



ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อ
ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

THE EFFECTS OF USING SCIENCE LEARNING UNIT VIA STEM EDUCATION ON
SUNFLOWER SPROUT TO PROMOTE PROBLEM SOLVING ABILITY OF
MATTHAYOMSUKSA 1 STUDENTS

สุธิดา วันสุดล

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2561

ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อน
ทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE EFFECTS OF USING SCIENCE LEARNING UNIT VIA STEM EDUCATION
ON SUNFLOWER SPROUT TO PROMOTE PROBLEM SOLVING ABILITY OF
MATTHAYOMSUKSA 1 STUDENTS



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF EDUCATION (Science Education)
Science Education Center Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ของ

สุธิดา วันสุดล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ พฤกษ์ประมุข)

ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)

ชื่อเรื่อง	ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัย	สุธิดา วันสุศล
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พฤษทรัพย์ประมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยพิจารณาจาก 3 ประเด็น ดังนี้ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน 2) ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ งานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลองขั้นต้น (The pre-experimental research) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียวและแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน ผลการวิจัย พบว่า 1. คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 9.417$, $p = .000$) 2. คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 18.508$, $p = .000$) และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 65 พบว่า คะแนนความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 9.967$, $p = .000$) 3. คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมและ รายด้านหลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้ปัญหา, สะเต็มศึกษา

Title	THE EFFECTS OF USING SCIENCE LEARNING UNIT VIA STEM EDUCATION ON SUNFLOWER SPROUT TO PROMOTE PROBLEM SOLVING ABILITY OF MATTHAYOMSUKSA 1 STUDENTS
Author	SUTHIDA WANSUDON
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Assistant Professor Chaninan Pruekpramool , Ed.D.

The objectives of the research were to study the effects of using science learning unit via STEM education on sunflower sprout to promote problem solving ability of Matthayomsuksa 1 students in three aspects: (1) student problem solving abilities; (2) the science understanding of students; and (3) satisfaction with learning management in STEM science learning units. The pre-experimental research was used in this research. The sample group consisted of thirty samples of seventh grade students in the second semester of the 2018 academic year in a school under the area authority of the Bangkok Primary Education Service Area Office in the Huai Khwang District of the Bangkok metropolitan. The research instruments were comprised of: 1) Matthayomsuksa 1 student's problem solving ability test; 2) science understanding test; and 3) student's satisfaction towards teaching and learning questionnaire. The statistics used for data analysis included percentage, mean, standard deviation, one-sample t-test and t-test for dependent samples. The results proved the following: 1. The students' problem solving ability mean scores, in overall and each component, after implementing the STEM science learning unit were higher than the ability before implementation with a statistical significance of .05 level ($t = 9.417$, $p = .000$). 2. The students' science understanding mean score after implementing the STEM science learning unit was higher than before implementation with a statistical significance of .05 level ($t = 18.508$, $p = .000$). When compared to the criteria at sixty-five percent, students' science understanding score after implementing the STEM science learning unit was higher than the determined criteria with statistical significance of .05 level ($t = 9.967$, $p = .000$). 3. The students' satisfaction towards learning with science learning unit mean scores overall and each aspect, after implementation of the STEM science learning unit were at a high level.

Keyword : Problem Solving Ability, STEM Education

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พุกษ์ประมุข สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาและการแนะนำต่าง ๆ ในการจัดทำงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความกรุณารับเป็นกรรมการสอบ ปากเปล่า พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาประเมินเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และนักเรียนโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำหรับการอนุญาต การให้ความช่วยเหลือ การตอบแบบสอบถามและแบบทดสอบต่าง ๆ ในการวิจัย

ขอขอบคุณครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ทุกท่านในการให้สัมภาษณ์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์

ขอขอบคุณคณะอาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒและเจ้าหน้าที่สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและการแนะนำในการจัดทำงานวิจัยฉบับนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่เป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่งและให้การสนับสนุนจนกระทั่งผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่บิดามารดา ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านตามที่กล่าวมา

สุธิดา วันสุดล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูปภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
คำถามวิจัย.....	6
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย	7
ขอบเขตของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
กรอบแนวคิดของการวิจัย	11
สมมติฐานของการวิจัย.....	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
1. การจัดการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21	14
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	20
3. หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	48
4. ความสามารถในการแก้ปัญหา	53
5. ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์	64

6. ความพึงพอใจ	75
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	82
ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัย.....	83
ขั้นตอนที่ 2 การศึกษานำร่องและหาประสิทธิภาพหน่วยการเรียนรู้.....	103
ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้.....	104
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	110
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	110
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	110
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	120
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	120
สมมติฐานของการวิจัย.....	120
สรุปผลการวิจัย.....	120
อภิปรายผลการวิจัย	122
ข้อเสนอแนะ	128
บรรณานุกรม	131
ภาคผนวก.....	142
ประวัติผู้เขียน.....	187

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 บทบาทนักเรียนและครูในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	47
ตาราง 2 เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน	71
ตาราง 3 โครงสร้างการบูรณาการหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	89
ตาราง 4 โครงสร้างเวลาของหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	90
ตาราง 5 การวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมในแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน	99
ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย.....	105
ตาราง 7 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้.....	113
ตาราง 8 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้.....	113
ตาราง 9 คะแนนร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้.....	115
ตาราง 10 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้ โดยพิจารณารายองค์ประกอบ	116
ตาราง 11 เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้.....	117
ตาราง 12 คะแนนร้อยละความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)	117
ตาราง 13 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้	118
ตาราง 14 โครงสร้างเวลาของหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	149

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์คุณภาพหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	176
ตาราง 16 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	177
ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	178
ตาราง 18 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแบบทดสอบ ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	179
ตาราง 19 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง ต้น อ่อนทานตะวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	180
ตาราง 20 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแบบวัดความเข้าใจ เนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	182
ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความเข้าใจ เนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	184
ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแบบสอบถามความพึง พอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้	186

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย	11
ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	82
ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดการบูรณาการองค์ความรู้.....	92



