังนี้

1.1 ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึงความสอดคล้องกันระหว่างเนื้อหาที่ใช้ถามในชุดของเครื่องมือเก็บข้อมูลกับประชาชนหรือโดเมนของเนื้อหาการวัด เช่นถ้าจะประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการชั่งตวงวัดข้อคำถามก็ควรจะเป็นเรื่องการชั่งตวงวัดจึงจะถือว่าเครื่องมือมีความตรงตามเนื้อหาถ้าข้อคำถามไปถามเกี่ยวกับเรื่องเวลาถือว่าไม่ตรงตามเนื้อหา

1.2 ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึงความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามในชุดของเครื่องมือเก็บข้อมูลกับโครงสร้างทางทฤษฎีที่ใช้วัดซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น โครงสร้างทางทฤษฎีที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์เช่นความถนัดความสนใจสติปัญญาและบุคลิกภาพ เป็นต้น

1.3 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) เป็นการแสดงความสัมพันธ์กันระหว่างข้อคำถามในชุดเครื่องมือเก็บข้อมูลกับเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งที่กำหนดขึ้นมาซึ่งแสดงได้ 2 ชนิดคือความตรงเชิงสภาพและความตรงเชิงพยากรณ์

1.3.1 ความตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้มา กับสภาพที่เป็นจริงของผู้ให้ข้อมูลในขณะนั้นเช่นผลการตอบข้อคำถามกับสภาพของผู้สอบในขณะที่สอบถ้านักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงได้คะแนนสูงจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ในขณะที่เดียวกันนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ก็จะได้คะแนนต่ำจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ด้วยถ้าเป็นเช่นนี้แสดงว่าแบบทดสอบคณิตศาสตร์มีความตรงเชิงสภาพสูง

1.3.2 ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบข้อคำถามกับสภาพการณ์บางอย่างที่ใช้เป็นเกณฑ์ในอนาคตเช่นถ้าเครื่องมือวัดบุคลิกภาพระบุว่าผู้ถูกวัดมีบุคลิกภาพเป็นประชาธิปไตยเมื่อเขาออกจากโรงเรียนไปอยู่ในสังคมและได้ปฏิบัติตัวเป็นสมาชิกที่ดีของสังคมมีวิถีชีวิตเป็นประชาธิปไตยกับนักเรียนคนหนึ่งซึ่งถูกวัดด้วยแบบวัดบุคลิกภาพชุดเดียวกันแต่ผลการวัดและพฤติกรรมหลังจากจบการศึกษาไปแล้วมีลักษณะตรงกันข้ามกับคนแรกแสดงว่าเครื่องมือชุดนี้มีความตรงเชิงพยากรณ์

2. มีความเที่ยง เป็นดัชนีแสดงความคงเส้นคงว่าของคะแนนหรือข้อมูลเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลไม่ว่าจะกี่ครั้งก็ตามแล้วก็ได้ผลเหมือนเดิมแสดงว่าเครื่องมือที่มีความเที่ยงสูงเครื่องมือที่มีความตรงมักมีความเที่ยงแต่เครื่องมือที่มีความเที่ยงอาจไม่มีความตรงก็ได้

3. มีอำนาจจำแนก เครื่องมือที่ดีต้องสามารถจำแนกสิ่งที่ถูกวัดออกจากกันได้ตามสภาพเช่นสามารถแยกคนเก่งออกจากคนที่ไม่เก่งแยกผู้ที่มีความสนใจออกจากผู้ไม่มีความสนใจหรือแยกผู้ที่มีความถนัดออกจากผู้ไม่มีความถนัดเป็นต้นเครื่องมือที่ไม่สามารถจำแนกสิ่งที่ถูกวัดที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันออกจากกันได้แสดงว่าเครื่องมือดังกล่าวมีอำนาจจำแนกต่าง

4. ความเป็นปรนัย คือ เครื่องมือที่มีความชัดเจนในเรื่องของคำชี้แจงว่าจะตอบอย่างไรชัดเจนในการตรวจให้คะแนนชัดเจนในเรื่องของการแปลผลของคะแนนซึ่งถ้าเครื่องมือมีความเป็นปรนัยสูงไม่ว่าใครก็ตามที่อ่านคำชี้แจงก็จะเข้าใจตรงกันมาตรวจให้คะแนนก็ได้คะแนนเท่ากันหรือมาแปลผลของคะแนนก็จะแปลผลได้เหมือนกัน

5. มีความยากพอเหมาะ เครื่องมือที่มีความยากมากคือเครื่องมือที่ผู้ตอบส่วนใหญ่ตอบไม่ค่อยได้ส่วนเครื่องมือที่ผู้ตอบส่วนใหญ่ตอบถูกจะเป็นเครื่องมือที่ง่ายเครื่องมือที่ยากหรือง่ายเกินไปจะไม่สามารถจำแนกผู้ตอบออกจากกันได้เครื่องมือที่ดีต้องมีความยากปานกลาง

6. มีความช่วยเหลือ คือ ต้องมีความช่วยเหลือเราใจ น่าตอบหากเป็นแบบทดสอบต้องมีการเรียงข้อที่ง่ายไปหายากตัวอักษรไม่เล็กเกินไปข้อความกะทัดรัดได้ใจความและมีข้อความไม่มากเกินไปจนน่าเบื่อต้องสามารถตอบได้ว่าผู้ที่ถูกวัดนั้นมีความสนใจมากน้อยหรือมีเจตคติดีหรือไม่ดีเพียงไร

7. มีความลึก คือการค้นหาเพื่อพัฒนาสมรรถภาพของมนุษย์ดังนั้นเครื่องมือที่ดีต้องสามารถค้นหาสิ่งที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ของการวัดเช่นเครื่องมือวัดความสนใจเครื่องมือวัดเจตคติต้องสามารถตอบได้ว่าผู้ที่ถูกวัดนั้นมีความสนใจมากน้อยหรือมีเจตคติดีหรือไม่ดีเพียงไร

8. มีความยุติธรรม เครื่องมือที่ดีต้องไม่ลำเอียงผู้ตอบแบบทดสอบหรือผู้ให้ข้อมูลต้องไม่ได้เปรียบเสียเปรียบกันอันเนื่องมาจากสภาพหรือบริบทที่เปลี่ยนแปลงไปเช่นเพศวัยสภาพสังคมและวัฒนธรรมเป็นต้นเครื่องมือที่ดีต้องไม่ลำเอียงให้ผู้ชายหรือผู้หญิงวัยรุ่นหรือผู้ใหญ่ในเมืองหรือนอกเมืองได้คะแนนดีกว่ากันอันเนื่องมาจากเพศวัยสภาพสังคมและวัฒนธรรมดังกล่าว

9. มีประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ดีต้องสามารถใช้เก็บข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการมีความเที่ยงสูงสามารถนำไปใช้ได้สะดวกไม่ยุ่งยากเป็นภาระมากต่อผู้นำไปใช้และผู้ที่จะให้ข้อมูลหรือผู้ตอบโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำใช้แรงงานและเวลาน้อยที่สุด

ปราณี โดษะบุตร (2557, น.39) ได้ให้ความหมายของลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพนั้นต้องมีลักษณะดังนี้

1. มีความตรง (Validity) สามารถแบ่งออกเป็นความตรงเชิงเนื้อหาความตรงเชิงโครงสร้างและความตรงเชิงพยากรณ์ในการทำการวิจัยได้ใช้วิธีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาที่

ต้องมีค่าตั้งแต่ 50 ขึ้นไปจึงจะแสดงว่าข้อสอบวัดหรือแบบวัดเป็นตัวแทนของจุดประสงค์ของวิชาการหรือแบบวัดนั้น

2. มีความเที่ยง (Reliability) ความเที่ยงของแบบวัดที่มีคุณภาพดีต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง + 1 โดยความเที่ยงที่มีค่าใกล้ + 1 มากจัดเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพสูงในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยคำนวณจากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความคงเส้นคงวภายใน (coefficient of internal consistency) ด้วยวิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน KR-20 (Kuder-Richardson) ที่ความเที่ยงหรือความเชื่อมั่นตั้งแต่ 80 ขึ้นไป

3. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะที่สามารถบอกถึงความแตกต่างของความสามารถของผู้เรียนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะได้อย่างชัดเจนโดยผู้ที่มีความสามารถในระดับสูงควรทำข้อสอบถูกและผู้ที่มีความสามารถในระดับต่ำควรทำข้อสอบผิดซึ่งหาได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 20 ขึ้นไป

4. ความเป็นปรนัย (Objectivity)

5. มีความยากพอเหมาะ (Difficulty) ความยากของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะที่ได้จากสัดส่วนของผู้ที่ทำแบบทดสอบข้อนั้นถูกต้องในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 ขึ้นไป

6. มีความขั้วยุ (Exemplary)

7. มีความลึก (Searching)

8. มีความยุติธรรม (Fairness)

9. มีประสิทธิภาพ (Efficiency)

10. มีความสามารถในการนำไปใช้ได้ (Ability)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะดังนี้

1. มีความเที่ยงตรง เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลไม่ว่าจะกี่ครั้งก็ตามแล้วก็ได้ผลเหมือนเดิม และสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

2. มีอำนาจจำแนก เครื่องมือที่ดีต้องสามารถจำแนกสิ่งที่ถูกวัดออกจากกันได้ตามสภาพ เช่น สามารถแยกคนเก่งออกจากคนที่ไม่เก่ง แยกผู้ที่มีความสนใจออกจากผู้ที่ไม่มีความสนใจ หรือแยกผู้ที่มีความถนัดออกจากผู้ที่ไม่มีความถนัดได้

3. มีความเป็นปรนัย เครื่องมือที่มีความชัดเจนในเรื่องของคำชี้แจงว่าจะตอบอย่างไร ชัดเจนในการตรวจให้คะแนน ชัดเจนในเรื่องของการแปลผลของคะแนน

4. มีความยากพอเหมาะ เครื่องมือที่มีความยากมาก คือ เครื่องมือที่ผู้ตอบส่วนใหญ่ตอบไม่ค่อยได้ ส่วนเครื่องมือที่ผู้ตอบส่วนใหญ่ตอบถูกจะเป็นเครื่องมือที่ง่าย เครื่องมือที่ยากหรือง่ายเกินไปจะไม่สามารถจำแนกผู้ตอบออกจากกันได้ เครื่องมือที่ดีต้องมีความยากปานกลาง

5. มีความช่วยเหลือ ต้องมีความช่วยเหลือที่น่าตอบหากเป็นแบบทดสอบต้องมีการเรียงข้อที่ง่ายไปหายาก ตัวอักษรไม่เล็กเกินไป ข้อความกะทัดรัด ได้ใจความและมีข้อความไม่มากเกินไปจนเกินไปจนน่าเบื่อ

6. มีความลึก การค้นหาเพื่อพัฒนาสมรรถภาพของมนุษย์ ดังนั้นเครื่องมือที่ดีต้องสามารถค้นหาสิ่งที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ของการวัด

7. มีความยุติธรรม เครื่องมือที่ดีต้องไม่ลำเอียงผู้ตอบแบบทดสอบ หรือผู้ให้ข้อมูล ต้องไม่ได้เปรียบเสียเปรียบกัน อันเนื่องมาจากสภาพหรือบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น เพศ วัย สภาพสังคม และวัฒนธรรม เป็นต้น

8. มีประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ดีต้องสามารถใช้เก็บข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ มีความเที่ยงสูง สามารถนำไปใช้ได้สะดวกไม่ยุ่งยาก

ในการวิจัยครั้งนี้ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยนักเรียนสามารถมีทักษะดังนี้

1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา 5) ทักษะการคำนวณ 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์

ความพึงพอใจ

ความหมายของความพึงพอใจ

สิริวรรณ รอดเจริญ (2560, น.56) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์กันทางบวกทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติทำให้นักเรียนได้รับการตอบสนองความต้องการด้านร่างกายและจิตใจซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของชีวิตมากขึ้นเพียงใดนั่นคือสิ่งที่ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการส่งเสริมความพึงพอใจในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

รินทร์วดี นาคเจียม (2559, น.24) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความสบายใจ ความสุข ความชอบ ต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการรวมทั้งส่งผลถึงความสำเร็จแนวคิณฑฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

พัชรวิรินทร์ เกลียงนวล (2556, น.68) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า หมายถึง ความรู้สึกการแสดงออกทางอารมณ์ความสนใจมองเห็นความสำคัญและทัศนคติของบุคคลอันเนื่องมาจากสิ่งเร้าและแรงจูงใจการแสดงออกในลักษณะของความชอบและความพอใจ

เอกราช รักเมือง (2554, น.49) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ คือ เรื่องที่เกี่ยวข้องกับด้านอารมณ์ความรู้สึกและทัศนคติของบุคคลเนื่องจากสิ่งเร้าและแรงจูงใจซึ่งแสดงออกทางด้านพฤติกรรมและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำกิจกรรมต่างๆของบุคลากร และบุคคลจะเกิดความพึงพอใจจะต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างมากระตุ้นให้เกิดความรักหรือมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้นๆบุคคลจะเกิดความพึงพอใจนั้นจะต้องมีการจูงใจให้เกิดขึ้นจากความหมายของความพึงพอใจข้างต้น สรุปได้ว่าความพึงพอใจหมายถึงการที่นักเรียนแสดงออกถึงความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ ดี ไม่ดี ในการเรียนโดยใช้กิจกรรมบทบาทสมมติโดยการตอบแบบสอบถาม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ จากความนึกคิดหรือความคิดเห็นของแต่ละบุคคลที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยทำแบบสอบถาม 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านครูผู้สอน ด้านการวัดและประเมินผล

ทฤษฎีความพึงพอใจ

Kotler and Armstrong (2001) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีความพึงพอใจ คือ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นต้องมีสิ่งจูงใจ (Motive) หรือแรงขับเคลื่อน (Drive) เป็นความต้องการที่กดดันจนมากพอที่จะจูงใจให้บุคคลเกิดพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง ซึ่งความต้องการของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ความต้องการบางอย่างเป็นความต้องการทางชีววิทยา (Biological) เกิดขึ้นจากสภาวะตึงเครียด เช่น ความหิวกระหาย หรือความลำบากบางอย่าง เป็นความต้องการทางจิตวิทยา (Psychological) เกิดจากความต้องการการยอมรับ (Recognition) การยกย่อง (Esteem) หรือการเป็นเจ้าของทรัพย์สิน (Belonging) ความต้องการส่วนใหญ่อาจไม่มากพอที่จะจูงใจให้บุคคลกระทำในช่วงเวลานั้น ความต้องการกลายเป็นสิ่งจูงใจ เมื่อได้รับการกระตุ้นเพียงพอจนเกิดความตึงเครียด โดยทฤษฎีที่ได้รับนิยามมากที่สุดมี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของอับราฮัม มาสโลว์ และทฤษฎีของซิกมันด์ ฟรอยด์

1. ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's theory motivation) อับราฮัม มาสโลว์ (A. H. Maslow) ค้นหาวิธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดัน โดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมากเพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเองแต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้น เพื่อให้ได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น คำตอบของมาสโลว์ คือความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กดดันมากที่สุด ไปถึงน้อยที่สุด ทฤษฎีของมาสโลว์ได้จัดลำดับความต้องการตามความสำคัญ คือ

1.1 ความต้องการทางกาย (Physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน คือ อาหาร ที่พัก อากาศ ยารักษาโรค

1.2 ความต้องการความปลอดภัย (Safety needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่า ความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย

1.3 ความต้องการทางสังคม (Social needs) เป็นความต้องการการยอมรับจากเพื่อน

1.4 ความต้องการการยกย่อง (Esteem needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัวความนับถือและสถานะทางสังคม

1.5 ความต้องการให้คนประสบความสำเร็จ (Self-actualization needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จบุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อนเมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็จะหมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป ตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชั้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม้แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

2. ทฤษฎีแรงจูงใจของฟรอยด์ ซิกมันด์ ฟรอยด์ (S. M. Freud) ตั้งสมมุติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวมากกว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม ฟรอยด์พบว่าบุคคลเพิ่มและควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่างสิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝัน พุดคำที่ไม่ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผลและมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกกังวลอย่างมาก

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทฤษฎีความพึงพอใจ แบ่งออกเป็น 2 ทฤษฎี คือ 1) ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ 2) ทฤษฎีแรงจูงใจของฟรอยด์ โดยทั้ง 2 ทฤษฎีเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับพฤติกรรมความต้องการด้านต่าง ๆ เช่น ความต้องการทางกาย ความต้องการความปลอดภัย ความต้องการทางสังคม

ความต้องการการยกย่อง และความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

การวัดและการประเมินผลความพึงพอใจ

พิชิต ฤทธิจรูญ (2555, น.148) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดและการประเมินผลความพึงพอใจสรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งแบบวัดความลักษณะข้อความที่ถาม ได้แก่

1.1 แบบสำรวจปรนัย เป็นแบบวัดที่มีคำถามและคำตอบให้เลือกตอบ โดยผู้ที่ตอบต้องตอบตามที่ตนเองมีความคิดเห็น และมีความรู้สึกที่เป็นจริง ข้อมูลที่ได้สามารถวิเคราะห์ด้วยเชิงปริมาณ

1.2 แบบสำรวจเชิงพรรณนา เป็นแบบสอบถามที่ผู้ตอบตอบ ด้วยคำพูดและข้อเขียนของตนเอง เป็นแบบสัมภาษณ์หรือคำถามปลายเปิดให้ผู้ตอบ ตอบ ได้อิสระข้อมูลที่ได้เป็นไปในลักษณะเชิงคุณภาพ

2. การแบ่งแบบวัดความพึงพอใจตามคุณลักษณะของงาน ได้แก่

2.1 แบบวัดความพึงพอใจในงานทั่วไป เป็นแบบวัดที่วัดความพึงพอใจของบุคคลที่มีความสุขอยู่กับงานโดยส่วนรวม

2.2 แบบวัดความพึงพอใจเฉพาะเกี่ยวกับงาน ลักษณะของแบบวัดที่วัดความพึงพอใจในงานแต่ละด้าน มิตรสัมพันธ์ผู้บังคับบัญชาและความก้าวหน้า

กวีชา เนาวประทีป (2553, น.7) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดและการประเมินผลความพึงพอใจเกิดจากการประเมินความแตกต่างระหว่างสิ่งที่คาดหวังกับสิ่งที่ได้รับ โดยการวัดความพึงพอใจเป็นการวัดทัศนคติหรือความรู้สึกของบุคคลสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจ โดยให้กลุ่มที่ต้องการศึกษากรอกความคิดเห็นของตนในแบบสอบถามที่ออกแบบมาเพื่อวัดความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ โดยคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของแบบสอบถามและผู้ศึกษาต้องมีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบของแบบสอบถามเพื่อให้ข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วนและตรงกับวัตถุประสงค์

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรงโดยผู้ศึกษาต้องมีการสัมภาษณ์และพูดคุยกับกลุ่มที่ต้องการศึกษาโดยตรงการวัดความพึงพอใจแบบสัมภาษณ์ต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงได้ข้อมูลที่เป็นจริง