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการศึกษาของไทยในปัจจุบันให้ความสำคัญในการพัฒนาเยาวชนของชาติเพื่อเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ข้อ 3 ของแผนการศึกษาแห่งชาติ 20 ปี โดยมุ่งส่งเสริมให้เยาวชนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะและคุณลักษณะที่จำเป็น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและสามารถใช้ชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เน้นการพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมบูรณ์ทั้งร่างกาย ความรู้ และคุณธรรม บนพื้นฐานความเชื่อที่ว่า ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ และมีการกำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนไว้ 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ปรับปรุง พ.ศ. 2560 (มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ฯ ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) จากสมรรถนะที่สำคัญดังกล่าว โดยเฉพาะความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่พบหรือเผชิญอยู่อย่างเหมาะสม มีการใช้หลักเหตุและผล โดยคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้นต่อตนเองและสังคม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555) ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหานั้นมีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นสมรรถนะหนึ่งที่มีความสำคัญและควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน (นาตยา ช่วยชูเชิด, 257) อีกทั้งความสามารถในการแก้ปัญหายังเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 อีกด้วย (Partnership for 21st Century Skills . 2015; วิชัย วงษ์ใหญ่. 2554)

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2553) อันเป็นแม่บทของการจัดการศึกษาที่มุ่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทุกด้านทุกมิติ พบว่า การศึกษาไทยที่ผ่านมายังไม่สามารถตอบสนองกระบวนการพัฒนาผู้เรียนเท่าที่ควรโดยจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นการถ่ายทอดความรู้และเนื้อหา ละเลยการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพของตน อันเป็นผลทำให้ผู้เรียนมีแต่ความรู้ แต่ไม่เพียงพอที่จะส่งเสริมกระบวนการคิด (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2553) เชื่อมโยงกับผลการจัดอันดับขีดความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษาของประเทศไทยโดยเวทีเศรษฐกิจโลก พ.ศ. 2558-2559 พบว่า ประเทศ

ไทยมีขีดความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษาลดลงและต้องเร่งหาแนวทางเพื่อเพิ่มอันดับขีดความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2559)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการทดสอบ PISA (Program for International Student Assessment) หรือโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ประจำปี พ.ศ.2558 ซึ่งได้ประเมินผลสัมฤทธิ์ด้านการศึกษาจากการสำรวจความรู้ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทั่วไปในชีวิตประจำวัน โดยทำการทดสอบผู้เรียนอายุ 15 ปีที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขึ้นไปจากโรงเรียนทุกสังกัด การสอบในครั้งนี้ OECD เน้นเรื่องวิทยาศาสตร์เป็นหลัก (ข้อสอบกว่าร้อยละ 60 เป็นข้อสอบวิทยาศาสตร์) ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับสมรรถนะการแก้ปัญหาเป็นส่วนใหญ่ ผลคือ ประเทศไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์เฉลี่ย 415 คะแนน (อันดับ 54 จาก 72 ประเทศ) และมีคะแนนวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 421 คะแนน (อันดับ 54 จาก 72 ประเทศ) และเมื่อพิจารณาผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ภาพรวมทั้งประเทศ พบว่า ปี พ.ศ. 2558 ผู้เรียนมีคะแนนในสมรรถนะการแก้ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 จากสมรรถนะการแก้ปัญหา 4 ประเด็น โดย ผู้เรียนตอบข้อสอบในประเด็นทักษะการสำรวจและทำความเข้าใจปัญหาได้มากที่สุด (ร้อยละ 46.9) รองลงมาคือ ทักษะการนำเสนอและคิดหาวิธีแก้ปัญหา (ร้อยละ 46.6) และทักษะการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (ร้อยละ 44.6) ส่วนประเด็นทักษะการติดตามและสะท้อนความเห็นเป็นทักษะที่ผู้เรียนตอบข้อสอบได้น้อยที่สุด (ร้อยละ 41.7) ซึ่งรายงานของ PISA ได้ตั้งข้อสังเกตว่าตลอดช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา ผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์มีพัฒนาการน้อยมาก โดยมีเพียง 12 ประเทศจาก 70 ประเทศที่มีคะแนนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ในขณะที่ผู้บริหารภาคธุรกิจมองว่าการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศไทยไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ โดยได้คะแนนการประเมิน 3.81 จากคะแนนเต็ม 10 เป็นอันดับที่ 50 ต่ำกว่าถึง 49 ประเทศ และเหนือกว่าเพียง 10 ประเทศ นั่นหมายถึงทุกประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกทั้งหมดมีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าประเทศไทยตามความคิดเห็นของภาคธุรกิจ (สสวท. 2560)

จากการที่ผู้วิจัยได้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ท่าน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังให้ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์น้อย และไม่สามารถแก้ปัญหาที่พบในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับรายงานการประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2559 พบว่าผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่ำกว่าเกณฑ์ที่คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ ประกอบด้วย ระดับดี ผู้เรียนต้องมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา 75 คะแนนขึ้นไป ระดับพอใช้ ผู้เรียนต้องมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ระหว่าง 40-74 คะแนน และระดับปรับปรุง ผู้เรียนต้องมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาต่ำกว่า 40 คะแนน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555) ซึ่งผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนแห่งนี้ส่วนใหญ่มีคะแนนสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาลดกว่าร้อยละ 40 อยู่ในระดับปรับปรุงตามเกณฑ์คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

นอกจากนี้ ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นผู้สอนจำเป็นต้องพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการสื่อความหมายของความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดจากการสังเกตและประสบการณ์มาสรุปเป็นลักษณะของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีเหตุผล (อรรถวรรณ บิลันธนโอบาท, 2549) สามารถแสดงออกในรูปของการอธิบาย การแปลความหมาย การคาดคะเน การตีความหมาย และการขยายความ (Bloom, 1956) ซึ่งความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Armstrong & Savage, 1994) ผู้เรียนที่มีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ดีจะช่วยกระตุ้นให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ถ้าผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจะส่งผลต่อกระบวนการคิดของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุมีผล รู้จักวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ (สิปปนนท์ เกตุทัต, 2541) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบในชีวิตจริงได้ (Hurd, 1970)

อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบทางการศึกษาในระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test หรือ O-NET) ปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อวัดความรู้และความคิดที่แสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาของผู้เรียน โดยข้อสอบจะเน้นการคิดวิเคราะห์มากกว่าการท่องจำ เมื่อพิจารณาผลการสอบรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 31.62 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศในปีการศึกษา 2558 ซึ่งผลเป็นไปในทางเดียวกันของโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานครที่กล่าวข้างต้น เมื่อพิจารณาผลการ

สอบโอเน็ตวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.86 คะแนน สะท้อนว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2558 และยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศ

จากปัญหาด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนดังที่กล่าวมาข้างต้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงเกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีโดยตั้งเป้าพัฒนาเด็กไทยให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ สามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข และมองเห็นเส้นทางในการประกอบอาชีพในอนาคต พัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถระดับนานาชาติภายในปี พ.ศ. 2570 หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกช่วงชั้นจะต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ต่อปี ซึ่งจะวัดผลจากการทดสอบทางการศึกษาในระดับชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET (ปณณานัตย์วิเศษสมวงศ์, 2557) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้นำการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษามาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคม (สสวท. 2557) สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศหนึ่งที่ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานคุณภาพทางด้านวิศวกรรม นักวิทยาศาสตร์ และนักประดิษฐ์ เนื่องจากผู้เรียนไม่สนใจการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (Koehler, Faraclas, Giblin, & Kazerounian, 2013) จากปัญหาดังกล่าวรัฐบาลสหรัฐอเมริกาจึงได้ปฏิรูปการศึกษาโดยกำหนดเป้าหมายว่าต้องพัฒนาผู้เรียนให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ 4 ศาสตร์วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ให้เป็นหนึ่งเดียว การบูรณาการทำได้โดยจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนฐานของการปฏิบัติการออกแบบ (Design-Based Learning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การค้นพบ (Discovery) และการใช้ยุทธวิธีการเรียนรู้เชิงสำรวจ (Exploratory Learning Strategies) (Robert, 2013) สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำทฤษฎีหรือหลักการแต่เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ พัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา และฝึกกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล ผลลัพธ์ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

และเห็นว่าเป็นเรื่องที่ใกล้ตัว (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558) โดยสามารถจัดให้มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่มีการจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนได้ ส่งเสริมให้มีการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐานหรือโครงงานที่มุ่งแก้ไขปัญหที่พบเห็นในชีวิตจริง (สสวท. 2552) อีกทั้งยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำเนื้อหาความรู้และปฏิบัติตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่พบหรือที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและสามารถตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาได้อย่างมีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี (Koehler et al.2013) โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้น เป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหา ที่ใช้ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบของสิ่งที่สงสัย ซึ่งอาศัยการออกแบบวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์เพื่อประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง มีลำดับขั้นตอนที่สะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาอย่างชัดเจนและสามารถเชื่อมโยงความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (ESE. 2001: online) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน (NRC. 2012; สสวท. 2557) คือ การระบุปัญหา (Identify a challenge) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Explore ideas) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and develop) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Test and evaluate) และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Present the solution) โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่เน้นพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมในการทำงานและการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ในอนาคตของผู้เรียน (สสวท. 2557)

จากสภาพปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา และความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยพัฒนาเป็นหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่ถูกคัดเลือกมาภายใต้หัวข้อหนึ่งและมีจุดประสงค์ร่วมกัน ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ (ธำรง บัวศรี. 2531) ซึ่งผู้วิจัยเลือกบูรณาการความรู้ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ซึ่งการปลูกต้นอ่อนทานตะวันเป็นหนึ่งในกิจกรรมของโรงเรียนที่ผู้วิจัยสอนอยู่ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดและทักษะชีวิตของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาไปปรับใช้ในชีวิตจริง ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ และมีการสร้างรายได้เสริมจากการปลูกต้นอ่อนทานตะวัน การปลูกต้นอ่อนทานตะวันนั้นเป็นกิจกรรมที่สามารถจัดได้ในระยะเวลาสั้น ๆ ซึ่งเป็น

การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหา 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีร่วมกัน โดยผ่านกิจกรรมที่มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชา ในรูปแบบการบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เพราะการดำรงชีวิตนั้นต้องอาศัยความรู้ ความสามารถในการศาสตร์ต่าง ๆ ร่วมกัน ไม่ได้แยกวิชาใดวิชาหนึ่ง (Dejarnette. 2012; Wayne. 2012) ซึ่งกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการเสริมเนื้อหาและประสบการณ์ให้กับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และพัฒนาความสามารถต่าง ๆ นำไปสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย

คำถามวิจัย

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และต่อความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ หรือไม่ อย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

เพื่อศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยพิจารณาจาก 3 ประเด็น ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
2. ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้

ความสำคัญของการวิจัย

จากผลการทดสอบทางการศึกษาในระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test หรือ O-NET) ปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อวัดความรู้และความคิดที่แสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาของผู้เรียน โดยข้อสอบจะเน้นการคิดวิเคราะห์มากกว่าการท่องจำ เมื่อพิจารณาผลการสอบรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.86 คะแนน สะท้อนว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศ และยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2558 จากการที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ท่าน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังให้ความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์น้อย และไม่สามารถแก้ปัญหาที่พบในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับรายงานการประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2559 พบว่าผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนแห่งนี้ส่วนใหญ่มีคะแนนสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาต่ำกว่าร้อยละ 40 อยู่ในระดับปรับปรุงตามเกณฑ์ คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ผู้วิจัยจึงพัฒนาหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน โดยเน้นการเสริมเนื้อหาและประสบการณ์ให้กับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนไปแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และพัฒนาความสามารถต่าง ๆ นำไปสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย และยังเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้สอนนำไปประยุกต์ใช้ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้เหมาะสมกับบริบทของตนเองอีกด้วย

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 265 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นตามความสนใจของผู้เรียน และเป็นการรวมกลุ่มของผู้เรียนที่มีความถนัดในเรื่องเดียวกัน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
 - 2.2 ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
 - 2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน หมายถึง สารการเรียนรู้ย่อยที่มีการออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการเสริมเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการกำหนดประเด็นปัญหาที่มีความท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) ทั้ง 6 ขั้นตอน หน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 หน่วยย่อย และมีแผนการจัดกิจกรรมทั้งหมด 7 แผน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 หน่วยย่อย ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เมื่อฉันอยากดูแล

สุขภาพ กิจกรรมที่ 2 มาปลูกต้นอ่อนทานตะวันกันเถอะ กิจกรรมที่ 3 เธอคือต้นอ่อนทานตะวันของ ฉัน และกิจกรรมที่ 4 นวัตกรรมแห่งการเพาะเมล็ด หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีขั้นตอนดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a challenge) ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้ ปัญหาคืออะไร แนวทางการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร และวิเคราะห์ข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่วิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Explore ideas) ผู้เรียนสำรวจแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยการสืบค้นข้อมูลและระดมความคิดภายในกลุ่มในประเด็นต่อไปนี้ แนวทางการแก้ปัญหาคืออะไร ทำอย่างไร และแก้ปัญหาได้อย่างไร

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) ผู้เรียนนำข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหามาเปรียบเทียบ เพื่อเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มดีที่สุด โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่ใช้ ระยะเวลา รวมถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด จากนั้นแต่ละกลุ่มร่างวิธีการแก้ปัญหา โดยระบุขั้นตอนการดำเนินการ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้อย่างละเอียด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and develop) ผู้เรียนดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่วางไว้ ซึ่งอาจเป็นการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือเป็นการสร้างชิ้นงานโดยวางแผนออกแบบชิ้นงาน คำนวณหาขนาด วัสดุและสัดส่วน แล้วแต่ละกลุ่มลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา (Test and evaluate) ผู้เรียนทดสอบวิธีการแก้ไขปัญหาคือชิ้นงาน จากนั้นประเมินผลงานที่สร้างขึ้น โดยดูว่าผลงานสามารถแก้ปัญหาคือชิ้นงานได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องหรือไม่ เพื่อนำข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นไปใช้ในการปรับปรุงผลงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาคือชิ้นงานได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหา (Present the solution) ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้น พร้อมผลการทดสอบผลงานหน้าชั้นเรียน จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในผลงาน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง พฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการนำความรู้มาปรับใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เพื่อไขข้อสงสัยหรือเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานั้น ๆ ความสามารถในการแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้มีองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การระบุปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถค้นพบปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยผู้เรียนจะเขียนสิ่งที่ปัญหา จากนั้นพิจารณาปัญหาแล้วเลือกว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง

2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถจำแนกสาเหตุของปัญหา โดยผู้เรียนระดมความคิดและวิเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดให้จากสถานการณ์ จากนั้นจำแนกและจัดหมวดหมู่สาเหตุของปัญหา และคาดคะเนสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด

3. การเสนอวิธีแก้ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนระบุนขั้นตอนการแก้ปัญหาและอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมอย่างละเอียด โดยอภิปรายร่วมกันเพื่อหาวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

4. การตรวจสอบวิธีแก้ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ พร้อมทั้งหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้มีความเหมาะสม สามารถนำไปแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

ความสามารถในการแก้ปัญหาวัดได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบ ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้หน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบมีลักษณะเป็นสถานการณ์ 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามย่อย 4 ข้อ แต่ละข้อคำถามย่อยจะสอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 4 องค์ประกอบ ในแต่ละข้อคำถามมีตัวเลือก 3 ตัวเลือก โดยคำตอบในตัวเลือกมีข้อถูกอยู่เพียงข้อเดียวส่วนข้ออื่น ๆ เป็นตัวลวง รวมคำถามย่อยทั้งหมด 20 ข้อ

3. ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสื่อความหมายของความรู้วิทยาศาสตร์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดจากการสังเกตและประสบการณ์เดิมมาสรุปเป็นลักษณะของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีเหตุผล โดยความเข้าใจสามารถแสดงออกในรูปของการอธิบาย การคาดคะเน การแปลความหมาย การตีความหมาย และการขยายความ สามารถวัดโดยใช้แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คำถาม

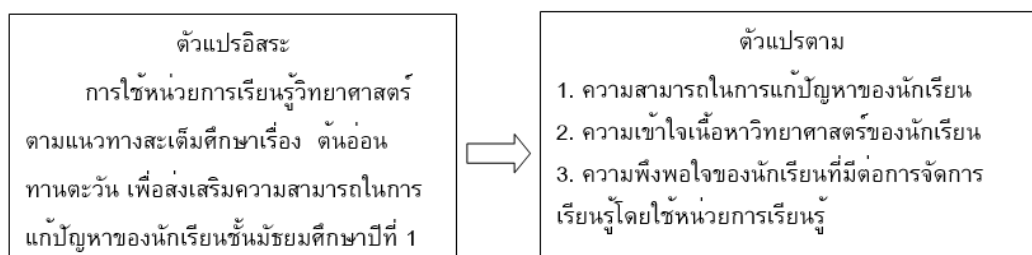
ประกอบด้วยเนื้อหาที่ต้องการวัดความเข้าใจ ดังนี้ ความสำคัญของสารอาหาร ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กระบวนการเจริญเติบโตของพืช สมบัติของวัสดุและการนำไปใช้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ในแต่ละข้อคำถามมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกชอบ รู้สึกพอใจและความสนใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ทั้งในด้านผู้สอน ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งสามารถวัดได้โดยแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

5. ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ที่ได้หลังจากการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวันฯ สูงกว่าก่อนการเรียนรู้
2. ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวันฯ สูงกว่าก่อนการเรียนรู้และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวันฯ อยู่ในระดับมาก



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21
 - 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้
 - 1.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้
 - 1.3 ทักษะที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 2.1 ที่มาและความหมายของสะเต็มศึกษา
 - 2.2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 2.4 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
 - 2.5 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.6 แนวทางการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา
3. หน่วยการเรียนรู้
 - 3.1 ความหมายของหน่วยการเรียนรู้
 - 3.2 องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้
 - 3.3 ขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้
 - 3.4 หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.1 ความหมายความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.2 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.3 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
5. ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์
 - 5.2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ
 - 5.3 การวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์

5.4 ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน

6. ความพึงพอใจ

6.1 ความหมายของความพึงพอใจและความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้