3. การสังเกตพฤติกรรม เป็นวิธีวัดความพึงพอใจโดยใช้การสังเกตพฤติกรรมของกลุ่มที่ต้องการศึกษาการวัดความพึงพอใจในลักษณะนี้ต้องอาศัยเวลาค่อนข้างมากและต้องสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

กาญจนา วัฒนา (2548, น.90) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดและการประเมินผลความพึงพอใจใช้เครื่องมือแบบสอบถามความพึงพอใจหรือระดับการปฏิบัติของนักเรียนที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (rating Scale) อาจมี 5 ระดับ 4 ระดับ 3 ระดับ การแปลความหมายแบบสอบถามความพึงพอใจหรือระดับการปฏิบัติของนักเรียนที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายชื่อเป็นดังนี้

1. ค่าระดับความพึงพอใจ

ระดับพึงพอใจมากที่สุด	ให้ค่าคะแนน	5
ระดับพึงพอใจมาก	ให้ค่าคะแนน	4
ระดับพึงพอใจปานกลาง	ให้ค่าคะแนน	3
ระดับพึงพอใจน้อย	ให้ค่าคะแนน	2
ระดับพึงพอใจน้อยที่สุด	ให้ค่าคะแนน	1

2. ค่าเฉลี่ย บอกถึงระดับความพึงพอใจของผู้ตอบว่าอยู่ในระดับใด โดยให้เกณฑ์ระดับความพึงพอใจดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00	หมายความว่า	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49	หมายความว่า	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49	หมายความว่า	พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49	หมายความว่า	พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49	หมายความว่า	พึงพอใจน้อยที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจเกิดจากการประเมินความแตกต่างระหว่างสิ่งที่คาดหวังกับสิ่งที่ได้รับ โดยการวัดความพึงพอใจเป็นการวัดทัศนคติหรือความรู้สึกของบุคคลสามารถวัดได้โดยกรอกความคิดเห็นของตนในแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสังเกตพฤติกรรม

การวัดความพึงพอใจโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้วัดความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามเป็นวิธีการวัดความพึงพอใจ กำหนดรูปแบบเป็นแบบสอบถามแบบประมาณค่ามี 5 ระดับ และนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบสอบถามมาแปลความหมายเป็นระดับโดยเปรียบเทียบเกณฑ์แปลความหมายดังนี้

1. ค่าระดับความพึงพอใจ

ระดับพึงพอใจมากที่สุด	ให้ค่าคะแนน	5
ระดับพึงพอใจมาก	ให้ค่าคะแนน	4
ระดับพึงพอใจปานกลาง	ให้ค่าคะแนน	3
ระดับพึงพอใจน้อย	ให้ค่าคะแนน	2
ระดับพึงพอใจน้อยที่สุด	ให้ค่าคะแนน	1

2. ค่าเฉลี่ย บอกถึงระดับความพึงพอใจของผู้ตอบว่าอยู่ในระดับใด โดยให้เกณฑ์ระดับความพึงพอใจดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00	หมายความว่า	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49	หมายความว่า	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49	หมายความว่า	พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49	หมายความว่า	พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49	หมายความว่า	พึงพอใจน้อยที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

รสสุคนธ์ อินทฤาฎุร สวัสดิ์วงศ์ชัย (2562) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์เรื่องแรงและความดันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 78.97/79.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์อยู่ในระดับมากที่สุด

สุริยนต์ คุนารักษ์ (2561) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.58/78.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด

ช่อทิพย์ มาร์ตนะ (2560) ได้ศึกษา เรื่อง การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ วัสดุและสมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 14.31 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 3.28 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 22.54 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 2.03 มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 8.15 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.68 และหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) คุณภาพชิ้นงาน หน่วยการเรียนรู้ วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 16.21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.45 คุณภาพของชิ้นงานอยู่ในระดับดีมาก

พรสวรรค์ สองแคว และอังคณา อ่อนธานี (2560) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ฐรรักษ์ ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า มีประสิทธิภาพ 79.21/76.30 ผลการเรียนรู้ระหว่างการเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนตอบและถามคำถามโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมอธิบายผลการทดลองและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการนำความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยีมาช่วยในกระบวนการสร้างชิ้นงาน ตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม นักเรียนมีคะแนนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีผลการประเมินกระบวนการสร้างชิ้นงานจากหน่วยการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับดี

อาทิตยา ภูมิกอนสาร (2560) ได้ศึกษา เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ผลการศึกษาพบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ขึ้นชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E_1 , E_2) มีค่าเท่ากับ 77.37/76.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการ

เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องเสียงกับการได้ยินมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .053) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง และการได้ยินของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยของชิ้นงานอยู่ที่ 22.44 คะแนน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

งานวิจัยในต่างประเทศ

Alicia Cotabish, et al. (2013) ได้ศึกษา เรื่อง การศึกษาผลกระทบจากการสอนโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ไม่ว่าจะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษหรือนักเรียนธรรมดา ต่างมีคะแนนทั้ง 3 ด้านสูงขึ้นเมื่อใช้การสอนแบบสะเต็มศึกษา

Ceylan and Ozdilek (2015) ได้ศึกษา เรื่อง ผลการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์โดยได้นำแนวคิดสะเต็มศึกษารวมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

Pawson (2012) ได้ศึกษา เรื่อง การวิเคราะห์เปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนการสอนในรูปแบบที่ใช้สะเต็มศึกษา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสะเต็มมีความสนใจในบทเรียนในขณะเดียวกันนักเรียนที่ไม่ใช้การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นมีความสนใจระหว่างการเรียนรู้บ้าง เนื่องจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานักเรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงผลการเรียนรู้ขณะนั้นเลยจึงทำให้นักเรียนสนใจในบทเรียน

กล่าวโดยสรุปจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไว้ด้วยกัน นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ลงมือปฏิบัติจริง ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กระตือรือร้น รู้สึกสนุก และพึงพอใจในการทำกิจกรรม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษา เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากร
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก สำนักงานเขตบางคอแหลม สังกัดกรุงเทพมหานคร มีทั้งหมด 1 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 10 คน เป็นนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 3 ชนิด ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผน โดยดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนวัดบางโคล่นอก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ศึกษาคู่มือครูการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)

3. ศึกษาค้นคว้าเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทฤษฎี หลักการ และแนวคิดที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

4. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวนทั้งหมด 2 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระจกพลาตูด่างแสนสวย และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เกล็ดออปเตอร์กระดาษ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีเวลาเรียนแผนละ 10 ชั่วโมง รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง

ตารางที่ 5 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่อง กระจกพลาตูด่างแสนสวย

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
1	กระจกพลาตูด่างแสนสวย	10 ชั่วโมง	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการจำแนกประเภท 4. ทักษะการคำนวณ 5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 7. ทักษะการพยากรณ์

ตารางที่ 6 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
พื้นฐาน เรื่อง เกล็ดคอมพิวเตอร์กระดาศ

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น พื้นฐาน
2	เเกล็ดคอมพิวเตอร์กระดาศ	10 ชั่วโมง	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการจำแนกประเภท 4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 5. ทักษะการคำนวณ 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8. ทักษะการพยากรณ์

โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมี 6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้อง และความเป็นไปได้ ระหว่างการกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนการสอน สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญเป็น +1, 0 หรือ -1 ดังนี้ (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ, 2552, น.67)

+1 = สอดคล้อง

0 = ไม่แน่ใจ

-1 = ไม่สอดคล้อง

โดยผู้วิจัยจะตัดค่า IOC ที่มีค่าเท่ากับ 0.67 ขึ้นไปตามเกณฑ์ (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ 2552, น.68) โดย แผนการจัดการเรียนรู้มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดไทร สำนักงานเขตบางคอแหลม กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

8. ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหามากยิ่งขึ้น และนำไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ผู้วิจัยได้จัดทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี หลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อพิจารณาหาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือตัวชี้วัดกับข้อคำถามที่สร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์การประเมินการหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) กรณีแบบทดสอบ ดัชนีนี้ เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Item – Objective Congruence Index : IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญเป็น +1 , 0 หรือ -1 ดังนี้ (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ, 2552, น. 67)

+1 = สอดคล้อง

0 = ไม่แน่ใจ

-1 = ไม่สอดคล้อง

การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ จะมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ 2552, น.68) โดยผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จำนวน 40 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดไทร สำนักงานเขตบางคอแหลม กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เพื่อหาค่าความยาก (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบนั้นควรมีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และหาค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ 2552, น.80) ผลการวิเคราะห์ข้อสอบพบว่า ข้อสอบที่มีคุณภาพมีจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.43 – 0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.27 - 0.53 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

6. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่ตรวจสอบแล้ว จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก ที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดประเด็นเนื้อหาให้สอดคล้องกับวิธีการสอนแบบสะเต็มศึกษา
3. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 15 ข้อ โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามในรูปของข้อความและตัวเลือก ผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถามเป็นข้อความทางบวกแบบสอบถามมีทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระ ด้านครูผู้สอน ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผล มีการกำหนดน้ำหนักคะแนนดังนี้

5	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

โดยมีเกณฑ์แปลความหมายความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00	หมายความว่า	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49	หมายความว่า	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49	หมายความว่า	พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49	หมายความว่า	พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49	หมายความว่า	พึงพอใจน้อยที่สุด

4. นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญเป็น +1, 0 หรือ -1 ดังนี้ (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ, 2552, น. 67)

+1 = สอดคล้อง

0 = ไม่แน่ใจ

-1 = ไม่สอดคล้อง

การพิจารณาคัดเลือกแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีคุณภาพ จะมีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ 2552, น. 68) โดยผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

6. นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 15 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดไทร สำนักงานเขตบางคอแหลม กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจ พบว่า แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีคุณภาพมีจำนวนทั้งหมด 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74

7. นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผ่านการหาประสิทธิภาพแล้ว จำนวน 15 ข้อ ไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก

การทดลองใช้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือและส่งถึงผู้อำนวยการสถานศึกษา โรงเรียนวัดไทร สำนักงานเขตบางคอแหลม จังหวัดกรุงเทพมหานคร เพื่อขออนุญาตดำเนินการทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบแผนที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียน (One –Group Pretest –Posttest Design) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555, น.186-188) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แบบแผนการทดลอง

การทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	การทดสอบหลังเรียน
T ₁	X	T ₂

T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน

X แทน การทดลอง

T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน

2. การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการตามแบบการทดลอง ดังนี้

2.1 ทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

2.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 แผน ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระจกพลูค่าางแสนสวย และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เฮลิคอปเตอร์กระดาษ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีเวลาเรียนแผนละ 10 ชั่วโมง รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง

2.3 ทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

2.4 นำผลการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มาเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

2.5 ประเมินความพึงพอใจ จากแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และแบบสอบถามความพึงพอใจ (Index of item Objective Congruence : IOC) (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ, 2552, น. 67)

1.2 หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ, 2552, น. 75)

1.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ, 2552, น. 77)

1.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยคำนวณจากสูตรคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson : KR20) (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ, 2552, น. 91)

1.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach' s Alpha Coefficient) (สุรวาท ทองบุ และคนอื่นๆ, 2552, น.91)

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean)

2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2.3 หาค่าร้อยละ (Percentage)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลคะแนนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 คน ปรากฏผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน

ทักษะ	คะแนน	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
		\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
1) การสังเกต	4	1.80	0.42	45.00	3.20	0.42	80.00
2) การวัด	4	1.70	0.67	42.50	3.00	0.82	75.00
3) การจำแนกประเภท	4	1.80	0.79	45.00	3.10	0.74	77.50
4) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	2	1.40	0.70	70.00	1.70	0.48	85.00
5) การคำนวณ	4	1.70	0.48	42.50	3.40	0.70	85.00
6) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	4	1.70	0.67	42.50	2.60	0.52	65.00
7) การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	4	1.50	0.53	37.50	2.60	0.52	65.00
8) การพยากรณ์	4	2.20	0.42	55.00	2.50	0.53	62.50
รวม	30	13.80	0.50	46.00	22.10	0.73	73.67

จากตารางที่ 8 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนก่อนเรียน ($\bar{X} = 13.80$, S.D.= 0.50) คิดเป็นร้อยละ 46.00 และคะแนนหลังเรียน ($\bar{X} = 22.10$, S.D.= 0.73) คิดเป็นร้อยละ 73.67 เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะพบว่า นักเรียนมีทักษะการสังเกตมากที่สุด (ร้อยละ 35.00) รองลงมา คือ ทักษะการวัดและทักษะการจำแนกประเภท (ร้อยละ 32.50) และน้อยที่สุด คือ ทักษะการพยากรณ์ (ร้อยละ 7.50) ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 10 คน ปรากฏผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในภาพรวม

ด้านการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหาสาระ	4.53	0.52	มากที่สุด
2. ด้านครูผู้สอน	4.65	0.40	มากที่สุด
3. ด้านการจัดการเรียนการสอน	4.63	0.50	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและประเมินผล	4.73	0.34	มากที่สุด
รวม	4.64	0.44	มากที่สุด

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.44) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.73$, S.D. = 0.34) รองลงมา คือ ด้านครูผู้สอน ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.40) และน้อยที่สุด คือ ด้านเนื้อหาสาระ ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.52) ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านเนื้อหาสาระ

ด้านเนื้อหาสาระ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.50	0.53	มากที่สุด
2. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.60	0.52	มากที่สุด
3. ความรู้ที่ได้รับสามารถเชื่อมโยงกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกในเนื้อหาได้เป็นอย่างดี	4.50	0.53	มากที่สุด
4. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปแก้ปัญหาและเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี	4.50	0.53	มากที่สุด
รวม	4.53	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 10 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านเนื้อหาสาระ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเนื้อหาเหมาะสมกับระดับของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.52) และน้อยที่สุด คือ เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ความรู้ที่ได้รับสามารถเชื่อมโยงกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกในเนื้อหาได้เป็นอย่างดี สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปแก้ปัญหาและเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.53) ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านครูผู้สอน

ด้านครูผู้สอน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนฟังอย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ครูให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการเรียนรู้อย่างทั่วถึง	4.50	0.53	มากที่สุด
3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.52	มากที่สุด
4. ครูใช้คำถามระหว่างการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิดและอยากมีส่วนร่วม	4.50	0.53	มากที่สุด
รวม	4.65	0.40	มากที่สุด

จากตารางที่ 11 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านครูผู้สอน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนฟังอย่างชัดเจนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (\bar{X} = 5.00, S.D. = 0.00) รองลงมา คือ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ (\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.52) และน้อยที่สุด คือ ครูให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการเรียนรู้อย่างทั่วถึง ครูใช้คำถามระหว่างการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิดและอยากมีส่วนร่วม (\bar{X} = 4.50, S.D. = 0.53) ตามลำดับ

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านการจัดการเรียนการสอน

ด้านการจัดการเรียนการสอน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้	4.70	0.48	มากที่สุด
2. การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติจากง่ายไปหายาก	4.70	0.48	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหา ภาษา รูปแบบ ตรงตามความสนใจและความต้องการของนักเรียน	4.50	0.53	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4.60	0.52	มากที่สุด
รวม	4.63	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 12 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านการจัดการเรียนการสอน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติจากง่ายไปหายากมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.48) รองลงมา คือ กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.52) และน้อยที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหา ภาษา รูปแบบ ตรงตามความสนใจและความต้องการของนักเรียน ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.53) ตามลำดับ

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านการวัดและประเมินผล

ด้านการวัดและประเมินผล	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน	4.60	0.52	มากที่สุด
2. มีการเก็บข้อมูลระหว่างการทำงานเพื่อใช้ ประกอบในการวัดผล	4.60	0.52	มากที่สุด
3. นักเรียนทราบผลการประเมินการเรียนรู้ของ ตนเอง	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.73	0.34	มากที่สุด

จากตารางที่ 13 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ด้านการวัดและประเมินผล เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนทราบผลการประเมินการเรียนรู้ของตนเองมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) และน้อยที่สุด คือ วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน มีการเก็บข้อมูลระหว่างการทำงานเพื่อใช้ประกอบในการวัดผล ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.52) ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก สำนักงานเขตบางคอแหลม สังกัดกรุงเทพมหานคร มีทั้งหมด 1 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 10 คน เป็นนักเรียนที่มีความสามารถคล่องแคล่วทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกประชากรแบบเจาะจง เนื่องจากโรงเรียนมีขนาดเล็ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สรุปผลการวิจัย

จากผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการวิจัยไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คะแนนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 46.00 และคะแนนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 73.67 เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะพบว่า นักเรียนมีทักษะการสังเกตมากที่สุด รองลงมา คือ ทักษะการวัดและทักษะการจำแนกประเภท และน้อยที่สุด คือ ทักษะการพยากรณ์ตามลำดับ

2. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านการวัดและประเมินผลมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านครูผู้สอน และน้อยที่สุด คือ ด้านเนื้อหาสาระตามลำดับ

อภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผล ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีลักษณะเน้นผู้เรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทักษะการคิด และทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้างและพัฒนาความคิดค้นสิ่งต่าง ๆ และเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูล เครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหามีความหมาย โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย ขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน จึงทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ คือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา 5) ทักษะการคำนวณ 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรสสุคนธ์ อินทกาญจกร สวัสดิ์วงศ์ชัย (2562) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์เรื่องแรงและความดันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 78.97/79.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรียนต์ คุณารักษ์ (2561) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยจัดการเรียนรู้

แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะ พบว่า นักเรียนมีทักษะการสังเกตมากที่สุด เนื่องจาก 1) นักเรียนบ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุได้ถูกต้อง โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง 2) นักเรียนบรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ถูกต้อง โดยการกะประมาณ และ 3) นักเรียนบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ถูกต้อง รองลงมา คือ ทักษะการวัดและทักษะการจำแนกประเภท เนื่องจาก 1) นักเรียนเลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด 2) นักเรียนบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 3) นักเรียนบอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ 4) นักเรียนทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ 5) นักเรียนเรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ 6) นักเรียนเรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ และ 7) นักเรียนบอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้ และทักษะที่น้อยที่สุด คือ ทักษะการพยากรณ์ เนื่องจาก 1) นักเรียนไม่สามารถการพยากรณ์ทั่วไป ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ 2) นักเรียนไม่สามารถพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น.16)

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านการวัดและประเมินผลมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านครูผู้สอน และน้อยที่สุด คือ ด้านเนื้อหาสาระ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองทั้งด้วยตนเอง นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกกิจกรรม แสดงความคิดเห็น ตอบคำถาม อภิปรายอย่างมีเหตุผล โดยมีครูคอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกพร้อมทั้งคอยกระตุ้นในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อและอุปกรณ์ตลอดจนการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกเกิดความมั่นใจมีความสุข สนุกสนานจากการเรียนรู้ รวมทั้งมีการวัดและประเมินผลควบคู่ไปกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้อยู่เสมอ ใบบางในแต่ละกิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิด วางแผน ออกแบบ แก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา และสร้างชิ้นงานอย่างมีเหตุผล ได้ทราบความก้าวหน้าภูมิใจในผลงานทั้งของตนเองและผลงานของกลุ่มเกิดความพึงพอใจซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุริยนต์ คุณารักษ์ (2561) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านการวัดและประเมินผลมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านครูผู้สอน และน้อยที่สุด คือ ด้านเนื้อหาสาระ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากความพึงพอใจเป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความสบายใจ ความสุข ความชอบ ต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการ รวมทั้งส่งผลถึงความสำเร็จแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของรินทร่วดี นาคเจียม (2559, น.24)

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ 2 ด้าน ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 กำหนดถึงเวลาควรจัดสรรให้เหมาะสมกับกิจกรรม และศักยภาพของนักเรียน เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง

1.2 ขั้ววางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา ที่ต้องบูรณาการความรู้ในการออกแบบทางวิศวกรรม และเทคโนโลยี เพื่อสร้างชิ้นงานขึ้น เป็นขั้นที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนไม่มีความมั่นใจในการปฏิบัติกิจกรรม การออกแบบเลือกวัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน ดังนั้นควรดูแล ให้คำแนะนำในการปฏิบัติกิจกรรม

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ และในระดับชั้นอื่นๆ

2.2 ในการวิจัยครั้งต่อไปควรนำกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับเทคนิคการสอนแบบอื่นๆ เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กฤษดา ชูสินคุณาวุฒิ. (2557). รอบรู้เทคโนโลยีกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมคืออะไร. **วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 42 (190), 40.
- กวิยา เนาวประทีป. (2553). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความพึงพอใจของนักศึกษาโครงการปริญญาโททางการบัญชี คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- กาญจนา วัฒายุ. (2548). **การวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ธนพร.
- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. (2559). **คู่มือการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสะเต็มศึกษา**. ค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2561. จาก <http://old.sci.snru.ac.th/sci/managefiles/file/stem-2559.pdf>
- จรัส อินทลาภาพร และคนอื่นๆ. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. **วารสารวิชาการ Veridian E-Journal**, 8(1), 61.
- ช่อทิพย์ มาร์ตนะ. (2560). **การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ วัสดุและสมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- นลินีย์ อุมูดี. (2559). **ผลของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการอิสลามกับวินยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2558). **การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21**. (ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : พิมพ์ที่บริษัทแอคทีฟ พรินท์ จำกัด.

- ปราณี โตยะบุตร. (2557). การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรีเขต 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.
- ปิ่นฉวีรัตน์ อินทร์เจริญ. (2559). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับผังกราฟิกหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสกลนคร.
- พรสวรรค์ สองแคว และอังคณาอ่อนธานี. (2560). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ฐักรัษัณหินถินแม่ฮ่องสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19(3), 210-224.
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับปกติ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสารคาม.
- พัชรวิรินทร์ เกลี้ยงนวล. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบ Predict-Observe-Explain(POE) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2555). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:เข้าส์ออฟ เฮอร์มีสท์.
- ภัตสร ติดมา. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ระบุร่างกายมนุษย์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มนตรี จุฬาวัดนทล. (2556). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ หรือ “สะเต็ม”. สหาคคมครุวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 41(182), 15-16.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2555). วิธีวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 7) นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- มิณฑกกาญจน์ บุพศิริ. (2552). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์โดยการ
สอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอน
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสกลนคร.
- รสสุคนธ์ อินทฤกษ์ สวัสดิ์วงศ์ชัย. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดย
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงและความดัน ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอน
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- รินทร์วีดี นาคเจียม. (2559). การพัฒนาความสามารถพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขางานภาษาต่างประเทศวิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนชยการ
สุโขทัยกรุงเทพมหานครโดยใช้สถานการณ์จำลอง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนภาษาอังกฤษ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- วณิชสิ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). **เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Educstion (สะเต็มศึกษา).**
(ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). **คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา.** กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษา. (2561). **ผลการประเมินการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้น
พื้นฐาน (O-NET).** ค้นเมื่อวันที่ 9 เมษายน 2561. จาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/School/ReportSchoolBySchool.aspx?mi=2>
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2559). **STEM EDUCATIOM สอนอย่างไรให้เป็น ACTIVE
LEARNING ตามมาตรฐานสากล.** (ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ
(พว.) จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม
วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2556). **สะเต็มศึกษา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2557). **สะเต็มศึกษา (STEM Education).** กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2562). **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
เล่ม 1.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิริวรรณ รอดเจริญ. (2560). **การพัฒนาความสามารถการอ่านภาษาอังกฤษช่วงอุตสาหกรรมโดยใช้แบบฝึกสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สาขางานยานยนต์วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (สยามเทค)**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนภาษาอังกฤษ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- สุณิษา สุกรรภา. (2560). **ผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). **สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 42(186), 3-5.
- _____. (2558). **การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 43(192), 18.
- ศุรวาท ทองบุญ และคนอื่นๆ. **การวัดและประเมินผลการศึกษา**. มหาสารคาม : ตักศิลาการพิมพ์.
- สุริยนต์ คุณารักษ์. (2561). **การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสกลนคร.
- อนุพร ทิพย์สิงห์. (2559). **การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคหมวกหกใบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อภิสิทธิ์ ชงไชย. (2556, มกราคม-ธันวาคม). **สะเต็มศึกษากับพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**, 19 : 15-18.
- อาทิตยา ภูมิคอนสาร. (2560). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- เอกราช รักเมือง. (2554). ผลการเรียนรู้รายวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกิจกรรมโครงการ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนภาษาอังกฤษ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- Alicia, C., Ann, R., Debbie, D. and Gail, H. (2013). **The effects of a STEM intervention on elementary students 'science knowledge and skills.** School Science and Mathematics, 5(113), 215-226.
- Breiner, J.M., Harkness, S.S., Johnson, C.C., & Koehler, C.M. (2012). **What is STEM? A discussion about conception of STEM in education and partnerships.** School Science and Mathematics.
- Ceylan S. & Ozdilek Z. (2015). **Improving a Sample Lesson Plan for Secondary Science Courses within the STEM Education.** Procedia Social and Behavioral Sciences, pp. 223-228.
- Kotler, P.&Armstrong, G. (2001). **Principles of marketing.** (9th ed.). New Jersey:Prentice-Hall.
- O'Neill, T., Yamagata J., & Togioka, S. (2012). **Teaching STEM means teacher learning.** Phi Delta Kappan.
- Pawson, C. (2012). **A comparative analysis of students 'satisfaction with teaching on STEM vs. non STEM programmes.** Psychology Teaching Review, 16-21.
- Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). **STEM lesson essentials integrating science, technology, engineering, and mathematics.** New Hampshire: Heinemann.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.วิโพภรณ์ วัฒนานิมิตกุล สาขาวิชาบริหารการศึกษา
คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตตวิสุทธิ วิมุตติปัญญา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
3. นางสาวจันทิมา รูปงาม ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ
โรงเรียนวัดไทร
สำนักงานเขตบางคอแหลม
สังกัดกรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก ข
หนังสือราชการ

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๗๑๒



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงทริฎฐูจี
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.วิโฆฐ์ วัฒนานิมิตกุล

ด้วยนางสาวเกศินี บุญช่วย นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- | | |
|---|----------------------|
| ๑. รองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด | ประธานกรรมการ |
| ๒. อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุข | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |
| ๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามิ | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับการศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัย ดังแนบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๔

เบอร์ติดต่อนักศึกษา ๐๘๐-๗๘๘๗๘๘๖

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๗๑๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงทริฎฐูรจี
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติวิสุทธิ วิมุตติปัญญา

ด้วยนางสาวเกศินี บุญช่วย นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- | | |
|---|----------------------|
| ๑. รองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด | ประธานกรรมการ |
| ๒. อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |
| ๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามี่ | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างดี ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับกรวิจัยของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัย ดังแนบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๔

เบอร์ติดต่อนักศึกษา ๐๘๐-๗๘๘๗๘๘๖



ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๗๑๔

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงทริฎฐูจี
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวจันทิมา รูปงาม

ด้วยนางสาวเกศินี บุญช่วย นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- | | |
|---|----------------------|
| ๑. รองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด | ประธานกรรมการ |
| ๒. อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |
| ๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามิ | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัย ดังแนบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๔

เบอร์ติดต่อนักศึกษา ๐๘๐-๗๘๙๗๘๙๖

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๐๑๙



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
 ๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี
 เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๒๒ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดไทร

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้เปิดสอนหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน โดยในหลักสูตรนี้กำหนดให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ นางสาวเกศินี บุญช่วย กำลังจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓” ซึ่งมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูล ดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๔

เบอร์ติดต่อนักศึกษา ๐๘๐-๗๘๙๗๘๙๖

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๐๒๐



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงทรีอัญจรี
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๒๒ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดบางโคล่นอก

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้เปิดสอนหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน โดยในหลักสูตรนี้กำหนดให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ นางสาวเกศินี บุญช่วย กำลังจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓” ซึ่งมีความจำเป็นต้องทดลองเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูล ดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๔

เบอร์ติดต่อนักศึกษา ๐๘๐-๗๘๙๗๘๙๖

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
แผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ผลรวม ของคะแนน	ค่า IOC
	1	2	3		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระจกบางพลูต่างแสนสวย					
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
2. สารสำคัญ	+1	+1	+1	3	1
3. จุดประสงค์การเรียนรู้					
3.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	3	1
3.3 สอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนและการวัดประเมินผล	+1	+1	+1	3	1
4. กิจกรรมการเรียนการสอน					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1
4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1
4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
5. สื่อการเรียนการสอน	+1	+1	+1	3	1
6. การวัดและประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	3	1

ตารางที่ 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ผลรวม ของคะแนน	ค่า IOC
	1	2	3		
แผนการจัดการเรียนรู้อย่างน้อย 2 เรื่อง เกล็ดคอมพิวเตอร์กระดาก					
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
2. สาระสำคัญ	+1	+1	+1	3	1
3. จุดประสงค์การเรียนรู้					
3.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	3	1
3.3 สอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนและการวัดประเมินผล	+1	+1	+1	3	1
4. กิจกรรมการเรียนการสอน					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1
4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1
4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
5. สื่อการเรียนการสอน	+1	+1	+1	3	1
6. การวัดและประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	3	1

จากตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทุกข้อ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ใช้ได้มีค่าเท่ากับ 0.67 (กรณีพิเศษ) ขึ้นไป แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สามารถใช้ได้จริง

**การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบ
วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน**

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ผลรวม ของคะแนน	ค่า IOC
	1	2	3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1
11	+1	+1	+1	3	1
12	+1	+1	+1	3	1
13	+1	+1	+1	3	1
14	+1	+1	+1	3	1
15	+1	+1	+1	3	1
16	+1	+1	+1	3	1
17	+1	+1	+1	3	1
18	+1	+1	+1	3	1
19	+1	+1	+1	3	1
20	+1	+1	+1	3	1
21	+1	+1	+1	3	1
22	+1	+1	+1	3	1
23	+1	+1	+1	3	1
24	+1	+1	+1	3	1
25	+1	+1	+1	3	1

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ผลรวม ของคะแนน	ค่า IOC
	1	2	3		
26	+1	+1	+1	3	1
27	+1	+1	+1	3	1
28	+1	+1	+1	3	1
29	+1	+1	+1	3	1
30	+1	+1	+1	3	1
31	+1	+1	+1	3	1
32	+1	+1	+1	3	1
33	+1	+1	+1	3	1
34	+1	+1	+1	3	1
35	+1	+1	+1	3	1
36	+1	+1	+1	3	1
37	+1	+1	+1	3	1
38	+1	+1	+1	3	1
39	+1	+1	+1	3	1
40	+1	+1	+1	3	1

จากตารางที่ 15 แสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทุกข้อ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ใช้ได้มีค่าเท่ากับ 0.67 (กรณีพิเศษ) ขึ้นไป ผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบที่วิเคราะห์มาแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 40 ข้อ

**การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
แบบสอบถามความพึงพอใจ**

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามความพึงพอใจ การพัฒนา
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบ
สะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ผลรวม ของ คะแนน	ค่า IOC
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหาสาระ					
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	3	1
1.2 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	+1	+1	+1	3	1
1.3 ความรู้ที่ได้รับสามารถเชื่อมโยงกับการพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกใน เนื้อหาได้เป็นอย่างดี	+1	+1	+1	3	1
1.4 สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปแก้ปัญหาและ เชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี	+1	+1	+1	3	1
2. ด้านครูผู้สอน					
2.1 ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนฟังอย่าง ชัดเจน	+1	+1	+1	3	1
2.2 ครูให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกแก่ นักเรียนในการเรียนรู้อย่างทั่วถึง	+1	+1	+1	3	1
2.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นใน แต่ละกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
2.4 ครูใช้คำถามระหว่างการเรียนการสอนที่กระตุ้น ให้นักเรียนได้เกิดการคิดและอยากมีส่วนร่วม	+1	+1	+1	3	1
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนสอน					
3.1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้	+1	+1	+1	3	1
3.2 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติจาก ง่ายไปหายาก	+1	+1	+1	3	1

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ผลรวม ของ คะแนน	ค่า IOC
	1	2	3		
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหา ภาษา รูปแบบ ตรงตาม ความสนใจและความต้องการของนักเรียน	+1	+1	+1	3	1
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	3	1
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	3	1
4.2 มีการเก็บข้อมูลระหว่างการทำงานเพื่อใช้ ประกอบในการวัดผล	+1	+1	+1	3	1
4.3 นักเรียนทราบผลการประเมินการเรียนรู้ของ ตนเอง	+1	+1	+1	3	1

จากตารางที่ 16 แสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทุกข้อ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ใช้ได้มีค่าเท่ากับ 0.67 (กรณีพิเศษ) ขึ้นไป แสดงว่าแบบสอบถามความพึงพอใจ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สามารถนำไปใช้ได้จริงทั้งหมดจำนวน 15 ข้อ

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ตารางที่ 17 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	ผลการพิจารณา
1	0.43	0.33	คัดเลือกใช้
2	0.57	0.47	คัดเลือกใช้
3	0.70	0.07	ตัดทิ้ง
4	0.67	0.27	คัดเลือกใช้
5	0.67	0.27	คัดเลือกใช้
6	0.60	0.40	คัดเลือกใช้
7	0.53	0.27	คัดเลือกใช้
8	0.70	0.47	คัดเลือกใช้
9	0.87	0.13	ตัดทิ้ง
10	0.57	0.33	คัดเลือกใช้
11	0.70	0.47	คัดเลือกใช้
12	0.60	0.27	คัดเลือกใช้
13	0.77	0.47	คัดเลือกใช้
14	0.70	0.07	ตัดทิ้ง
15	0.53	0.27	คัดเลือกใช้
16	0.67	0.40	คัดเลือกใช้
17	0.67	0.27	คัดเลือกใช้
18	0.70	0.33	คัดเลือกใช้
19	0.60	0.13	ตัดทิ้ง
20	0.57	0.33	คัดเลือกใช้
21	0.63	0.47	คัดเลือกใช้
22	0.67	0.13	ตัดทิ้ง
23	0.67	0.53	คัดเลือกใช้
24	0.73	0.13	ตัดทิ้ง
25	0.77	0.07	ตัดทิ้ง

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา
26	0.60	0.13	ตัดทิ้ง
27	0.57	0.33	คัดเลือกใช้
28	0.67	0.40	คัดเลือกใช้
29	0.67	0.40	คัดเลือกใช้
30	0.63	0.60	คัดเลือกใช้
31	0.50	0.07	ตัดทิ้ง
32	0.60	0.53	คัดเลือกใช้
33	0.63	0.47	คัดเลือกใช้
34	0.60	0.53	คัดเลือกใช้
35	0.60	0.40	คัดเลือกใช้
36	0.63	0.07	ตัดทิ้ง
37	0.73	0.27	คัดเลือกใช้
38	0.77	0.33	คัดเลือกใช้
39	0.70	0.47	คัดเลือกใช้
40	0.67	0.27	คัดเลือกใช้

จากตารางที่ 17 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.43 – 0.87 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.07 – 0.60 โดยมีข้อสอบที่ดี คือ ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการวิเคราะห์มาแล้ว จำนวน 30 ข้อ มาใช้จริง

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว 13101
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ	เวลา 10 ชั่วโมง
เรื่อง กระดาษพลาสต์ต่างแสนสวย	เวลา 10 ชั่วโมง
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. ว 3.1 ป.3/1 จำแนกชนิดและสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของของเล่น ของใช้
2. ว 3.1 ป.3/2 อธิบายการใช้ประโยชน์ของวัสดุแต่ละชนิด

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. ว 3.2 ป.3/1 ทดลองและอธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัสดุ เมื่อถูกแรงกระทำ หรือทำให้ร้อนขึ้นหรือทำให้เย็นลง
2. ว 3.2 ป.3/2 อภิปรายประโยชน์และอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ว 8.1 ป.3/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ

2. ว 8.1 ป.3/2 วางแผนการสังเกต เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้า โดยใช้ความคิดของตนเอง ของกลุ่มและคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ
3. ว 8.1 ป.3/3 เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือที่เหมาะสมในการสำรวจตรวจสอบ และบันทึกข้อมูล
4. ว 8.1 ป.3/4 จัดกลุ่มข้อมูล เปรียบเทียบกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้และนำเสนอผล
5. ว 8.1 ป.3/5 ตั้งคำถามใหม่จากผลการสำรวจตรวจสอบ
6. ว 8.1 ป.3/6 แสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มนำไปสู่การสร้างความรู้
7. ว 8.1 ป.3/7 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต สำรวจตรวจสอบตามความเป็นจริง มีแผนภาพประกอบคำอธิบาย
8. ว 8.1 ป.3/8 นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจา และเขียนแสดงกระบวนการและผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระสำคัญ

วัตถุหรือสิ่งของบางอย่างทำมาจากวัสดุชนิดเดียว วัตถุบางอย่างใช้วัสดุหลายอย่างมาประกอบกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ตัวชี้วัด

1. นักเรียนสามารถประดิษฐ์กระถางปลูกต้นไม้สวยจากวัสดุเหลือใช้ได้ (ทักษะการวัด, ทักษะการคำนวณ)
2. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของวัสดุและสรุปสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของวัตถุได้ (ทักษะการสังเกต, ทักษะการจำแนกประเภท)
3. นักเรียนสามารถอธิบายการใช้ประโยชน์ของวัสดุชนิดต่างได้ (ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)
4. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าวัตถุทำขึ้นจากวัสดุชนิดเดียวหรือหลายชนิดมาประกอบกัน (ทักษะการสังเกต, ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)
5. นักเรียนสามารถบอกชนิดและสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของของเล่น ของใช้ได้ (ทักษะการสังเกต, ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)
6. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัตถุเมื่อถูกแรงกระทำ หรือทำให้ร้อนขึ้น หรือเย็นลงได้ (ทักษะการสังเกต, ทักษะการพยากรณ์, ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)

7. นักเรียนสามารถอธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อถูกแรงกระทำ หรือทำให้ร้อนขึ้น หรือเย็นลงได้ (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)
8. นักเรียนสามารถสำรวจการเปลี่ยนแปลงของวัสดุในชีวิตประจำวันที่น่ามาใช้ประโยชน์ หรือทำให้เกิดอันตรายได้ (ทักษะการสังเกต, ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)
9. นักเรียนสามารถอภิปรายประโยชน์และอันตรายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุได้ (ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีวินัย
2. นักเรียนมุ่งมั่นในการทำงาน
3. นักเรียนมีจิตสาธารณะ

สาระสำคัญ

ของเล่น ของใช้อาจมีส่วนประกอบหลายส่วนและอาจทำจากวัสดุหลายชนิดซึ่งมีสมบัติแตกต่างกัน

วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน จึงใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน

เมื่อมีแรงมากระทำ เช่น การบีบ บิด ทวบ คัด ดึง ตลอดจนการทำให้ร้อนขึ้น หรือทำให้เย็นลงจะทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะหรือมีสมบัติแตกต่างไปจากเดิม การเปลี่ยนแปลงของวัสดุอาจนำมาใช้ประโยชน์หรือทำให้เกิดอันตรายได้

สาระการเรียนรู้

1. วัสดุที่นำมาทำเป็นของเล่น ของใช้
2. การทำให้วัสดุและวัตถุเปลี่ยนแปลง
3. ผลจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (1 ชั่วโมง)

ครูให้นักเรียนประดิษฐ์กระดาษพลุต่างแสนสวย โดยมีเงื่อนไข คือ ให้นักเรียนเลือกใช้วัสดุตามที่ครูกำหนดให้เท่านั้น ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่ในโรงเรียนเพื่อเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ และลดขยะภายในโรงเรียน

นักเรียนร่วมกันอภิปรายให้ได้ข้อสรุปของปัญหารวมทั้งเงื่อนไขของปัญหาที่ครูกำหนดให้ (ครูคอยให้คำแนะนำนักเรียน)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (4 ชั่วโมง)

ในขั้นที่ 2 เป็นการศึกษาสืบค้นข้อมูลอื่น ๆ เพื่อค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาตลอดจนเสนอและอภิปรายว่าจะสามารถนำข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกระดางพลุต่างแสนสวยได้อย่างไร โดยมีกิจกรรมย่อยดังนี้

กิจกรรมย่อยที่ 1 มาตรฐานชนิดของวัสดุกันเกาะ (1 ชั่วโมง)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมและนำเข้าสู่บทเรียนใหม่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ โดยครูนำภาพหรือตัวอย่างของเล่น ของใช้ประเภทต่าง ๆ นักเรียนสังเกต จากนั้นครูถามคำถาม ดังนี้

1.1 ของเล่น ของใช้ที่นักเรียนเห็นมีอะไรบ้าง (ตัวอย่างคำตอบ ถังพลาสติก แจกันแก้ว ยางรถยนต์ ชั้นวางของ ตุ๊กตาทAMI ชุดเครื่องครัวของเล่น รถเด็กเล่น และเครื่องบินกระดาษ)

1.2 ของเล่น ของใช้แต่ละชนิดทำมาจากวัสดุชนิดใดบ้าง (ตัวอย่างคำตอบ ถังพลาสติก ทำมาจากพลาสติก แจกันแก้วทำมาจากแก้ว ยางรถยนต์ทำมาจากยาง ชั้นวางของทำมาจากไม้ ตุ๊กตาทAMI ทำมาจากผ้า ชุดเครื่องครัวของเล่นทำมาจากพลาสติก รถเด็กเล่นทำมาจากพลาสติกและโลหะ เครื่องบินกระดาษทำมาจากกระดาษ)

2. ครูนำเข้าสู่กิจกรรม เรื่อง ค้นหาวัสดุที่ใช้ทำวัตถุสิ่งของ โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้นักเรียนต้องการทำกิจกรรมเพื่อหาคำตอบของปัญหา ดังนี้

2.1 นักเรียนรู้จักวัสดุชนิดใดบ้าง (ตัวอย่างคำตอบ ไม้ ยาง ผ้า โลหะ แก้ว)

2.2 วัตถุต่าง ๆ ทำมาจากวัสดุชนิดใดบ้าง (ตัวอย่างคำตอบ โต๊ะเรียนทำจากไม้ หุ่นยนต์ทำจากพลาสติก พลาสติกเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น น้ำซึมผ่านได้ยาก เสื้อทำจากผ้า ผ้าเป็นวัสดุที่มีความอ่อนนุ่ม)

3. ให้นักเรียนศึกษาวิธีทำกิจกรรม เรื่อง มาตรฐานชนิดของวัสดุกันเกาะ ในใบงานที่ 1 ให้เข้าใจ

4. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นขั้นตอนวิธีการทำกิจกรรม

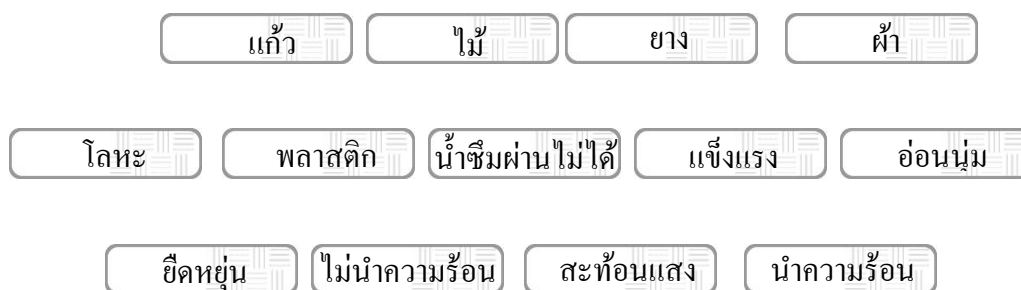
5. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง มาตรฐานชนิดของวัสดุกันเกาะ เพื่อบ่งชี้วัสดุชนิดต่าง ๆ ที่นำมาทำของเล่น ของใช้ และบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 1

6. ให้ผู้แทนนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

กิจกรรมย่อยที่ 2 วัสดุที่นำมาทำเป็นของเล่น ของใช้ (1 ชั่วโมง)

1. ให้นักเรียนนำตัวอย่างของเล่น ของใช้ (หรือภาพ) ที่ทำจากวัสดุเพียงชนิดเดียว และหลายชนิดประกอบกัน ได้แก่ แก้วน้ำทำจากแก้ว ซ้อนส้อมทำจากโลหะ กล่องใส่ของทำจากกระดาษ รถจักรยานทำจากพลาสติก โลหะ และยาง และร่มทำจากผ้า พลาสติก และโลหะ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันศึกษา สืบค้น จำแนก และระบุว่าวัตถุดังกล่าวทำจากวัสดุชนิดใดบ้าง

2. ครูแสดงบัตรคำที่มีข้อความ ดังนี้



จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันจับคู่บัตรคำระหว่างชนิดกับสมบัติของวัสดุให้ถูกต้อง

3. ให้ผู้แทนนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและอภิปรายร่วมกันในประเด็นที่แตกต่างกันระหว่างนักเรียน

4. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้ประเด็นตามจุดประสงค์การเรียนรู้

5. ให้นักเรียนศึกษาวิธีทำกิจกรรม เรื่อง วัสดุที่นำมาทำเป็นของเล่น ของใช้ ในใบงานที่ 2 ให้เข้าใจ

6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นขั้นตอนวิธีการทำกิจกรรม

7. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง วัสดุที่นำมาทำเป็นของเล่น ของใช้ และบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 2

8. ให้ผู้แทนนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

กิจกรรมย่อยที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ (1 ชั่วโมง)

1. ครูทบทวนความรู้และถามคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ ดังนี้

1.1 ยกตัวอย่างของเล่นหรือของใช้ที่ทำจากวัสดุชนิดต่าง ๆ (ตัวอย่างคำตอบ ไม้กวาด โตะ แก้ว)

1.2 วัสดุจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เมื่อได้รับความร้อนหรือแรงกระทำ (วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลง)

1.3 วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร (วัสดุจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีแรงภายนอกกระทำ หรือได้รับความร้อน หรือความเย็น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของวัสดุสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้และการเปลี่ยนแปลงของวัสดุอาจก่อให้เกิดอันตรายได้)

2. ให้นักเรียนศึกษาวิธีทำกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นขั้นตอนวิธีการทำกิจกรรม

4. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ และบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 3

5. ให้ผู้แทนนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

กิจกรรมย่อยที่ 4 ประโยชน์และอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ (1 ชั่วโมง)

1. ครูทบทวนความรู้ และถามคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับประโยชน์และอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ ดังนี้

1.1 การเปลี่ยนแปลงของวัสดุเกิดจากอะไร (ตัวอย่างคำตอบ แรงกระทำภายนอก อุณหภูมิ)

1.2 การเปลี่ยนแปลงของวัสดุมีประโยชน์หรือโทษต่อเรา (มีทั้งประโยชน์และโทษ)

1.3 การเปลี่ยนแปลงของวัสดุมีประโยชน์และอันตรายอย่างไรบ้าง (ตัวอย่างคำตอบ ประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ เช่น การนำผ้ามาตัดเย็บเป็นเสื้อผ้า กระโปรง กางเกง โทษจากการเปลี่ยนแปลงวัสดุ เช่น การเผาถลุงโถงทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ)

2. ให้นักเรียนศึกษาวิธีทำกิจกรรม เรื่อง ประโยชน์และอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ

3. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง ประโยชน์และอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ เพื่อบ่งชี้ประโยชน์และอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ และบันทึกผลการทำกิจกรรม

4. ให้ผู้แทนนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (1 ชั่วโมง)

ให้นักเรียนนำข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกระดาษพลาสต์ต่างแฉก โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ของปัญหาที่ครูกำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (2 ชั่วโมง)

ให้นักเรียนกำหนดขั้นตอนและวิธีการในการประดิษฐ์กระดาษพลาสต์ต่างแฉกตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นดำเนินการประดิษฐ์กระดาษพลาสต์ต่างแฉก

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา (1 ชั่วโมง)

ครูให้นักเรียนนำกระดาษพลาสต์ต่างแฉกที่นักเรียนประดิษฐ์เสร็จแล้วเอาไปใส่ดินและต้นพลาสต์ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุป และอภิปรายผลเกี่ยวกับการประดิษฐ์กระดาษพลาสต์ต่างแฉก เมื่อได้ข้อสรุปแล้วก็นำข้อมูลไปประเมินผล แต่ถ้านักเรียนคนไหนทำการประดิษฐ์กระดาษพลาสต์ต่างแฉกไม่สำเร็จก็ย้อนกลับไปทำขั้นตอนอื่นๆ ที่ผ่านมา อาจค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมและร่วมกันอภิปรายกับครูอีกครั้ง เพื่อให้ทราบถึงข้อผิดพลาดและแก้ไขได้ตรงจุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (1 ชั่วโมง)

ครูให้นักเรียนนำเสนอกระดาษพลาสต์ต่างแฉกที่นักเรียนประดิษฐ์ขึ้น รวมทั้งนำเสนอขั้นตอนและวิธีการที่ใช้ในการประดิษฐ์กระดาษพลาสต์ต่างแฉกเป็นลำดับขั้นตอนต่อคุณครูและเพื่อนร่วมชั้น

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง วัสดุจักชนิดของวัสดุกันแฉก
2. ใบงานที่ 2 เรื่อง วัสดุที่นำมาทำเป็นของเล่น ของใช้
3. ใบงานที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ
4. ใบงานที่ 4 เรื่อง ประโยชน์และอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ
5. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
6. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์กระดาษพลาสต์ต่างแฉก คือ ขวดน้ำพลาสติก ไม้ไอศกรีม ผ้า ถูขนมพลาสติก ลวด เชือก หนัวยาง กรรไกร มีดคัตเตอร์ กาว ต้นพลาสต์ ดิน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<p>ด้านความรู้</p> <p>1. นักเรียนสามารถประดิษฐ์กระดาษพู่ต่างแสนสวยจากวัสดุเหลือใช้ได้</p>	<p>ตรวจประดิษฐ์กระดาษพู่ต่างแสนสวยจากวัสดุเหลือใช้</p>	<p>แบบประเมินสิ่งประดิษฐ์</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p>
<p>2. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของวัสดุและสรุปสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของวัตถุได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถอธิบายการใช้ประโยชน์ของวัสดุชนิดต่างได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าวัตถุทำขึ้นจากวัสดุชนิดเดียวหรือหลายชนิดมาประกอบกัน</p>	<p>ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง วัสดุจำแนกชนิดของวัสดุกันเถอะ</p>	<p>ใบงานที่ 1 เรื่อง วัสดุจำแนกชนิดของวัสดุกันเถอะ</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
5. นักเรียนสามารถบอกชนิดและสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของของเล่น ของใช้ได้	ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง วัสดุที่นำมาทำเป็นของเล่น ของใช้	ใบงานที่ 2 เรื่อง วัสดุที่นำมาทำเป็นของเล่น ของใช้	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
6. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัตถุเมื่อถูกแรงกระทำ หรือทำให้ร้อนขึ้นหรือเย็นลงได้ 7. นักเรียนสามารถอธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัตถุเมื่อถูกแรงกระทำ หรือทำให้ร้อนขึ้นหรือเย็นลงได้	ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ	ใบงานที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
8. นักเรียนสามารถอภิปรายประโยชน์และอันตรายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุได้ 9. นักเรียนสามารถสำรวจการเปลี่ยนแปลงของวัสดุในชีวิตประจำวันนำมาใช้ประโยชน์ หรือทำให้เกิดอันตรายได้	ตรวจใบงานที่ 4 เรื่อง ประโยชน์และอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ	ใบงานที่ 4 เรื่อง ประโยชน์และอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. อยู่อย่างพอเพียง 3. นักเรียนมุ่งมั่นในการทำงาน 	<p>สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ขณะเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน</p>	<p>แบบประเมินผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60</p>

แบบประเมินสิ่งประดิษฐ์

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การวางแผนในการออกแบบ	วางแผนในการออกแบบอย่างคิดสร้างสรรค์เหมาะสม มีความละเอียด และมีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิธีการทั้งหมด	วางแผนที่จะออกแบบ อย่างคิดริเริ่ม และเหมาะสม มีความละเอียด แต่ไม่มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม และไม่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิธีการ	วางแผนที่จะออกแบบ อย่างเหมาะสม แต่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ ไม่มีความละเอียด และไม่มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม	วางแผนที่จะออกแบบ ตามแบบอย่าง โดยไม่มีความคิดสร้างสรรค์ หรือออกแบบตามที่ครูแนะนำ
2. การประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบ	ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่างเป็นขั้นตอน ด้วยความคล่องแคล่ว มีการปรับปรุงเป็นระยะ ๆ	ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่าง เป็นขั้นตอน ด้วยความคล่องแคล่ว มีการปรับปรุงบ้าง	ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่าง เป็นขั้นตอน แต่มีการแก้ไขปรับปรุง เป็นระยะบ้าง	ประดิษฐ์ข้ามขั้นตอน และไม่มีการปรับปรุง
3. การนำเสนอสิ่งประดิษฐ์	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์โดยนำไปใช้ได้จริง ถูกต้อง น่าสนใจ และชัดเจน มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์ โดยนำไปใช้ได้จริง ถูกต้อง น่าสนใจ และชัดเจน แต่ไม่มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์ได้ แต่ไม่ชัดเจน ต้องมีการยกตัวอย่างเพิ่มเติม ให้เข้าใจง่าย	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ ไม่สื่อความหมาย ไม่ชัดเจน

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์	ดูแล เก็บ และทำความสะอาด อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการออกแบบและประดิษฐ์อย่างถูกต้อง ตามหลักการ และแนะนำให้ผู้อื่นดูแลและเก็บรักษาได้ถูกต้อง	ดูแล และทำความสะอาดอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการออกแบบและประดิษฐ์อย่างถูกต้อง แต่เก็บไม่ถูกต้อง	ดูแล เก็บ และทำความสะอาดอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการออกแบบและประดิษฐ์ แต่ไม่ถูกต้อง	ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการออกแบบ และประดิษฐ์ และ ไม่สนใจทำความสะอาด และเก็บไม่ถูกต้อง

แบบประเมินผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)	ไม่ผ่าน (0)
ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียน	ตั้งใจ เอาใจใส่ในการเรียน	ไม่ตั้งใจเรียน
อยู่อย่างพอเพียง	ใช้เงิน ของใช้ส่วนตัวและของส่วนรวมอย่างประหยัด คู้มค่า เก็บรักษาดูแลอย่างดี ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ไม่เอาเปรียบผู้อื่น	ใช้เงิน ของใช้ส่วนตัวและของส่วนรวมอย่างประหยัดและเก็บรักษาดูแลอย่างดี ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล	ใช้เงินและของใช้ส่วนตัวอย่างประหยัด	ใช้เงินและของใช้ส่วนตัวอย่างไม่ประหยัด
มุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ	เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	ไม่ตั้งใจปฏิบัติหน้าที่การทำงาน

แบบบันทึกคะแนนสิ่งประดิษฐ์ (กระถางปลูกต่างแสนสวย)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ตัวชี้วัด				รวมคะแนน	คิดเป็นร้อยละ	ผลการตัดสิน
		การวางแผนในการออกแบบ	การประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบ	การนำเสนอสิ่งประดิษฐ์	การดูแลและการเก็บอุปกรณ์			
		(4)	(4)	(4)	(4)			
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

แบบบันทึกคะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คุณลักษณะอันพึงประสงค์			คะแนนรวม	คิดเป็นร้อยละ	ผลการตัดสิน
		ใฝ่เรียนรู้	อยู่อย่างพอเพียง	มุ่งมั่นในการทำงาน			
		(3)	(3)	(3)	(9)	(100)	ผ./มผ.
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการสอน

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

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

(.....)

ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

คะแนนเต็ม 30 คะแนน ได้.....คะแนน

ใบงานที่ 1 เรื่อง มารู้อัจฉินของวัสดุกันเถอะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของวัสดุและสรุปสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของวัตถุได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายการใช้ประโยชน์ของวัสดุชนิดต่างได้
3. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าวัตถุทำขึ้นจากวัสดุชนิดเดียวหรือหลายชนิดมาประกอบกัน

คำสั่ง

ให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจ ปฏิบัติตามขั้นตอนในวิธีทำ บันทึกผล และตอบคำถาม

วัสดุอุปกรณ์

1. เลื่อนนักเรียน
2. รองเท้าผ้าใบ
3. ลูกโป่ง
4. โต๊ะเรียน
5. แก้ว
6. ท็อปพี
7. ตุ๊กตา
8. ลูกฟุตบอล
9. แวนตา
10. ยางลบ

คำถามก่อนทำกิจกรรม

ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าคำตอบที่ถูกต้อง

กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์อย่างไร

- เพื่อจำแนกประเภทและสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของของเล่น ของใช้
- เพื่อจำแนกประโยชน์ของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของของเล่น ของใช้

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ให้นักเรียนตอบคำถามและเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าคำตอบที่ถูกต้อง (10 คะแนน)

ตาราง ผลการจำแนกประเภทของสิ่งของและชนิดของวัสดุที่ใช้ทำของเล่น ของใช้บางชนิด

สิ่งของ	ประเภทของสิ่งของ		ชนิดของวัสดุ						จำนวนวัสดุ ที่ใช้ทำ
	ของเล่น	ของใช้	ไม้	ยาง	โลหะ	ผ้า	พลาสติก	แก้ว	
1. เสื่อนักเรียน									
2. รองเท้าผ้าใบ									
3. ลูกโป่ง									
4. โต๊ะเรียน									
5. เก้าอี้									
6. ทัพพี									
7. ตุ๊กตา									
8. ลูกฟุตบอล									
9. แว่นตา									
10. ยางลบ									

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. สิ่งของใดบ้างจัดเป็นของเล่น (1 คะแนน)

.....

.....

.....

2. สิ่งของใดบ้างจัดเป็นของใช้ (1 คะแนน)

.....

.....

.....

4. สรุปผลกิจกรรมนี้ได้อย่างไร (1 คะแนน)

วัตถุทำมาจากวัสดุหลายชนิด วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติของวัสดุที่เหมือนกัน จึงนำวัสดุมาใช้ประโยชน์ทดแทนกันได้

วัตถุทำมาจากวัสดุหลายชนิด วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติของวัสดุที่แตกต่างกัน จึงนำวัสดุมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน

5. วัสดุชนิดใดที่มีสมบัติด้านความแข็งแรง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (1 คะแนน)

ไม้ ยาง โลหะ ผ้า พลาสติก แก้ว

6. วัสดุชนิดใดที่มีสมบัติด้านความอ่อนนุ่ม (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (1 คะแนน)

ไม้ ยาง โลหะ ผ้า พลาสติก แก้ว

7. วัสดุชนิดใดที่มีสมบัติด้านความยืดหยุ่น (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (1 คะแนน)

ไม้ ยาง โลหะ ผ้า พลาสติก แก้ว

8. วัสดุชนิดใดที่มีสมบัติด้านความใส (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (1 คะแนน)

ไม้ ยาง โลหะ ผ้า พลาสติก แก้ว

9. วัสดุชนิดใดที่มีสมบัติด้านการนำความร้อน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (1 คะแนน)

ไม้ ยาง โลหะ ผ้า พลาสติก แก้ว

10. ให้นักเรียนยกตัวอย่างของเล่น ของใช้ที่ทำมาจากวัสดุเพียงชนิดเดียว และทำมาจากวัสดุหลายชนิดประกอบกัน (2 คะแนน)

10.1 ของเล่น ของใช้ที่ทำมาจากวัสดุเพียงชนิดเดียว

1)..... 2).....

10.2 ของเล่น ของใช้ที่ทำมาจากวัสดุหลายชนิด

1)..... 2).....

คะแนนเต็ม 14 คะแนน
ได้.....คะแนน

ใบงานที่ 2 เรื่อง วัสดุที่นำมาทำเป็นของเล่น ของใช้
จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถบอกชนิดและสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของของเล่น ของใช้ได้

คำสั่ง ให้นักเรียนนำชนิดของวัสดุทางซ้ายมือ และตัวอักษรหน้าสมบัติของวัสดุทางขวามือที่กำหนดให้ เขียนลงในช่องว่างให้สัมพันธ์กับภาพ (ใช้ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (14 คะแนน)

ชนิดของวัสดุ

แก้ว
ไม้
ยาง
พลาสติก
ผ้า
โลหะ

สมบัติของวัสดุ

ก. น้ำซึมผ่านไม่ได้
ข. ยืดหยุ่น
ค. แข็งแรง
ง. อ่อนนุ่ม
จ. นำความร้อน
ฉ. ไม่นำความร้อน

1.1



ชนิดของวัสดุ _____

สมบัติของวัสดุ _____

1.2



ชนิดของวัสดุ _____

สมบัติของวัสดุ _____

1.3



ชนิดของวัสดุ _____

สมบัติของวัสดุ _____

1.4



ชนิดของวัสดุ _____

สมบัติของวัสดุ _____

ชนิดของวัสดุ _____

สมบัติของวัสดุ _____

1.5



ชนิดของวัสดุ _____

สมบัติของวัสดุ _____

ชนิดของวัสดุ _____

สมบัติของวัสดุ _____

คะแนนเต็ม 25 คะแนน
ได้.....คะแนน

ใบงานที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อถูกแรงกระทำ หรือทำให้ร้อนขึ้น หรือเย็นลงได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อถูกแรงกระทำ หรือทำให้ร้อนขึ้น หรือเย็นลงได้

คำสั่ง ให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจ ปฏิบัติตามขั้นตอนในวิธีทำ บันทึกผล และตอบคำถาม

วัสดุอุปกรณ์

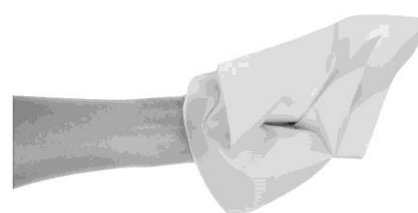
1. กระดาษขนาด A4	7	แผ่น
2. เทียนไข	7	เล่ม
3. เส้นลวดขนาดเล็กความยาว 10 เซนติเมตร	7	เส้น
4. กรรไกร	1	เล่ม
5. คีมคีบ	1	อัน
6. ไม้ขีดไฟ	1	กล่อง
7. ถ้วยกระเบื้อง	1	ใบ
8. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1	ดวง

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนนำกระดาษ A4 มาทำการทดลอง ดังนี้

- 1.1 ออกแรงบีบ โดยใช้มือออกแรงบีบ

กระดาษทั้งสองด้านให้เข้าหากัน สังเกตและบันทึกผลลงในตาราง



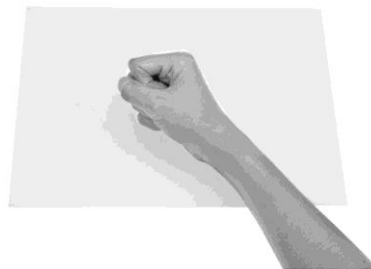
การออกแรงบีบกระดาษ



การออกแรงบิดกระดาษ

- 1.2 ออกแรงบิด โดยใช้มือทั้ง 2 ข้าง จับกระดาษ จากนั้นออกแรงหมุนมือทั้ง 2 ข้าง ในทิศทางตรงกันข้าม สังเกตและบันทึกผลลงในตาราง

1.3 ออกแรงทูป โดยกำหนดและทูปลงบน
กระดาษ สังกะสีและบันทึกผลลงในตาราง



การออกแรงทูปกระดาษ



การออกแรงตัดกระดาษ

1.4 ออกแรงตัด โดยใช้กรรไกรตัดกระดาษให้
ลักษณะออกจากกัน สังกะสีและบันทึกผลลงในตาราง



การออกแรงดึงกระดาษ

1.5 ออกแรงดึง โดยใช้มือทั้ง 2 ข้าง จับกระดาษ
จากนั้นออกแรงดึงกระดาษในทิศตรงกันข้าม สังกะสีและ
บันทึกผลลงในตาราง



การออกแรงตัดกระดาษ

1.6 ออกแรงตัด โดยใช้มือออกแรงทำให้
กระดาษเกิดการโค้งงอ สังกะสีและบันทึกผลในตาราง

1.7 ให้ความร้อน โดยใช้คีมคีบกระดาษ ขนาด 5 เซนติเมตร x 5 เซนติเมตรจำนวน 1 แผ่น ให้ความร้อนแก่กระดาษโดยการจุดไฟด้วย ตะเกียงแอลกอฮอล์ เผากระดาษในถ้วยกระเบื้อง สังกะสีและบันทึกผลลงในตาราง



ข้อควรระวัง! ขณะทดลองเกี่ยวกับการให้ความร้อนโดยการจุดไฟ เราต้องใช้ความระมัดระวัง

1.8 ให้ความเย็น นำกระดาษที่ได้รับความร้อนในข้อ 1.7 มาตั้งทิ้งไว้สักครู่ เพื่อให้กระดาษคาย ความร้อนหรือเย็นตัวลง สังกะสีและบันทึกผลลงในตาราง

2. ให้นักเรียนทำการทดลองซ้ำข้อ 1 แต่เปลี่ยนจากกระดาษเป็นเทียนไขและเส้นลวดขนาดเล็กแทน

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง ผลการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ (8 คะแนน)

วิธีการทำให้วัสดุ เกิดการเปลี่ยนแปลง	ผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น		
	กระดาษ	เทียนไข	เส้นลวดขนาดเล็ก
1. ออกแรงบีบ			
2. ออกแรงบิด			
3. ออกแรงทุบ			
4. ออกแรงตัด			
5. ออกแรงดึง			
6. ออกแรงค้ำ			
7. ให้ความร้อน			
8. ให้ความเย็น			

คำถามหลังทำกิจกรรม

ให้นักเรียนตอบคำถาม และเขียนเครื่องหมาย \checkmark ลงใน หน้าคำตอบที่ถูกต้อง (9 คะแนน)

1. นักเรียนใช้วิธีอะไรบ้างที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง

2. วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

3. จากการทดลอง วัตถุ : กระดาษ

3.1 วิธีใดบ้างที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง

3.2 วิธีดังกล่าว วิธีใดทำให้สมบัติของวัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง

4. จากการทดลอง วัตถุ : เทียนไข

4.1 วิธีใดบ้างที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง

4.2 วิธีดังกล่าว วิธีใดทำให้สมบัติของวัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง

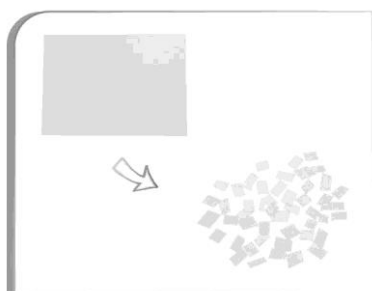
5. จากการทดลอง วัตถุ : เส้นลวดขนาดเล็ก

5.1 วิธีใดบ้างที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง

5.2 วิธีดังกล่าว วิธีใดทำให้สมบัติของวัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลง

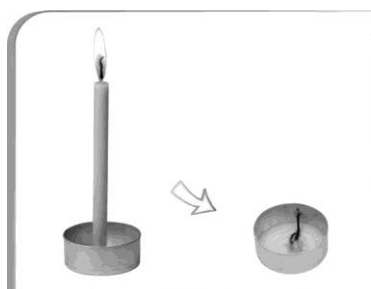
6. สรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

7.

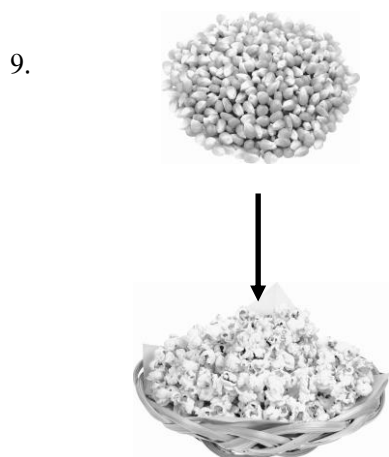


- 1) จากภาพ วิธีใดที่ทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลง _____
- 2) สมบัติของวัสดุเปลี่ยนแปลงหรือไม่

8.

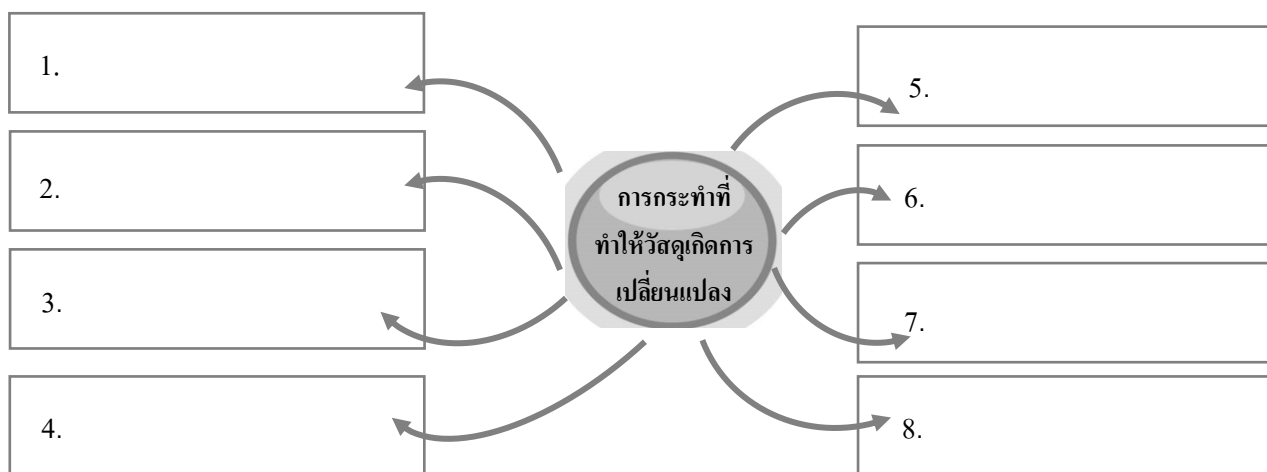


- 1) จากภาพ วิธีใดที่ทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลง _____
- 2) สมบัติของวัสดุเปลี่ยนแปลงหรือไม่



- 1) จากภาพวิธีใดที่ทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลง _____
- 2) สมบัติของวัสดุเปลี่ยนแปลงหรือไม่ _____

10. ให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้เกี่ยวกับการกระทำที่ทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นแผนภาพ (8 คะแนน)



แผนภาพ การกระทำที่ทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลง

คะแนนเต็ม 14 คะแนน

ได้.....คะแนน

ใบงานที่ 4 เรื่อง ประโยชน์และอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถสำรวจการเปลี่ยนแปลงของวัสดุในชีวิตประจำวันที่นำมาใช้ประโยชน์หรือทำให้เกิดอันตรายได้
2. นักเรียนสามารถอภิปรายประโยชน์และอันตรายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุได้

คำสั่ง ให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจ ปฏิบัติตามขั้นตอนในวิธีทำ บันทึกผล และตอบคำถาม

วิธีทำ ให้นักเรียนสำรวจวัสดุรอบตัวเรา จากนั้นวาดภาพและระบายสีวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้และที่ทำให้เกิดอันตราย ประเภทละ 1 ชนิด ลงในกรอบ และตอบคำถาม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1. การเปลี่ยนแปลงของวัสดุแล้วทำให้เกิดประโยชน์ (5 คะแนน)

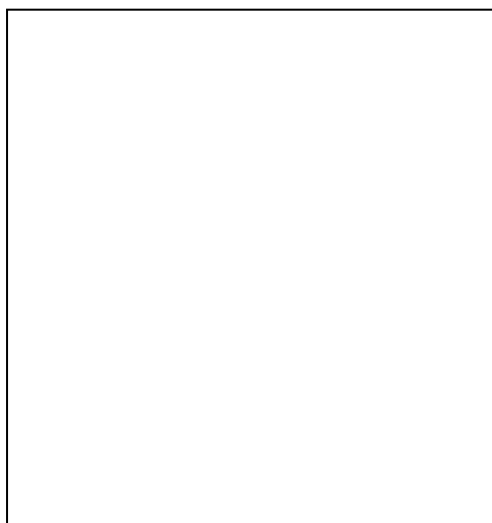
1.1 ชื่อสิ่งของ

1.2 สิ่งของดังกล่าวทำมาจากวัสดุชนิดใด

1.3 สิ่งที่ทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงคืออะไร

1.4 การเปลี่ยนแปลงของวัสดุดังกล่าวทำให้เกิดประโยชน์อย่างไร

2. การเปลี่ยนแปลงของวัสดุแล้วไม่ทำให้เกิดประโยชน์ (5 คะแนน)



1.1 ชื่อสิ่งของ

1.2 สิ่งของดังกล่าวทำมาจากวัสดุชนิดใด

1.3 สิ่งที่ทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงคืออะไร

1.4 การเปลี่ยนแปลงของวัสดุดังกล่าวไม่ทำให้เกิดประโยชน์อย่างไร

คำถามหลังทำกิจกรรม

ให้นักเรียนตอบคำถาม และเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าคำตอบที่ถูกต้อง (4 คะแนน)

1. จากกิจกรรม สิ่งของที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงวัสดุแล้วเกิดประโยชน์ได้แก่อะไรบ้าง อย่างไร

2. จากกิจกรรม สิ่งของที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงวัสดุแล้วเกิดอันตรายได้แก่อะไรบ้าง อย่างไร

3. สรุปผลกิจกรรมนี้ได้อย่างไร

4. ถ้านักเรียนต้องการค้ำมะนาวเพื่อให้ได้น้ำมะนาวเก็บไว้รับประทาน นักเรียนจะเลือกภาชนะที่ทำจากวัสดุชนิดใดใส่น้ำมะนาว จึงจะเหมาะสมและปลอดภัย

ขวดพลาสติก

ขวดโลหะ

ขวดแก้ว

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว 13101
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่	เวลา 10 ชั่วโมง
เรื่อง เฮลิคอปเตอร์กระดาษ	เวลา 10 ชั่วโมง
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

1. ว 4.1 ป.3/1 ทดลองและอธิบายผลของการออกแรงที่กระทำต่อวัตถุ
2. ว 4.1 ป.3/2 ทดลองการตกของวัตถุคู่พื้น โลกและอธิบายแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ว 8.1 ป.3/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ
2. ว 8.1 ป.3/2 วางแผนการสังเกต เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้า โดยใช้ความคิดของตนเอง ของกลุ่มและคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ
3. ว 8.1 ป.3/3 เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือที่เหมาะสมในการสำรวจตรวจสอบ และบันทึกข้อมูล
4. ว 8.1 ป.3/4 จัดกลุ่มข้อมูล เปรียบเทียบกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้และนำเสนอผล
5. ว 8.1 ป.3/5 ตั้งคำถามใหม่จากผลการสำรวจตรวจสอบ
6. ว 8.1 ป.3/6 แสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มนำไปสู่การสร้างความรู้
7. ว 8.1 ป.3/7 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต สำรวจตรวจสอบตามความเป็นจริง

มีแผนภาพประกอบคำอธิบาย

8. ว 8.1 ป.3/8 นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจา และเขียนแสดง กระบวนการและผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้ผู้ตัวชีวิต