6.2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

6.3 การวัดความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้

1. การจัดการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการหรือแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนที่มีลำดับขั้นตอนที่เป็นระบบ เริ่มจากการวางแผนการจัดการเรียนรู้จนถึงการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ (ศศิวรรณ พชรพรรณพงษ์. 2554; วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวช. 2542: 255; Hills. 1982: 266) โดยการจัดการเรียนรู้ต้องมุ่งเน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ (ศศิวรรณ พชรพรรณพงษ์. 2554) และสะท้อนการมีปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้นระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม และผู้สอนกับสิ่งแวดล้อม (Hills. 1982: 266; สุมณ อมรวิวัฒน์. 2533: 460) จนก่อให้เกิดการเรียนรู้และเกิดประสบการณ์ใหม่ ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีศักยภาพสามารถค้นคว้าหาความรู้ ทำความเข้าใจในข้อมูลสามารถนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้ในชีวิตประจำวันของตนได้ (ศศิวรรณ พชรพรรณพงษ์. 2554; วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวช. 2542: 255; สุมณ อมรวิวัฒน์. 2533: 460) นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้อย่างหมายถึง กิจกรรมของบุคคลที่ส่งเสริมให้บุคคลได้ใช้ความรู้ของตนเองอย่างสร้างสรรค์ เพื่อสนับสนุนให้ผู้อื่นเกิดการเรียนรู้ โดยสามารถจัดอยู่ในรูปแบบของหลักสูตร (Curriculum) การสอน (Instruction) การวัดผล (Measuring) และ การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ (Evaluating) (Hough & Duncan. 1970: 144) เป็นการกระทำที่เป็นการอบรมสั่งสอนผู้เรียนในสถาบันการศึกษา (Good. 1975: 588) และหมายรวมถึงพฤติกรรมของบุคคลที่พยายามช่วยให้บุคคลอื่นได้เกิดการพัฒนาตนในทุกด้าน (Moore. 1992: 4) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างโดยเฉพาะตัวของผู้สอน ผู้สอนควรยึดการสอนด้วยการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ความสำคัญแก่ผู้เรียนมากขึ้นด้วยการให้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิดตัดสินใจ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2545) ผู้สอนจำเป็นต้องมีความเข้าใจแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้สามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ศศิวรรณ พชรพรรณพงษ์. 2554) นอกจากนี้การเลือกกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ต้องเป็นกิจกรรมที่

ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนศึกษา และลงมือค้นคว้า ปฏิบัติด้วยตนเอง จนเกิดเป็นองค์ความรู้ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2553 ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด” ดังนั้นกระบวนการจัดการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพของตนเอง โดยกำหนดแนวทางเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน อีกทั้งต้องคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคล มีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา โดยเน้นกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง เน้นจัดการเรียนรู้โดยผสมผสานเนื้อหาสาระด้านต่าง ๆ อย่างสมดุล นอกจากนี้ผู้สอนควรจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อมและเตรียมสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2553)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ กระบวนการคิดและความสามารถต่าง ๆ โดยผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์และเป็นระบบ มีการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมรอบตัว โดยเลือกกิจกรรมและวิธีการวัดผลให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนบนพื้นฐานความแตกต่างระหว่างบุคคล

1.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้

จากการทบทวนวรรณกรรมและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ไว้หลากหลาย สามารถแบ่งองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ได้ 4 ประการ ดังนี้

1.2.1. ผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงธรรมชาติของผู้เรียนเป็นอันดับแรก ไม่ว่าจะเป็นความสามารถทางสติปัญญา ความถนัด ความสนใจ พัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์และจิตใจ รวมถึงความต้องการพื้นฐานของผู้เรียน (อุษา คงทอง และคณะ, 2553) อีกทั้งผู้เรียนยังเป็นองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้ เพราะการจัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ จำเป็นต้องมีผู้เรียนเป็นผู้ได้รับความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดให้ ทำให้

ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่เป็นไปตามจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ (ประไพ ฉลาดคิด. 2548)

1.2.2 ผู้สอน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งต่อการจัดการเรียนรู้ เพราะต้องเป็นผู้รู้หลักสูตรและนำเนื้อหาสาระมาดำเนินการสอน มีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ตลอดเวลาของการเรียนการสอน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในบทเรียน มีทักษะกระบวนการ และมีเจตคติที่ดีตามเจตนารมณ์ของบทเรียนและหลักสูตร นอกจากนั้นครูยังต้องมีความสามารถใช้สื่อประกอบการสอนและสอนให้ตรงตามจุดประสงค์ที่ได้วางไว้ทำให้การสอนดำเนินไปได้อย่างราบรื่น (ประไพ ฉลาดคิด, 2548)

1.2.3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนเป็นตัวบ่งชี้ถึงเงื่อนไขหรือสถานการณ์ว่าผู้เรียนจะประสบผลสำเร็จหรือความล้มเหลวต่อการเรียนรู้ ดังนั้นผู้สอนควรจะคำนึงถึงผู้เรียนในฐานะเป็นบุคคลหนึ่ง ซึ่งผู้เรียนมีสิทธิที่จะได้รับความต้องการพื้นฐาน และผู้สอนจะต้องหาวิธีที่จะตอบสนองต่อความต้องการพื้นฐานของผู้เรียนให้มากที่สุด เพื่อความสำเร็จแห่งการเรียนรู้และการเจริญเติบโตเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ต่อไป (อุษา คงทอง. 2553)

1.2.4. บรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญโดยผู้สอนมีหน้าที่กำหนดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นไปในรูปแบบที่ต้องการ การจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดผลที่ดีทั้งต่อผู้สอนและผู้เรียนนั้น สภาพแวดล้อมทั้งในและนอกห้องเรียนก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึง เช่น ความเหมาะสมของสีในห้องเรียน เสียงรบกวนจากภายนอกห้องเรียน (ประไพ ฉลาดคิด. 2548) อย่างไรก็ตามบรรยากาศในชั้นเรียนก็ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ อีกนอกเหนือจากตัวผู้สอน เช่น ผู้เรียนไม่ได้รับประทานอาหารเช้าหรืออาหารกลางวัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกลึกหรือบางครั้งผู้เรียนอาจจะได้รับสิ่งที่กระทบจิตใจเนื่องจากครอบครัว เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งสิ้น (อุษา คงทอง. 2553)

จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยสามารถสรุปองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ผู้สอน ผู้สอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งต่อการสอน เพราะเป็นผู้ที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยศึกษาหลักสูตรและนำเนื้อหาสาระมาดำเนินการสอน มีการวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้ของผู้เรียน

2. ผู้เรียน เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งบุคลิกภาพ สติปัญญา ความถนัด และความสมบูรณ์ของร่างกาย อีก

ทั้งการสอนจะเกิดขึ้นได้นั้นต้องมีผู้เรียนเป็นผู้ได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้สอนกำหนดให้

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบรรยากาศในชั้นเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนเป็นตัวบ่งชี้สำคัญว่าผู้เรียนจะประสบความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการเรียนรู้ ดังนั้นผู้สอนควรคำนึงถึงผู้เรียนและต้องหาวิธีที่จะตอบสนองต่อความต้องการพื้นฐานของผู้เรียนให้มากที่สุด

4. สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้ ในการสอนที่ต้องการให้เกิดผลดีทั้งผู้สอนและผู้เรียนนั้น สภาพแวดล้อมทั้งในและนอกห้องเรียนก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึง

1.3 ทักษะที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้มีหลักที่สำคัญที่ผู้สอนควรคำนึงถึง เพื่อช่วยให้การออกแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมกับผู้เรียน การจัดการเรียนรู้มีหัวใจสำคัญ คือ การเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีจากการลงมือปฏิบัติ โดยการเรียนรู้นั้นต้องเกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา (สุมน อมรวิวัฒน์. 2541:5) ซึ่งกิจกรรมที่ผู้สอนนำมาจัดการเรียนรู้ ควรเป็นกิจกรรมพื้นฐานที่สามารถพบเห็นในชีวิตจริง เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเอง (อรัญญา สุทธาสีโนบล. 2545: 21) นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ที่ดีนั้น ผู้สอนควรสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมให้กับผู้เรียน โดยเชื่อมโยง ผสมผสานเข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสม (วิเศษ ชินวงศ์.2544: 28) การจัดการเรียนรู้ผู้ศตวรรษที่ 21 นั้นมีการเปลี่ยนแปลงและมีความแตกต่างจากการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ผ่านมา โดยภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st century skills: 2009) ได้กล่าวถึง กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ผู้ศตวรรษที่ 21 ดังนี้ ด้านเนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ในสาระวิชาหลัก ได้แก่ การอ่าน การเขียน และการคำนวณ และความรู้เชิงบูรณาการ ได้แก่ โลก ศิลปะ เศรษฐศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และการปกครองและหน้าที่พลเมือง ด้านคุณลักษณะ ซึ่งประกอบด้วย คุณลักษณะด้านการทำงาน คุณลักษณะด้านการเรียนรู้และคุณลักษณะด้านศีลธรรม และด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

โลกยุคปัจจุบันเป็นโลกที่มีความเจริญอย่างรวดเร็ว เนื่องมาจากเทคโนโลยีที่ล้ำสมัย ส่งผลให้กระแสการเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 มีผลต่อการดำรงชีวิตของคนในสังคม ระบบการศึกษาจึงต้องมีการปรับตัวเพื่อให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยลักษณะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นที่องค์

ความรู้ กระบวนการ ความเชี่ยวชาญและสมรรถนะให้เกิดกับผู้เรียน เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตในสังคมแห่งความเปลี่ยนแปลง การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ต้องยึดผลลัพธ์ทั้งด้านความรู้และด้านทักษะการใช้ชีวิต ซึ่งทักษะในศตวรรษที่ 21 จะช่วยเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนได้รู้จักคิด รู้จักเรียนรู้ รู้จักการทำงาน รวมถึงการแก้ปัญหา (Partnership for 21st Century Skills. 2015; วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรืองและอริป จิตตฤกษ์. 2554) โดยทักษะที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีรายละเอียด (Partnership for 21st Century Skills. 2015; สุนันท์ สังข์อ่อง. 2555: 34) ดังนี้

1.3.2.1 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เป็นทักษะที่กำหนดความพร้อมของผู้เรียนเพื่อเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ทักษะย่อย คือ

1) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และนวัตกรรม (Innovation) ผู้เรียนต้องมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์ และสามารถนำนวัตกรรมไปใช้ในชีวิตจริงได้

2) การคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving) ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ มีการคิดอย่างเป็นระบบ มีการลงข้อสรุป และมีการตัดสินใจ และผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่พบได้

3) การสื่อสาร (Communicating) ผู้เรียนสามารถสื่อสารกับบุคคลอื่นได้อย่างชัดเจน

4) การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaborate with others) คือ ผู้เรียนความสามารถทำงานร่วมกับคนอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อความสำเร็จในการบรรลุเป้าหมายของงาน

1.3.2.2 ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information media and technology skills) เป็นทักษะที่พัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล เพื่ாதำเนินการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและ เครื่องมือ รวมทั้งสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.3.2.3 ทักษะชีวิตและการทำงาน (Life and career skills) การทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญ ผู้เรียนต้องมีสิ่งอื่นนอกเหนือจาก ความรู้ และทักษะการคิด เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตและการทำงานในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งประกอบด้วยทักษะต่อไปนี้

1) สามารถยืดหยุ่นและปรับตัวได้ (Flexibility and adaptability) ผู้เรียนต้องมีทักษะการปรับเปลี่ยนได้และการมีความยืดหยุ่น

2) มีความคิดริเริ่มและนำตนเองได้ (Initiative and self-direction) ผู้เรียนต้องมี ทักษะการจัดการเรื่องเป้าหมายและการวางแผนการทำงาน ทำงานได้อย่างอิสระและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3) ทักษะทางสังคมและวัฒนธรรม (Social and cross-cultural skills) ผู้เรียนต้องมีการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น การเป็นผู้นำและมีความรับผิดชอบ

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นแนวทางการพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีศักยภาพ สามารถค้นคว้าหาความรู้ ทำความเข้าใจในข้อมูล สามารถนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้ใน ชีวิตประจำวันของตน อีกทั้งการจัดการเรียนรู้เป็นการบ่งบอกถึงบทบาทของผู้เรียนและผู้สอน การจัดการศึกษาในประเทศไทยนั้นได้ยึดหลักของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ตามความคิดของนักการศึกษาที่มีแนวคิดตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ที่ช่วยให้เกิดการปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางความคิด เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ผู้สอนเอง จำเป็นต้องมีความเข้าใจแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้สามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ศศิวรรณ พชรพรรณพงษ์. 2554) การเรียนรู้ในอนาคตนั้น ต้องมีลักษณะการเรียนรู้แบบการเรียนรู้เป็นทีม และการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น โดยการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21 จะเน้นที่องค์ความรู้ ทักษะ ความเชี่ยวชาญและสมรรถนะที่เกิดกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตในสังคมโลกปัจจุบันได้

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า หลักการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นหลักการในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่ทันสมัย ผู้สอน ควรคำนึงถึงผู้เรียนเป็นหลัก โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน กิจกรรมที่ใช้ควรเน้นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เป็นกิจกรรมใกล้ตัวที่ผู้เรียนสามารถพบเจอในชีวิตประจำวัน และควรสอดแทรกความรู้ควบคู่กับคุณธรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปปรับ ใช้ในชีวิตได้อย่างเหมาะสม โดยทักษะในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 3 ทักษะหลัก คือ ทักษะการ เรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและการทำงาน โดย ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหา (Problem-solving) ซึ่งมีคนใช้คำที่หลากหลาย เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา (Gagne. 1970: 407; Soden. 1994: 27; ศิริเพ็ญ ไหมวัด. 2551:2) และทักษะในการแก้ปัญหา (Good. 1973: 306; ชูตินันท์ พุ่มกลิ่น. 2546:4) ในการวิจัย ครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่าความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นหัวข้อย่อยในทักษะการเรียนรู้และ นวัตกรรม เพื่อนำมาประกอบการออกแบบหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.1 ที่มาและความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นอีกประเทศหนึ่งที่ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานคุณภาพทางด้านวิศวกรรม นักวิทยาศาสตร์ และนักประดิษฐ์ เนื่องจากนักเรียน นักศึกษาไม่สนใจการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (Koehler, Faraclas, Giblin, Moss and Kazerounian. 2013) จากปัญหาดังกล่าวรัฐบาลสหรัฐอเมริกาจึงได้ปฏิรูปการศึกษาโดยกำหนดเป้าหมายว่าต้องพัฒนาผู้เรียนให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยสถาบันวิจัยแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกาหรือ National Research Council ได้มีการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติขึ้น (NRC. 2012) หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนี้ได้มีการผนวกความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เข้าด้วยกัน เป็นที่มาของสะเต็มศึกษา อีกทั้งเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนได้หันมาสนใจอาชีพที่กำลังขาดแคลน การจัดการศึกษาแบบนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้แบบบูรณาการและมีโอกาสในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ในการทำงาน เช่น การสื่อสาร การแก้ปัญหา เป็นต้น (Schachter, 2012)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำความรู้ของแต่ละสาขาวิชามารวมกันเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ศึกษา ค้นคว้า สิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เพราะการดำรงชีวิตนั้น เราต้องอาศัยความรู้ความสามารถในศาสตร์ต่างๆร่วมกัน ไม่ได้แยกวิชาใด วิชาหนึ่ง (Dejarnette. 2012; Wayne. 2012)

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้สรุปได้ ดังนี้

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการศึกษา (สสวท.2557:4) รูปแบบการเรียนรู้ (เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ. 2559:4) หรือการจัดกระบวนการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการ (อาทิตยา พูนเรือง. 2559:5) ที่บูรณาการ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับเทคโนโลยีในการแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน (เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ. 2559:4; อาทิตยา พูนเรือง. 2559:5) โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาความรู้

ความเข้าใจและฝึกทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหา (อาทิตยา พูนเรือง. 2559:5) สร้างประสบการณ์ ทักษะในการใช้ชีวิต โดยเป็นการเตรียมความพร้อมในการทำงานและการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ในอนาคตของผู้เรียน (สสวท.2557:4) และเป็นการนำสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติมาปรับใช้ให้เหมาะสมต่อความต้องการของมนุษย์ โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่วิศวกรใช้ในการหาคำตอบสิ่งที่สงสัย โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแขนงต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Dugger. 2010: 1-3; นิตยา ภูผาบาง. 2559:8)

จากความหมายข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการ บูรณาการความรู้ใน 4 วิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ วิศวกรรมศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการทบทวนวรรณกรรมและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถสรุปประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการบูรณาการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมบูรณ์ทั้งร่างกาย ความรู้ และคุณธรรม โดยมีพื้นฐานความเชื่อที่ว่า ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ปรับปรุง 2553 หมวดที่ 4 กำหนดไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และมีการบูรณาการตามความเหมาะสมในแต่ละระดับการศึกษา การจัดการเรียนรู้ต้องมีการผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน

2.2.1.1 ความหมายของการบูรณาการ

บูรณาการ (Integrate) คือ การเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียนรู้ให้สัมพันธ์กันเป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงศาสตร์หรือเนื้อหาสาขาวิชาต่าง ๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกัน (ปริศนา กลั่นเชตรกรรม. 2553: 48) นอกจากนี้บูรณาการเป็นการทำให้หน่วยย่อย ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างกลมกลืนมาผสมผสานเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์ (Rudnitski. 1998: 137)

โดยบูรณาการในทางการศึกษา คือ การนำเอาศาสตร์ต่าง ๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม เพื่อประโยชน์ในการจัดการศึกษาการจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ (ธนพล กลิ่นเมือง. 2550: 16; ฉันทนา วิริยเวชกุล. 2558: 16) การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีวิธีการสอนที่หลากหลาย โดยใช้เรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นแกนหลักแล้วสอนเชื่อมโยงให้สัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างกลมกลืน (ปริศนา กลั่นเขตรกรรม. 2553: 48) และมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในลักษณะที่เป็นองค์รวม และผู้เรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (ทิศนา แหมมณี. 2558: 147)

จากความหมายข้างต้น การบูรณาการ หมายถึง การเชื่อมโยงศาสตร์หลายสาขาวิชา มาจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สัมพันธ์กัน โดยแต่ละสาขาวิชาจะเอื้อประโยชน์แก่กัน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่ยั่งยืน มีลักษณะเป็นความรู้ที่เป็นองค์รวม ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง

2.2.1.2 รูปแบบของการบูรณาการ

การบูรณาการเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงศาสตร์หลายสาขาวิชาให้สัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่ยั่งยืน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยรูปแบบการบูรณาการสามารถแบ่งได้ ดังนี้

1) หลักสูตรบูรณาการ (Curriculum integration) (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. 2556: 2) คือ รูปแบบการบูรณาการที่นำเนื้อหาสาระจากวิชาต่าง ๆ มาผสมผสานกันอย่างกลมกลืน เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

2) การบูรณาการเรียนการสอน (Instructional integration) คือ รูปแบบการบูรณาการที่จัดการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงเนื้อหาเข้าด้วยกัน โดยใช้วิธีสอนและมีกิจกรรมที่หลากหลาย (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. 2556: 2) โดยการบูรณาการเรียนการสอนมี 2 รูปแบบ คือ การบูรณาการภายในวิชา และการบูรณาการระหว่างวิชา (ฉันทนา วิริยเวชกุล. 2558: 21) มีรายละเอียด ดังนี้