1. นักเรียนสามารถประดิษฐ์เฮลิคอปเตอร์กระดาษได้ (ทักษะการวัด, การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)
2. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ (ทักษะการสังเกต, ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล, ทักษะการพยากรณ์)
3. นักเรียนสามารถอธิบายผลของการออกแรงที่กระทำต่อวัตถุ (ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)
4. นักเรียนสามารถทดลองและบอกได้ว่าใช้แรงดึง หรือแรงผลักกระทำต่อวัตถุ (ทักษะการสังเกต, ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)
5. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปผลการทดลองได้ว่าวัตถุจะตกลงสู่พื้นโลก (ทักษะการสังเกต, ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล, ทักษะการพยากรณ์)
6. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าวัตถุจะตกลงสู่พื้นโลก (ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)
7. นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือชั่งน้ำหนักของวัตถุได้ (ทักษะการวัด, ทักษะการคำนวณ)
8. นักเรียนรู้จักเลือกใช้น้ำหนักได้เหมาะสมกับน้ำหนักของวัตถุสิ่งของ (ทักษะการวัด)

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีวินัย
2. นักเรียนมุ่งมั่นในการทำงาน
3. นักเรียนมีจิตสาธารณะ

สาระสำคัญ

การออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ โดยวัตถุที่หยุดนิ่งจะเคลื่อนที่และวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือเคลื่อนที่ช้าลง หรือหยุดเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนทิศทาง

วัตถุตกสู่พื้นของโลกเสมอ เนื่องจากแรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุและแรงนี้คือน้ำหนักของวัตถุ

สาระการเรียนรู้

1. แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
2. แรงโน้มถ่วงของโลกและน้ำหนักของวัตถุ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (1 ชั่วโมง)

ครูให้นักเรียนประดิษฐ์เฮลิคอปเตอร์กระดาษ โดยมีเงื่อนไข คือ ต้องทำให้เฮลิคอปเตอร์ลอยอยู่ในอากาศนานที่สุด

นักเรียนร่วมกันอภิปรายให้ได้ข้อสรุปของปัญหารวมทั้งเงื่อนไขของปัญหาที่ครูกำหนดให้ (ครูคอยให้คำแนะนำนักเรียน)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (4 ชั่วโมง)

ในขั้นที่ 2 เป็นการศึกษาสืบค้นข้อมูลอื่นๆ เพื่อค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาตลอดจนเสนอและอภิปรายว่าจะสามารถนำข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกระดาษปลู่ต่างแสนสวยได้อย่างไร โดยมีกิจกรรมย่อยดังนี้

กิจกรรมย่อยที่ 1 แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ (1 ชั่วโมง)

1. ให้นักเรียนนั่งเป็นวงกลม ตั้งตะกร้าไว้กลางวง ร่วมกันร้องเพลงตามที่กำหนด ยืนลูกบอลให้เพื่อนเวียนไปเรื่อย ๆ จนเพลงจบที่ใครให้สิทธิผู้นั้นโยนลูกบอลให้ลงตะกร้า ทำกิจกรรมซ้ำ 3-5 ครั้ง

2. ครูนำเข้าสู่กิจกรรม เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยครูตั้งประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและต้องการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูใช้คำถามดังนี้

2.1 การออกแรงดึงหรือแรงผลักทำให้วัตถุเคลื่อนที่หรือหยุดการเคลื่อนที่ได้
อย่างไร (แรงมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ เราต้องใช้แรงดึงหรือแรงผลักมากกระทำจึงทำให้วัตถุที่
หยุดนิ่งเกิด การเคลื่อนที่ หรือทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่เกิดการเคลื่อนที่ช้าลง เคลื่อนที่เร็วขึ้น
หยุดการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนทิศทาง)

3. ให้นักเรียนศึกษาวิธีทำกิจกรรม เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในใบงานที่ 1
ให้เข้าใจ

4. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นขั้นตอนวิธีการทำกิจกรรม

5. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ และบันทึกผลการทำกิจกรรม
ในใบงานที่ 1

6. ให้ผู้แทนนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้
ซึ่งกันและกัน

กิจกรรมย่อยที่ 2 แรงผลัก แรงดึง (1 ชั่วโมง)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กัน โยน-รับ ลูกฟุตบอล หน้าชั้นเรียน

2. ครูนำเข้าสู่กิจกรรม เรื่อง แรงผลัก แรงดึง โดยครูตั้งประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนเกิด
ความสงสัยและต้องการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

2.1 ขณะที่นักเรียนโยนลูกฟุตบอลนักเรียนออกแรงอย่างไร (แรงผลัก)

2.2 ขณะที่นักเรียนรับลูกฟุตบอลนักเรียนออกแรงอย่างไร (แรงดึง)

3. ให้นักเรียนศึกษาวิธีทำกิจกรรม เรื่อง แรงผลัก แรงดึง ในใบงานที่ 2 ให้เข้าใจ

4. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นขั้นตอนวิธีการทำกิจกรรม

5. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง แรงผลัก แรงดึง และบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 2

6. ให้ผู้แทนนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้
ซึ่งกันและกัน

กิจกรรมย่อยที่ 3 การโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศ (1 ชั่วโมง)

1. ครูถามคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม เรื่อง การโยนวัตถุขึ้นไป
ในอากาศ ดังนี้

1.1 เมื่อโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศจะเกิดอะไรขึ้น (วัตถุจะตกลงสู่พื้นโลกเสมอ)

1.2 วัตถุทุกชนิดตกสู่พื้นหรือไม่ (วัตถุทุกชนิดตกสู่พื้น)

1.3 วัตถุทุกชนิดตกสู่พื้นได้เพราะเหตุใด (แรงโน้มถ่วงของโลก)

2. ให้นักเรียนตอบคำถามลงในกระดาษที่ครูเตรียมให้

3. ให้นักเรียนศึกษาวิธีทำกิจกรรม เรื่อง การโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศ ในใบงานที่ 3 ให้เข้าใจ
4. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นขั้นตอนวิธีการทำกิจกรรม
5. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง การโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศ และบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 3
6. ให้ผู้แทนนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

กิจกรรมย่อยที่ 4 วัตถุดิบของหนักเท่าไร (1 ชั่วโมง)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนเกี่ยวกับการชั่งน้ำหนักจากสิ่งของ โดยครูให้ความรู้นักเรียน ดังนี้

มวลของวัตถุซึ่งเป็นปริมาณของเนื้อของวัตถุไม่มีแรงดึงดูดมาเกี่ยวข้องและจะหาค่าได้จากเครื่องชั่ง 2 งาน มีหน่วยเป็นกรัมหรือกิโลกรัม

ส่วนแรงดึงดูดของโลกนั้นหาค่าได้จากเครื่องชั่งสปริง มีหน่วยเป็นนิวตัน แต่การชั่งน้ำหนักซึ่งมีปริมาณแรงดึงดูดของโลกนั้นโดยทั่วไปในชีวิตประจำวันใช้เครื่องชั่งสปริงงานเดียวและใช้หน่วยในการชั่งเป็นกรัมหรือกิโลกรัม

2. ครูตั้งประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและต้องการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูใช้คำถาม ดังนี้
 - วัตถุดิบของหนักเท่าไร
3. ให้นักเรียนตอบคำถามลงในกระดาษที่ครูเตรียมให้
4. ให้นักเรียนศึกษาวิธีทำกิจกรรม เรื่อง วัตถุดิบของหนักเท่าไร ในใบงานที่ 4 ให้เข้าใจ
5. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นขั้นตอนวิธีการทำกิจกรรม
6. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง วัตถุดิบของหนักเท่าไร และบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานที่ 4
7. ให้ผู้แทนนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (1 ชั่วโมง)

ให้นักเรียนนำข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเสลลอปเตอร์กระดาษ โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ของปัญหาที่ครูกำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (2 ชั่วโมง)

ให้นักเรียนกำหนดขั้นตอนและวิธีการในการประดิษฐ์เฮลิคอปเตอร์กระดาษ ตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นดำเนินการประดิษฐ์เฮลิคอปเตอร์กระดาษ

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา (1 ชั่วโมง)

ครูให้นักเรียนนำเฮลิคอปเตอร์กระดาษที่นักเรียนประดิษฐ์เสร็จแล้วปล่อยลงจาก ชั้น 3 ของอาคารเรียน และจับเวลาเพื่อดูว่าเฮลิคอปเตอร์กระดาษของใครอยู่ในอากาศได้นานที่สุด จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุป และอภิปรายผลเกี่ยวกับการประดิษฐ์เฮลิคอปเตอร์กระดาษ เมื่อได้ข้อสรุปแล้วก็นำข้อมูลไปประเมินผล แต่ถ้านักเรียนคนไหนทำการประดิษฐ์เฮลิคอปเตอร์ กระดาษไม่สำเร็จก็ย้อนกลับไปทำขั้นตอนอื่น ๆ ที่ผ่านมา อาจค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมและร่วมกัน อภิปรายกับครูอีกครั้ง เพื่อให้ทราบถึงข้อผิดพลาดและแก้ไขได้ตรงจุด จากนั้นครูให้นักเรียนนำ เฮลิคอปเตอร์กระดาษมาแข่งกันอีกครั้งเพื่อดูว่าเฮลิคอปเตอร์กระดาษของใครลอยอยู่ในอากาศได้ นานที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (1 ชั่วโมง)

ครูให้นักเรียนนำเสนอเฮลิคอปเตอร์กระดาษที่นักเรียนประดิษฐ์ขึ้น รวมทั้งนำเสนอขั้นตอนและวิธีการที่ใช้ในการประดิษฐ์เฮลิคอปเตอร์กระดาษเป็นลำดับขั้นตอนต่อ คุณครูและเพื่อนร่วมชั้น

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
2. ใบงานที่ 2 เรื่อง แรงผลัก แรงดึง
3. ใบงานที่ 3 เรื่อง การโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศ
4. ใบงานที่ 4 เรื่อง วัสดุสิ่งของหนักเท่าไร
5. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
6. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เฮลิคอปเตอร์กระดาษ คือ กระดาษ ไม่บรรทัด ดินสอ ยางลบ กรรไกร ลวดเสียบกระดาษ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<p>ด้านความรู้</p> <p>1. นักเรียนสามารถประดิษฐ์เฮลิคอปเตอร์กระดาษได้</p>	<p>ตรวจสิ่งประดิษฐ์เฮลิคอปเตอร์กระดาษ</p>	<p>แบบประเมินสิ่งประดิษฐ์</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p>
<p>2. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถอธิบายผลของการออกแรงที่กระทำต่อวัตถุได้</p>	<p>ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ</p>	<p>ใบงานที่ 1 เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p>
<p>4. นักเรียนสามารถทดลองและบอกได้ว่าใช้แรงดึง หรือแรงผลักกระทำต่อวัตถุ</p>	<p>ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง เรื่อง แรงผลัก แรงดึง</p>	<p>ใบงานที่ 2 เรื่อง แรงผลัก แรงดึง</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p>
<p>5. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปผลการทดลองได้ว่าวัตถุจะตกลงสู่พื้นโลก</p> <p>6. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าวัตถุจะตกลงสู่พื้นโลก</p>	<p>ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง การโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศ</p>	<p>ใบงานที่ 3 เรื่อง การโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศ</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<p>7. นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือชั่งน้ำหนักของวัตถุได้</p> <p>8. นักเรียนรู้จักเลือกใช้น้ำหนักหน่วยน้ำหนักได้เหมาะสมกับน้ำหนักของวัตถุสิ่งของ</p>	<p>ตรวจใบงานที่ 4 เรื่อง วัตถุสิ่งของหนักเท่าไร</p>	<p>ใบงานที่ 4 เรื่อง วัตถุสิ่งของหนักเท่าไร</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p>
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. อยู่อย่างพอเพียง 3. นักเรียนมุ่งมั่นในการทำงาน 	<p>สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ขณะเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน</p>	<p>แบบประเมินผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p>

แบบประเมินสิ่งประดิษฐ์

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การวางแผนในการออกแบบ	วางแผนในการออกแบบอย่างคิดสร้างสรรค์ เหมาะสม มีความละเอียด และมีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิธีการทั้งหมด	วางแผนที่จะออกแบบ อย่างคิดริเริ่ม และเหมาะสม มีความละเอียด แต่ไม่มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม และไม่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิธีการ	วางแผนที่จะออกแบบอย่างเหมาะสม แต่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ ไม่มีความละเอียด และไม่มี การเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม	วางแผนที่จะออกแบบ ตามแบบอย่าง โดยไม่มีความคิดสร้างสรรค์ หรือ ออกแบบตามที่ครูแนะนำ
2. การประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบ	ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่าง เป็นขั้นตอน ด้วยความคล่องแคล่ว มีการปรับปรุงเป็นระยะ ๆ	ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่าง เป็นขั้นตอน ด้วยความคล่องแคล่ว มีการปรับปรุงบ้าง	ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่าง เป็นขั้นตอน แต่มีการแก้ไขปรับปรุงเป็นระยะบ้าง	ประดิษฐ์ข้ามขั้นตอนและไม่มี การปรับปรุง
3. การนำเสนอสิ่งประดิษฐ์	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์โดยนำไปใช้ได้จริง ถูกต้อง น่าสนใจ และชัดเจน มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์ โดยนำไปใช้ได้จริง ถูกต้อง น่าสนใจ และชัดเจน แต่ไม่มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์ได้ แต่ไม่ชัดเจน ต้องมีการยกตัวอย่างเพิ่มเติม ให้เข้าใจง่าย	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ ไม่สื่อความหมาย ไม่ชัดเจน

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์	ดูแล เก็บ และทำความสะอาด อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการ ออกแบบและ ประดิษฐ์อย่าง ถูกต้องตาม หลักการ และ แนะนำให้ผู้อื่น ดูแลและเก็บรักษา ได้ถูกต้อง	ดูแล และทำความสะอาด อุปกรณ์ และ/หรือเครื่องมือ ในการออกแบบ และประดิษฐ์อย่าง ถูกต้อง แต่เก็บไม่ ถูกต้อง	ดูแล เก็บ และทำความสะอาด อุปกรณ์และ/หรือ เครื่องมือในการ ออกแบบและ ประดิษฐ์ แต่ไม่ ถูกต้อง	ไม่ดูแลอุปกรณ์ และ/หรือ เครื่องมือในการ ออกแบบ และ ประดิษฐ์ และ ไม่สนใจทำความสะอาด และเก็บ ไม่ถูกต้อง

แบบประเมินผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ดีเยี่ยม (2)	ดี (2)	ผ่าน (1)	ไม่ผ่าน (0)
ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียน	ตั้งใจ เอาใจใส่ในการเรียน	ไม่ตั้งใจเรียน
อยู่อย่างพอเพียง	ใช้เงิน ของใช้ส่วนตัวและของส่วนรวมอย่างประหยัด คู้มค่า เก็บรักษาดูแลอย่างดี ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ไม่เอาเปรียบผู้อื่น	ใช้เงิน ของใช้ส่วนตัวและของส่วนรวมอย่างประหยัดและเก็บรักษาดูแลอย่างดี ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล	ใช้เงินและของใช้ส่วนตัวอย่างประหยัด	ใช้เงินและของใช้ส่วนตัวอย่างไม่ประหยัด
มุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ	เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	ไม่ตั้งใจปฏิบัติหน้าที่การทำงาน

แบบบันทึกคะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คุณลักษณะอันพึงประสงค์			คะแนนรวม	คิดเป็นร้อยละ	ผลการตัดสิน
		ใฝ่เรียนรู้	อยู่อย่างพอเพียง	มุ่งมั่นในการทำงาน			
		(3)	(3)	(3)			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการสอน

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

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

(.....)

ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

คะแนนเต็ม 10 คะแนน
ได้.....คะแนน

ใบงานที่ 1 เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายผลของการออกแรงที่กระทำต่อวัตถุ

คำสั่ง

ให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจ ปฏิบัติตามขั้นตอนในวิธีทำ บันทึกผล และตอบคำถาม

วัสดุอุปกรณ์

ลูกฟุตบอล 1 ลูก

วิธีทำ ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนแล้วยืนกันคนละฝั่งจากนั้นเตะลูกฟุตบอลให้ฝ่ายตรงข้ามรับลูกฟุตบอล สังเกต และบันทึกผล



คำถามก่อนทำกิจกรรม

ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าคำตอบที่ถูกต้อง

1. นักเรียนคิดว่าขณะที่นักเรียนออกแรงเตะลูกฟุตบอล นักเรียนต้องใช้แรงชนิดใด

แรงผลัก

แรงดึง

2. นักเรียนคิดว่าขณะที่นักเรียนออกแรงเตะลูกฟุตบอล ลูกฟุตบอลมีการเคลื่อนที่อย่างไร

ลูกฟุตบอลเปลี่ยนจากหยุดนิ่งเป็นเคลื่อนที่

ลูกฟุตบอลเปลี่ยนจากเคลื่อนที่เป็นหยุดนิ่ง

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง การใช้แรงกระทำต่อลูกฟุตบอล (2 คะแนน)

กิจกรรม	การใช้แรงกระทำต่อวัตถุ		การเปลี่ยนแปลงของลูกฟุตบอล
	แรงดึง	แรงผลัก	
1. ขณะที่นักเรียนออกแรงเตะลูกฟุตบอล			
2. ขณะที่นักเรียนออกแรงรับลูกฟุตบอล			

คำถามหลังทำกิจกรรม

ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย \checkmark ลงใน หน้าคำตอบที่ถูกต้อง และตอบคำถาม

- ขณะที่นักเรียนออกแรงเตะลูกฟุตบอล ลูกฟุตบอลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (1 คะแนน)
 - ลูกฟุตบอลเปลี่ยนจากหยุดนิ่งเป็นเคลื่อนที่
 - ลูกฟุตบอลเปลี่ยนจากหยุดนิ่งเป็นเปลี่ยนรูปทรง
- ขณะที่นักเรียนรับลูกฟุตบอลที่เพื่อนเตะมาให้ ลูกฟุตบอลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (1 คะแนน)
 - ลูกฟุตบอลเปลี่ยนจากเคลื่อนที่เป็นเคลื่อนที่เร็วขึ้น
 - ลูกฟุตบอลเปลี่ยนจากเคลื่อนที่เร็วเป็นหยุดนิ่ง
- ถ้านักเรียนต้องการให้ลูกฟุตบอลเคลื่อนที่เร็วขึ้น นักเรียนจะอย่างไร (1 คะแนน)
 - ออกแรงเตะลูกฟุตบอลแรงขึ้น
 - ออกแรงเตะลูกฟุตบอลเบาๆ
- สรุปผลการทดลองได้อย่างไร ให้เขียนเป็นแผนผังความคิด (5 คะแนน)

ใบงานที่ 2 เรื่อง แรงผลัก แรงดึง

คะแนนเต็ม 10 คะแนน
ได้.....คะแนน

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถทดลองและบอกได้ว่าใช้แรงดึง หรือแรงผลักกระทำต่อวัตถุ

คำสั่ง

ให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจ ปฏิบัติตามขั้นตอนในวิธีทำ และบันทึกผลการทำกิจกรรม

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนทำนายการใช้แรงในการทำกิจกรรมที่กำหนดให้ต่อไปนี้เป็นแรงดึงหรือแรงผลัก
2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดให้แล้วบันทึกผลการใช้แรงลงในตาราง

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง การใช้แรงกระทำต่อวัตถุ (5 คะแนน)

กิจกรรม	ทำนายการใช้แรงกระทำต่อวัตถุ		การใช้แรงกระทำต่อวัตถุ	
	แรงดึง	แรงผลัก	แรงดึง	แรงผลัก
1. ปิดประตูห้องเรียน				
2. จัดโต๊ะนักเรียนให้ตรงแถว				
3. ลุกเพื่อนให้ลุกจากเก้าอี้				
4. ถือสมุดทำงานไปวางบนโต๊ะครู				
5. โยนรับลูกฟุตบอล				

สรุปผลการทำกิจกรรม (5 คะแนน)

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้.....คะแนน

ใบงานที่ 3 เรื่อง การโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปผลการทดลองได้ว่าวัตถุจะตกลงสู่พื้นโลก
2. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าวัตถุจะตกลงสู่พื้น

คำสั่ง

ให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจ ปฏิบัติตามขั้นตอนในวิธีทำ บันทึกผล และตอบคำถาม

วัสดุอุปกรณ์

1. ลูกปิงปอง
2. ลูกฟุตบอล
3. ขางลบ
4. กระดาษ
5. สำลี

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนโยนวัตถุต่าง ๆ ที่กำหนดให้ขึ้นไปในอากาศ
2. ให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุ และบันทึกผลการทดลอง

คำถามก่อนการทำกิจกรรม

นักเรียนคิดว่า เมื่อวัตถุถูกโยนขึ้นไปในอากาศแล้วจะเป็นอย่างไร

บันทึกผลการทำกิจกรรม (5 คะแนน)

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ผลการโยนวัตถุแต่ละชนิดเป็นอย่างไร (2.5 คะแนน)

2. สรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร (2.5 คะแนน)

คะแนนเต็ม 10 คะแนน
ได้.....คะแนน

ใบงานที่ 4 เรื่อง วัดตุลิ่งของหนักเท่าไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือชั่งน้ำหนักของวัตถุได้
2. นักเรียนรู้จักเลือกใช้น้ำหนักได้เหมาะสมกับน้ำหนักของวัตถุสิ่งของ

คำสั่ง

ให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจ ปฏิบัติตามขั้นตอนในวิธีทำ บันทึกผล และตอบคำถาม

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง
2. วัตถุสิ่งของต่างๆ เช่น กล้องคืนสอ แก้วน้ำ สมุด หนังสือ

วิธีทำ

ให้นักเรียนชั่งวัตถุสิ่งของบนเครื่องชั่งสปริง จากนั้นบันทึกค่าน้ำหนักของวัตถุสิ่งของที่ชั่งลงในตาราง

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง น้ำหนักของวัตถุสิ่งของ (8 คะแนน)

วัตถุสิ่งของ	น้ำหนัก	หน่วยกรัม หรือ กิโลกรัม
1.		
2.		
3.		
4.		

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. วัตถุสิ่งของที่มีน้ำหนักเบา นักเรียนใช้หน่วยเป็นกรัมหรือกิโลกรัม (1 คะแนน)

2. วัตถุสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก นักเรียนใช้หน่วยเป็นกรัมหรือกิโลกรัม (1 คะแนน)

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ข้อที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
1-4	ทักษะการสังเกต
5-8	ทักษะการวัด
9-12	ทักษะการจำแนก
13-16	ทักษะการคำนวณ
17-18	ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา
19-22	ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
23-26	ทักษะการลงความคิดเห็นของข้อมูล
27-30	ทักษะการพยากรณ์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
 2. ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจ แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างที่ต้องกับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ
-

1. สิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ขณะที่เพื่อนเป่าลูกโป่ง คือข้อใด (ทักษะการสังเกต)
 - ก. ถ้าเป่าเอาอากาศเข้าไปมาก ๆ ลูกโป่งจะแตก
 - ข. ลูกโป่งค่อย ๆ พองขึ้น
 - ค. มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในลูกโป่งมากขึ้น
 - ง. มีก๊าซออกซิเจนเข้าไปในลูกโป่งมากขึ้น

2. วัตถุชนิดหนึ่งมีสีน้ำตาล ผิวเรียบ เมื่อเคาะจะมีเสียงดัง จากข้อมูลดังกล่าวมีการใช้ประสาทสัมผัสชนิดใดในการสังเกตบ้าง (ทักษะการสังเกต)
 - ก. ตา หู
 - ข. ตา หู กาย
 - ค. ตา หู ลิ้น กาย
 - ง. ตา หู จมูก กาย

3. ข้อใดเป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเกลือ (ทักษะการสังเกต)
 - ก. เกลือใช้ทำอาหาร
 - ข. เกลือทำมาจากน้ำทะเล
 - ค. เกลือมีสีขาว เม็ดเล็ก ๆ มีรสเค็ม
 - ง. เกลือควรเก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิด

4. ขณะที่นักเรียนใช้กาต้มน้ำจนเดือด นักเรียนสังเกตเห็นอะไร (ทักษะการสังเกต)
- ก. น้ำในกาต้มน้ำลดลง
 - ข. น้ำในกาต้มน้ำเพิ่มขึ้น
 - ค. มีไอน้ำพุ่งออกมาจากกาต้มน้ำ
 - ง. น้ำในกาต้มน้ำมีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
5. ถ้านักเรียนต้องการวัดเส้นรอบวงของลูกบอล ควรเลือกใช้เครื่องมือชนิดใด (ทักษะการวัด)
- ก. เชือก ไม้บรรทัด
 - ข. ไม้เมตร ไม้บรรทัด
 - ค. ไม้บรรทัด ปากกา
 - ง. ไม้เมตร ปากกา
6. ข้อใดบอกหน่วยของการวัดได้ถูกต้อง (ทักษะการวัด)
- ก. ข้าวสารหนัก 35 กิโลกรัม
 - ข. นักเรียนสูง 130 มิลลิเมตร
 - ค. หนังสือกว้าง 3 เมตร
 - ง. กระดานดำยาว 2 ฟุต
7. ใครเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้เหมาะสมที่สุด (ทักษะการวัด)
- ก. ในที่วัดส่วนสูงของตนเองโดยใช้ตลับเมตร
 - ข. ตะวันใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ
 - ค. จิ๋จ๋าใช้ไม้บรรทัดวัดความสูงของเสาธง
 - ง. จ๊ะจ๋าใช้เครื่องชั่งสปริงชั่งน้ำหนักตัวเอง

8. ถ้านักเรียนต้องการข้อมูลที่ถูกต้องและใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดนักเรียนควรทำอย่างไร (ทักษะการวัด)

- ก. เลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด
- ข. ทำการวัดหลาย ๆ ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย
- ค. เลือกใช้หน่วยการวัดที่ละเอียดที่สุด
- ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

9. ดอกทานตะวัน ดอกราชพฤกษ์ จัดเป็นดอกไม้ในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้เกณฑ์อะไร (ทักษะการจำแนก)

- ก. สี
- ข. รูปร่าง
- ค. ประโยชน์
- ง. กลิ่น

10. การจำแนกประเภทมีประโยชน์อย่างไร ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ทักษะการจำแนก)

- ก. สะดวกต่อการศึกษา ค้นคว้าได้ง่าย
- ข. เป็นระเบียบ เรียบร้อย
- ค. หยิบใช้ได้ง่าย
- ง. เพื่อให้เกิดเป็นนิสัย

11. กลุ่มที่ 1 ขางลบ ไม้บรรทัด ลูกบอล

กลุ่มที่ 2 กระเป๋านักเรียน ปากกา รถของเล่นพลาสติก

จากข้อความข้างต้นใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนก ออกเป็น 2 กลุ่ม (ทักษะการจำแนก)

- ก. ของเล่น ของใช้
- ข. ทำจากวัสดุชนิดเดียว ทำจากวัสดุหลายชนิด
- ค. ทำจากยาง ทำจากพลาสติก
- ง. นำไฟฟ้า ไม่นำไฟฟ้า

12.

รถของเล่นพลาสติก กล่องดินสอ ไม้บรรทัด ม้าโยก รถบังคับ ยางลบ

จากข้อความข้างต้น นักเรียนจะแบ่งสิ่งของเหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ใดเหมาะสมที่สุด (ทักษะการจำแนก)

- ก. การนำไฟฟ้า
- ข. การใช้ประโยชน์
- ค. ความหนาแน่น
- ง. ของเล่น ของใช้

13. นักเรียนคนใดมีทักษะในการคำนวณ (ทักษะการคำนวณ)

- ก. ปลื้มอ่านค่าน้ำหนักของตัวเองได้
- ข. เต็มบอกจำนวนเพื่อนในห้องได้
- ค. แจกหาผลรวมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ได้
- ง. แก้วเรียงลำดับคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ของเพื่อนในห้องได้

14. ถูงทราย 1 ถูงหนัก 500 กรัม ถูงทราย 7 ถูงหนักกี่กรัม (ทักษะการคำนวณ)

- ก. 3,500 กรัม
- ข. 3,505 กรัม
- ค. 3,550 กรัม
- ง. 3,555 กรัม

15.

ปารมีหนัก 47 กิโลกรัม
 วรรดาหนัก 38 กิโลกรัม
 วราภรณ์หนัก 35 กิโลกรัม

นักเรียนทั้ง 3 คนนี้ มีน้ำหนักเฉลี่ยกี่กิโลกรัม (ทักษะการคำนวณ)

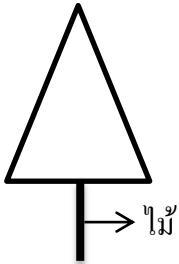
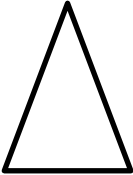
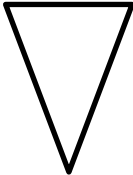
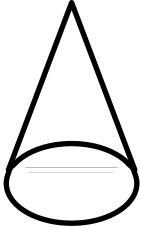

- ก. 37 กิโลกรัม
- ข. 38 กิโลกรัม
- ค. 39 กิโลกรัม
- ง. 40 กิโลกรัม

16. นำขิงวัดอุณหภูมิในห้องเรียนได้ 36 องศาเซลเซียส วัดอุณหภูมิของน้ำเดือดได้ 87 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของห้องเรียนต่างจากอุณหภูมิของน้ำเดือดกี่องศาเซลเซียส (ทักษะการคำนวณ)

- ก. 50 องศาเซลเซียส
- ข. 51 องศาเซลเซียส
- ค. 52 องศาเซลเซียส
- ง. 53 องศาเซลเซียส

17. เมื่อนักเรียนหันหน้าเข้าหาดวงอาทิตย์ในเวลาเช้า ทางขวามือของนักเรียนคือทิศใด (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

- ก. ทิศเหนือ
- ข. ทิศใต้
- ค. ทิศตะวันออก
- ง. ทิศตะวันตก

18.  จากภาพถ้าหมุนไม้ให้เร็วที่สุดจะเกิดภาพตามข้อใด
(ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)
- ก.  ข. 
- ค.  ง. 

19. ถ้าต้องการเปรียบเทียบน้ำหนักของนักเรียนในชั้นเรียนควรใช้วิธีใดที่เหมาะสมที่สุด
(ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. เขียนบรรยาย
ข. เขียนเป็นกราฟแท่ง
ค. เขียนเป็นแผนภาพ
ง. เขียนเป็นตาราง

20. ถ้านักเรียนต้องการสรุปบทเรียน เรื่อง สมบัติของวัสดุ ให้เพื่อนเข้าใจง่ายขึ้น นักเรียนควรใช้วิธีการใดจึงจะเหมาะสมที่สุด (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. เขียนบรรยาย
ข. เขียนเป็นกราฟ
ค. เขียนเป็นตาราง
ง. เขียนเป็นแผนภาพ

21. ถ้านักเรียนต้องการนำเสนอวงจรชีวิตของผีเสื้อ นักเรียนควรใช้วิธีการใดจึงจะเหมาะสมที่สุด (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. เขียนบรรยาย
- ข. เขียนเป็นกราฟ
- ค. เขียนเป็นตาราง
- ง. เขียนเป็นแผนภาพ

22.

ช้างเป็นสัตว์ป่า	สุนัขเป็นสัตว์เลี้ยง
วัวเป็นสัตว์เลี้ยง	กวางเป็นสัตว์ป่า

นักเรียนจะสรุปข้อความที่กำหนดให้ให้กะทัดรัด อ่านเข้าใจง่ายที่สุดตามข้อใด (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. ช้าง สุนัข วัว และกวาง เป็นสัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยง
- ข. ช้างและกวางเป็นสัตว์ป่า สุนัขเป็นสัตว์เลี้ยง และวัวก็เป็นสัตว์เลี้ยงด้วย
- ค. ช้างเป็นสัตว์ป่า และกวางเป็นสัตว์ป่า ส่วนสุนัขและวัวเป็นสัตว์เลี้ยง
- ง. ช้างและกวางเป็นสัตว์ป่า ส่วนสุนัขและวัวเป็นสัตว์เลี้ยง

23. ข้อใด ไม่ใช่ การลงความเห็นจากข้อมูล (ทักษะการลงความคิดเห็นของข้อมูล)

- ก. คุณชนาหน้าตาไม่สดชื่น สงสัยเมื่อคืนนอนดึก
- ข. รุ่งรัตน์ทำคะแนนได้น้อย ไม่อ่านหนังสือแน่เลย
- ค. อีกไม่นานฝนน่าจะหยุดตกแล้ว
- ง. อีกไม่นาน พลังงานเชื้อเพลิงน้ำมันคงหมดไป

24.

ออย : นั่นดอกอะไรสีขาว มีกลิ่นหอมด้วยนะ
 ครีม : ดูแล้วคล้ายกับดอกมะลิเลยนะ
 เมธ : มีกลิ่นหอมจริงๆ ด้วย
 รัก : แล้วพวกเราจะรู้ได้อย่างไรว่าคือดอกอะไร

จากบทสนทนา คำพูดของใครเป็นการลงความเห็นของข้อมูล

(ทักษะการลงความคิดเห็นของข้อมูล)

- ก. ออย
- ข. ครีม
- ค. เมธ
- ง. รัก

25. เมื่อนักเรียนนำน้ำแข็งใส่ลงในแก้ว จะมีหยดน้ำมาเกาะข้างแก้ว หยดน้ำนั้นมาจากไหน

(ทักษะการลงความคิดเห็นของข้อมูล)

- ก. น้ำแข็งที่อยู่ในแก้ว
- ข. จากแก้วที่บรรจุน้ำ
- ค. น้ำที่อยู่ในแก้ว
- ง. ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

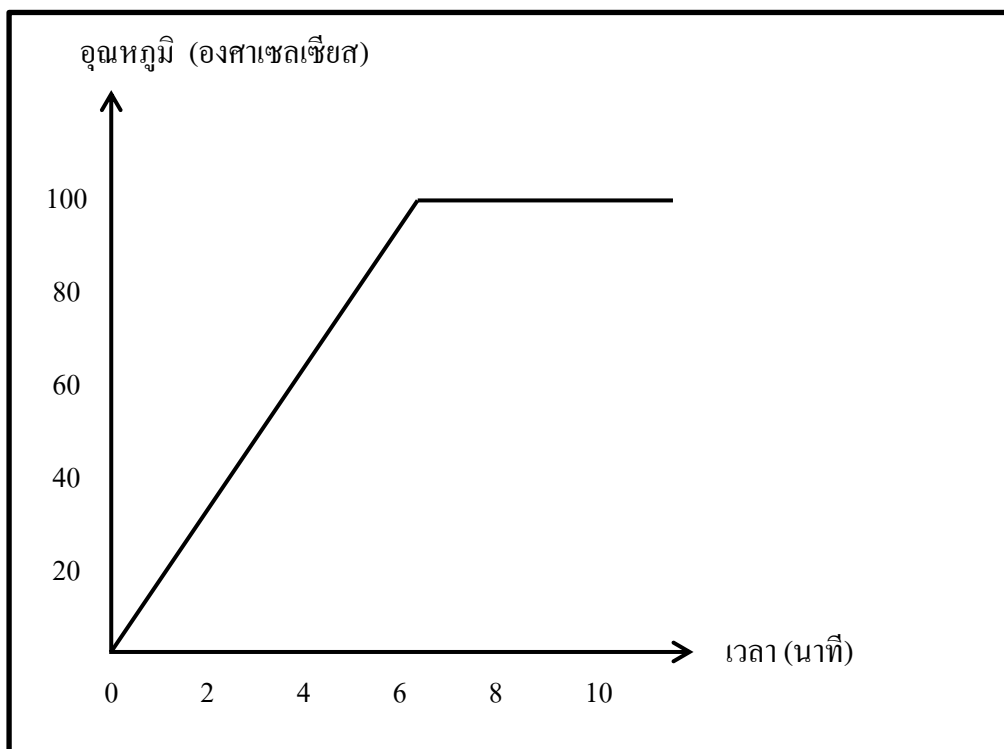
26. ภาชนะ 1 2 3 และ 4 มีของเหลวชนิดเดียวกันบรรจุอยู่เต็ม ตั้งทิ้งไว้ 5 ชั่วโมง สังเกตเห็นว่า

ของเหลวในภาชนะที่ 2 ลดลง ข้อใดกล่าวถูกต้อง (ทักษะการลงความคิดเห็นของข้อมูล)

- ก. ของเหลวในภาชนะทั้ง 4 เป็นชนิดเดียวกัน
- ข. ภาชนะที่ 2 ได้รับความร้อนมากกว่าภาชนะอื่น ๆ
- ค. ภาชนะที่ 2 ได้รับความเย็นมากกว่าภาชนะอื่น ๆ
- ง. ภาชนะที่ 1 3 และ 4 ได้รับความร้อนมากกว่าภาชนะที่ 2

27. ข้อใด ไม่ใช่ การพยากรณ์ (ทักษะการพยากรณ์)
- ก. หนึ่งบอกจำนวนประชากรได้ถูกต้อง
 - ข. สองทายผลการเลือกตั้ง สส. ได้ถูกต้อง
 - ค. สามคาดการณ์ว่า ในปี 2563 ประชากรของจังหวัดเชียงใหม่จะเพิ่มขึ้น 100,000 คน
 - ง. กรมอุตุนิยมวิทยาเตือนให้ประชาชนระวังภัยน้ำท่วม
28. การพยากรณ์ของใครมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด (ทักษะการพยากรณ์)
- ก. ปกป้องพยากรณ์จากประสบการณ์
 - ข. แพนเค้กพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล
 - ค. กุ๊บกิ๊บพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูล
 - ง. บอยพยากรณ์จากหลักการ กฎ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
29. ถ้าน้ำแข็งขั้วโลกละลายหมด นักเรียนคิดว่า จะเกิดอะไรขึ้น (ทักษะการพยากรณ์)
- ก. โลกของเราจะไม่ร้อน
 - ข. ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
 - ค. น้ำจะท่วมโลก
 - ง. ประชากรจะอยู่สบายขึ้น

30. คุณพ่อต้มน้ำ โดยวัดอุณหภูมิขณะต้มเป็นเวลา 10 นาที (ดังแผนภูมิ) ถ้าต้มน้ำ 14 นาที น้ำจะมีอุณหภูมิเท่าไร (ทักษะการพยากรณ์)



- ก. 100 องศาเซลเซียส
- ข. 110 องศาเซลเซียส
- ค. 120 องศาเซลเซียส
- ง. 130 องศาเซลเซียส

เฉลย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

- | | |
|-------|-------|
| 1. ข | 16. ข |
| 2. ข | 17. ข |
| 3. ค | 18. ค |
| 4. ค | 19. ข |
| 5. ก | 20. ง |
| 6. ก | 21. ง |
| 7. ข | 22. ง |
| 8. ง | 23. ง |
| 9. ก | 24. ข |
| 10. ก | 25. ง |
| 11. ข | 26. ข |
| 12. ง | 27. ค |
| 13. ค | 28. ค |
| 14. ก | 29. ก |
| 15. ง | 30. ก |

แบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบสอบถามความพึงพอใจ

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
2. ให้นักเรียนอ่านข้อความในแบบประเมินอย่างละเอียดและพิจารณา แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของนักเรียน
3. ระดับคะแนนแต่ละระดับเทียบกับระดับความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ดังนี้

มีความพึงพอใจมากที่สุด = 5

มีความพึงพอใจมาก = 4

มีความพึงพอใจปานกลาง = 3

มีความพึงพอใจน้อย = 2

มีความพึงพอใจน้อยที่สุด = 1

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
ด้านเนื้อหาสาระ					
1. เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
2. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของนักเรียน					
3. ความรู้ที่ได้รับสามารถเชื่อมโยงกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องในเนื้อหาได้เป็นอย่างดี					
4. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปแก้ปัญหาและเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี					
ด้านครูผู้สอน					
5. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนฟังอย่างชัดเจน					
6. ครูให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการเรียนรู้อย่างทั่วถึง					
7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้					
8. ครูใช้คำถามระหว่างการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิดและอยากมีส่วนร่วม					

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนสอน					
9. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้					
10. การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติจากง่ายไปหายาก					
11. กิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหา ภาษา รูปแบบ ตรงตามความสนใจและความต้องการของนักเรียน					
12. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา					
ด้านการวัดและประเมินผล					
13. วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน					
14. มีการเก็บข้อมูลระหว่างการทำงานเพื่อใช้ประกอบในการวัดผล					
15. นักเรียนทราบผลการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ

ผลการสอบวัดภาษาอังกฤษตามเกณฑ์ CEFR

**BS
RN** BANSOMDEJCHAOPRAYA
RAJABHAT UNIVERSITY

This is to certify that

MS. KASINEE BUNCHUAY

Achieved BSRU English Proficiency Test (BSRU-TEP) level

B2

Given on 27th December 2020



(Assistant Professor Dr Kulsirin Aphiratvoradej)

Director

ภาคผนวก จ
แบบตอบรับและบทความวิจัย



วารสารครุศาสตร์

Journal website: <https://edurmu.org/journal/>



ที่ วคศ.มร.ม. ๐๐๓/๒๕๖๔



รับรองระหว่างปี 2020 - 2024

กองบรรณาธิการ วารสารครุศาสตร์
๘๐ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๓ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความลงวารสารครุศาสตร์

เรียน คุณเกศินี บุญช่วย

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ (The Basic Science Process Skills Development through Learning Management with STEM Education for Grade 3 Students)” เพื่อตีพิมพ์ในวารสารครุศาสตร์ พร้อมทั้งได้แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มีผลการประเมินดังนี้

รายการประเมิน	ผลการประเมินคุณภาพบทความ	
๑. ผลการประเมินคุณภาพของบทความวิจัย	ระดับคุณภาพ	ดี (Good)
๒. ผลการตรวจสอบงานเขียนเพื่อป้องกันการลักลอกผลงานทางวิชาการ (อักขราวิสุทธิ์)	SIMILARITY INDEX	๐.๐๐%

ในการนี้ กองบรรณาธิการได้ตอบรับบทความวิจัยดังกล่าว ตามกระบวนการพิจารณาแล้วจะนำตีพิมพ์ลงในวารสารครุศาสตร์ ปีที่ ๑๘ ฉบับที่ ๑ (มกราคม - เมษายน ๒๕๖๔) หรือฉบับถัดไปตามความเหมาะสม และเมื่อตีพิมพ์เรียบร้อยแล้วจะเผยแพร่ผ่านทางเว็บไซต์ของวารสารครุศาสตร์ (ออนไลน์) ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐรัชย์ จันทร์ชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

และบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์

**การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการ
เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
The Basic Science Process Skills Development through Learning
Management with STEM Education for Grade 3 Students**

เกศินี บุญช่วย^{1,*}, อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด², เพ็ญพร ทองคำสุก³ และ สุภาพร ศรีหามี่⁴
Kasinee Bunchuay^{1,*}, Areewan Iamsaard², Phenporn Thongkamsuk³ and Supaporn Srihamee⁴

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to compare Basic Science Process Skills through Learning Management with STEM Education for Grade 3 Students between before and after the experiment, and 2) to study the satisfaction of Grade 3 Students through Learning Management with STEM Education. The target group was 10 students in grade 3 at Wat Bang Khlo Nok School under the Bang Kho Laem District Office in the second semester, academic year 2019. The research instruments were 1) lesson plans, 2) basic scientific process skills test, and 3) questionnaire on satisfaction. Data were statistically analyzed using mean, standard deviation, and percentage.

The research revealed that: 1) After learning through STEM education management students' basic scientific process skills were higher than those before the experiment, and 2) The students were satisfied with the through Learning Management with STEM Education was at the highest level ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.44).

KEYWORDS: STEM EDUCATION MANAGEMENT / BASIC SCIENTIFIC PROCESS SKILLS / SATISFACTION

¹ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน) คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ประเทศไทย

M.Ed. (Curriculum and Instruction Program), Faculty of Education, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Thailand.

² รองศาสตราจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ประเทศไทย

Associate professor, Faculty of Education, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Thailand.

³ อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ประเทศไทย

Instructor, Faculty of Education, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Thailand.

⁴ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ประเทศไทย

Assistant professor, Faculty of Education, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Thailand.

*Corresponding author; E-mail address: pinkza_two@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ 2) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.44)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา , ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน , ความพึงพอใจ

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้จัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและระดมทรัพยากรที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้ 1) เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตรอบตัว 2) เข้าใจลักษณะที่ปรากฏ ชนิดและสมบัติบางประการของวัสดุที่ใช้ทำวัตถุและการเปลี่ยนแปลงของวัสดุรอบตัว 3) เข้าใจการตั้ง การผลึก แรงแม่เหล็ก และผลของแรงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุพลังงานไฟฟ้า และการผลิตไฟฟ้า การเกิดเสียง แสงและการมองเห็น 4) เข้าใจการปรากฏของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาว ปรากฏการณ์การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ การเกิดกลางวัน กลางคืน การกำหนดทิศ ลักษณะของหิน การจำแนกชนิดดินและการใช้ประโยชน์ ลักษณะและความสำคัญของอากาศ การเกิดลม ประโยชน์และโทษของลม 5) ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจสังเกต สำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย รวบรวมข้อมูล บันทึก และอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบด้วยการเขียนหรือวาดภาพ และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง หรือด้วยการแสดงท่าทางเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ 6) แก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหา มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเบื้องต้น รักษาข้อมูลส่วนตัว 7) แสดงความกระตือรือร้นสนใจที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ มีส่วน

ร่วมในการแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น 8) แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จนงานลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข 9) ตระหนักถึงประโยชน์ของการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ ได้เปิดกว้างทางความคิด มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ พัฒนาชีวิตด้วยทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมภายนอกมากกว่าแค่การซึมซับความรู้ภายในห้องเรียน การทำความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ต้องเปิดพื้นที่การเรียนรู้และขยายขอบเขตการสร้างความรู้ให้สอดคล้องกับสภาพสังคมที่กำลังวิวัฒนาการอย่างต่อเนื่อง ดังเห็นได้จากทั่วทุกมุมโลกสามารถสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลถึงกันด้วยคอมพิวเตอร์แบบพกพา สารสนเทศและความรู้เริ่มเข้าถึงตัวผู้เรียนเพียงแค่ปลายนิ้วสัมผัส ผู้สอนจึงต้องปรับเปลี่ยนบทบาทการเรียนการสอนจากผู้ถ่ายทอดความรู้มาสู่การเป็นผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ ส่งเสริมคุณลักษณะต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ดำรงชีวิตและช่วยค่าจุนให้ผู้เรียนสามารถอยู่ร่วมกับสังคมได้อย่างปกติสุข ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยรู้จักนำหลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาให้มีขึ้นก่อนในระดับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นควรเป็นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดจำแนก ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ซึ่งทักษะดังกล่าวถือว่าเป็นทักษะขั้นพื้นฐานที่จำเป็นต้องมีและต้องพัฒนาให้มีขึ้นในระดับประถมศึกษาก่อนที่จะพัฒนาแนวความคิดและทักษะขั้นผสมผสานซึ่งเป็นทักษะขั้นสูงต่อไป (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2558)

ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก ในปีการศึกษา 2559-2561 ของวิชาวิทยาศาสตร์พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 38.20, 39.07 และ 40.75 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแต่ละปีพบว่าต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ทั้ง 3 ปีการศึกษา คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2559-2561 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 64.72, 62.59, และ 68.04 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่โรงเรียนตั้งไว้ คือ ระดับดี ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้ความรู้เพียงอย่างเดียวเพื่อใช้ในการสอบเท่านั้น แต่ไม่ได้สอนให้ผู้เรียนคิด และลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะต่าง ๆ ในการค้นหาความรู้ การสร้างองค์ความรู้ให้กับตัวเอง ดังนั้น การที่จะส่งเสริมและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เจริญก้าวหน้าจำเป็นต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาให้มีคุณภาพ ปัจจัยที่ช่วยให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เกิดประสิทธิผลตามจุดมุ่งหมาย คือ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ในด้านเนื้อหา และมีการปรับเปลี่ยนวิธีการสอนจากการถ่ายทอดความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) เมื่อพิจารณาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่สามารถทำให้นักเรียนบรรลุตาม

จุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาได้ เนื่องจากนักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถสร้างองค์ความรู้และความคิดแปลกใหม่ให้เกิดขึ้นได้ (มณฑาทกัญจน์ บุพศิริ, 2552)

จากสภาพปัญหาดังกล่าว มีนักวิชาการทำการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการบูรณาการระหว่างสาขาวิชาให้มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในชั้นเรียนกับบริบทโลกของความเป็นจริง (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556) มาเชื่อมโยงในกระบวนการเรียนรู้การสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานจากการคิดค้น การแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ สามารถเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียนโดยนำสิ่งที่เรียนรู้ในระบบโรงเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (พลศักดิ์ แสงพรมศรี, 2558)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อจะได้เป็นทางเลือกให้ครูผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องหรือสนใจนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

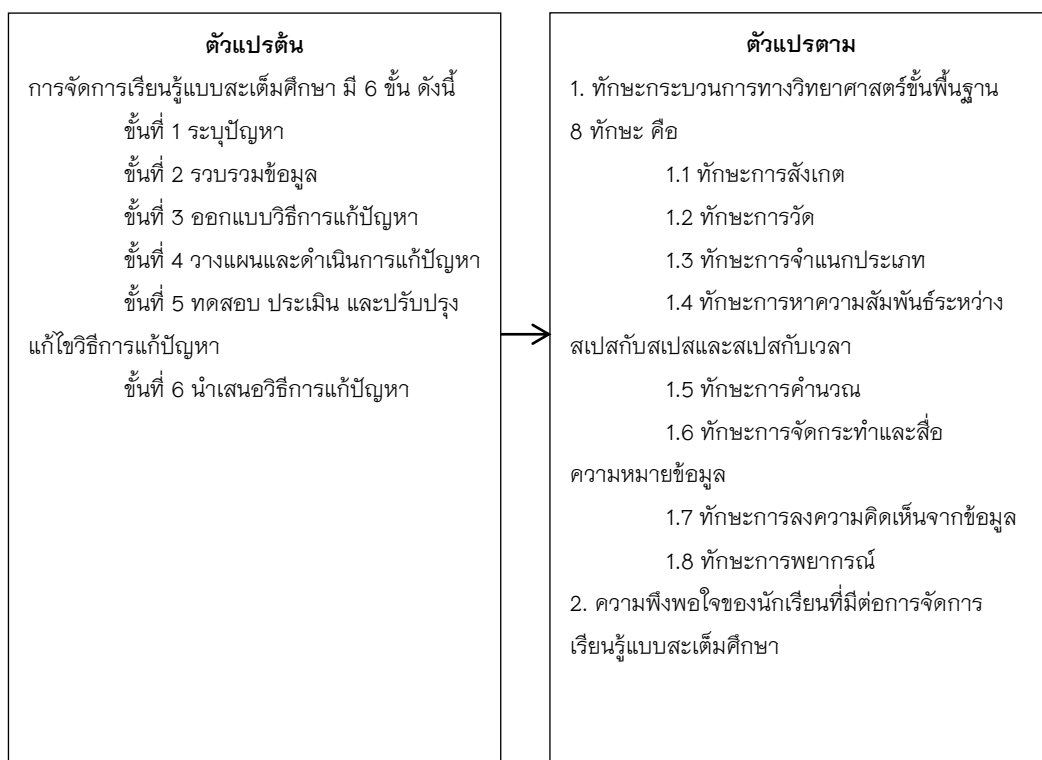
1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดบางโคล่นอก สำนักงานเขตบางคอแหลม สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 10 คน เป็นนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกประชากรแบบเจาะจง เนื่องจากโรงเรียนมีขนาดเล็ก

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 3 ชนิด ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวนทั้งหมด 2 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระจกพลูต่างแสนสวย และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เฮลิคอปเตอร์กระดาษ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีเวลาเรียนแผนละ 10 ชั่วโมง รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยแบบทดสอบมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.43 – 0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.27 – 0.53 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84
3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 15 ข้อ โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามในรูปของข้อความและตัวเลือก ผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถามเป็นข้อความทางบวกแบบสอบถามมีทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระ ด้านครูผู้สอน ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนสอน และด้านการวัด

และประเมินผล โดยแบบสอบถามความพึงพอใจมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระจกฟลูตต่างแสนสวย และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เฮลิคอปเตอร์กระดาษ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีเวลาเรียนแผนละ 10 ชั่วโมง รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง
3. ทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
4. นำผลการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มาเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
5. ประเมินความพึงพอใจ จากแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของผู้เรียน โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ
2. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัย

จากผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยมีดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การใช้กิจกรรม	จำนวนนักเรียน (N)	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
ก่อนการใช้กิจกรรม	10	30	13.80	0.50	46.00
หลังการใช้กิจกรรม	10	30	22.10	0.73	73.67

จากตารางที่ 1 พบว่า การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนก่อนเรียน ($\bar{X} = 13.80$, S.D.= 0.50) คิดเป็นร้อยละ 46.00 และคะแนนหลังเรียน ($\bar{X} = 22.10$, S.D.= 0.73) คิดเป็นร้อยละ 73.67

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในภาพรวม

ด้านการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหาสาระ	4.53	0.52	มากที่สุด
2. ด้านครูผู้สอน	4.65	0.40	มากที่สุด
3. ด้านการจัดการเรียนการสอน	4.63	0.50	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและประเมินผล	4.73	0.34	มากที่สุด
รวม	4.64	0.44	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.44) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.73$, S.D. = 0.34) รองลงมา คือ ด้านครูผู้สอน ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.40) และน้อยที่สุด คือ ด้านเนื้อหาสาระ ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.52) ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีลักษณะเน้นผู้เรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทักษะการคิด และทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้างและพัฒนาความคิดค้นสิ่งต่าง ๆ และเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูล เครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน จึงทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ คือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง

สเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 5) ทักษะการคำนวณ 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิชุดชณา จิตรักศิลป์ (2560) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของสุริยนต์ คุณารักษ์ (2561) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการ จัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองทั้งด้วยตนเอง นักเรียนได้พัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกกิจกรรม แสดงความคิดเห็น ตอบคำถาม อภิปรายอย่างมีเหตุผล โดยมีครู คอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกพร้อมทั้งคอยกระตุ้นในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนทุก คนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อและอุปกรณ์ตลอดจนการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนกล้า แสดงออกเกิดความมั่นใจมีความสุข สนุกสนานจากการเรียนรู้ รวมทั้งมีการวัดและประเมินผลควบคู่ไปกับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่เสมอ ใบบางในแต่ละกิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิด วางแผน ออกแบบ แก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา และสร้างชิ้นงานอย่างมีเหตุผล ได้ทราบความก้าวหน้าภูมิใจในผลงานทั้งของตนเองและ ผลงานของกลุ่มเกิดความพึงพอใจซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชุดชณา จิตรักศิลป์ (2560) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การ เคลื่อนที่ และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ความพึง พพอใจของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด สอดคล้องกับ งานวิจัยของสุริยนต์ คุณารักษ์ (2561) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับ มากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. คำนึงถึงเวลาควรจัดสรรให้เหมาะสมกับกิจกรรม และศักยภาพของนักเรียน เพราะการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง

2. ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็ม ศึกษา ที่ต้องบูรณาการความรู้ในการออกแบบทางวิศวกรรม และเทคโนโลยี เพื่อสร้างชิ้นงานขึ้น เป็นขั้นที่ยัง

ไม่เคยเกิดขึ้นในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนไม่มีความมั่นใจในการปฏิบัติกิจกรรม การออกแบบเลือกวัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน ดังนั้นครูควรดูแล ให้คำแนะนำในการปฏิบัติกิจกรรม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ และในระดับชั้นอื่น ๆ
2. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรนำกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบอื่น ๆ เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ประสาธน์ เถืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 1). พิมพ์ที่บริษัท แอคทีฟ พรินท์ จำกัด.
- พลศักดิ์ แสงพรศรี. (2558). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับปกติ* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มิณฑกาญจน์ บุญศิริ. (2552). *ผลการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์โดยการสอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสกลนคร.
- วิรัชชญา จิตรศักดิ์. (2560). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงการเคลื่อนที่และพลังงานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสกลนคร.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษา. (2561). *ผลการประเมินการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET)*. <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/School/ReportSchoolBySchool.aspx?mi=2>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุริยนต์ คุณารักษ์. (2561). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสกลนคร, สกลนคร.

อภิสิทธิ์ รัชไชย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. *วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*, 19(1), 15-18.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล

นางสาวเกศินี บุญช่วย

วัน/เดือน/ปี เกิด

วันที่ 7 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2532

ภูมิลำเนา

บ้านเลขที่ 146 หมู่ 7 ตำบลสรรพยา

อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท 17150

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2555

ระดับปริญญาตรี การศึกษามัธยมศึกษา (กศ.บ.)

มหาวิทยาลัยบูรพา

วิชาเอกการสอนวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์)

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน

ครู โรงเรียนวัดบางโคล่นอก

สำนักงานบางคอแหลม กรุงเทพมหานคร