(1) การบูรณาการภายในวิชา เป็นการบูรณาการที่มีลักษณะครูสอนคนเดียว สอนวิชาเดียว แต่มีการเชื่อมโยงการเรียนรู้ระหว่างเนื้อหาในกลุ่มวิชาเดียวกันเข้าด้วยกัน

(2) การบูรณาการระหว่างวิชา เป็นการบูรณาการที่มีลักษณะครูสอนคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ โดยยึดเนื้อหาสาระของวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นแกนหลัก แล้วนำเนื้อหาวิชาอื่น ๆ มาเชื่อมโยง ภายใต้อำนาจเรื่องการเรียนรู้เดียวกัน

นอกจากนี้ รูปแบบการบูรณาการสามารถแบ่งโดยใช้ลักษณะเนื้อหาสาระเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งได้ ดังนี้

(1) การบูรณาการวิธีสหวิทยาการ (Interdisciplinary model) (ชนาธิป พรกุล. 2555: 113; สุคนธ์ สินธพานนท์. 2558: 103) เป็นวิธีการผสมผสานสาระการเรียนรู้กลุ่มต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยการจัดเป็นหน่วย (Theme) คล้ายหน่วยการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยมีครูหลายคนร่วมกันพิจารณากำหนดหัวข้อหรือแกนหลัก และร่วมกันกำหนดเนื้อหาที่จะสอนเพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนในการจัดการเรียนรู้

(2) การบูรณาการวิธีพหุวิทยาการ (Multidisciplinary model) เป็นวิธีการนำเนื้อหาสาระเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปสอดแทรก (Infusion) ในสาระการเรียนรู้อื่น การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ครูสอนคนเดียว โดยสอนในเนื้อหาวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้หนึ่ง แล้วมีการบูรณาการเนื้อหาหรือทักษะกระบวนการในสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ของตนเอง รวมถึงเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจากวิชาต่าง ๆ มาใช้แก้ไขปัญหาหรือผลงานของผู้เรียน วิธีนี้เป็นการสอนบูรณาการแบบสอดแทรกโดยผู้สอนคนเดียว แต่บูรณาการความรู้และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมองเห็นความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้

2.2.1.3 รูปแบบของการบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการระหว่างศาสตร์วิชาต่าง ๆ การบูรณาการแบ่งได้เป็น 4 ระดับ (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. 2558) ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูแต่ละวิชาจัดการเรียนรู้ตามรายวิชาของตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบนี้คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละ วิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

ข้อดี

(1) ผู้สอนคนเดียวสามารถบริหารจัดการทั้งเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ได้สะดวก

(2) ไม่มีผลกระทบการจัดตารางสอนและคาบสอนของผู้สอนท่านอื่น

ข้อจำกัด

(1) ผู้สอนคนเดียวอาจไม่มีความชำนาญในบางเนื้อหาวิชา

(2) เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดอาจซ้ำซ้อนกับวิชาอื่น

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีหัวข้อหลักของแต่ละวิชาร่วมกัน แต่การจัดการเรียนการสอนแยกกันในแต่ละรายวิชา ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างวิชา กับสิ่งที่อยู่รอบตัวได้ โดยครูทุกวิชากำหนดหัวข้อร่วมกันและมีการอ้างอิงถึง ความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชาการ ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

ข้อดี

(1) ผู้สอนแต่ละคนสามารถบริหารจัดการทั้งเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และ เวลาที่ใช้ได้สะดวก

(2) ลดการซ้ำซ้อนของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้

ข้อจำกัด

(1) ผู้สอนอาจไม่มีความชำนาญในบางเนื้อหาวิชา

(2) ผู้เรียนมีภาระงานมากเพราะทุกรายวิชาจะต้องมอบหมายงานให้

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเนื้อหาสาระของ 2 วิชาขึ้นไป เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้อง และเชื่อมโยงทักษะของแต่ละวิชาได้ การบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชา ร่วมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูผู้สอน ในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกัน โดยพิจารณาเนื้อหา หรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น

ข้อดี

(1) ส่งเสริมการทำงานร่วมกันของทั้งผู้สอนและผู้เรียน

(2) ผู้สอนและผู้เรียนมีเป้าหมายที่ชัดเจนร่วมกัน

ข้อจำกัด

มีผลกระทบต่อการจัดตารางสอนและการจัดแผนการเรียนรู้

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้ระบุปัญหาแล้วให้นักเรียนระบุปัญหาและ วิธีการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม ความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้างๆแล้วให้นักเรียนระบุปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

ข้อดี

- (1) ส่งเสริมการทำงานร่วมกันของผู้สอนและผู้เรียน และเป็นการช่วยลดความซ้ำซ้อนของกิจกรรม
- (2) ผู้สอนและผู้เรียนมีเป้าหมายที่ชัดเจนร่วมกัน
- (3) ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ข้อจำกัด

- (1) มีผลกระทบต่อการจัดตารางสอนและการจัดแผนการเรียน
- (2) ผู้สอนต้องควบคุมและบริหารจัดการการเรียนรู้ให้ทันตามเวลาที่กำหนด

การวิเคราะห์เพื่อกำหนดระดับการบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เหมาะสมกับชั้นเรียนนั้น ผู้สอนต้องพิจารณาถึงความพร้อมของผู้สอนเอง รวมถึงความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา และต้องคำนึงถึงความสามารถในการทำงานแบบร่วมมือระหว่างผู้สอนที่อยู่ต่างกลุ่มสาระวิชา และต้องคำนึงถึงบริบทในการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียน งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเนื้อหาสาระของ 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ วิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นความสอดคล้อง และเชื่อมโยงทักษะของแต่ละวิชา และเป็นการส่งเสริมการทำงานร่วมกันของทั้งผู้สอนและผู้เรียน

2.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์หรือทฤษฎีสร้างสรรความรู้นิยม (Constructivist theory)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ โดยมีพัฒนาการมาจาก ปรัชญาปฏิบัตินิยม (Pragmatism)(Nodding,1990 อ้างถึงใน ไพจิตร สดวกการ. 2539: 2)

และเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียน โดยเชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น (กมลฉัตร กล่อมอิม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วาริรัตน์ แก้วอุไร และวิเชียร ธารงโสติสกุล, 2557)

2.2.2.1 แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีที่เป็นรากฐานสำคัญนั้น มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษา คือ Jean Piaget และ Lev Vygotsky ได้ศึกษาโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จะอาศัยพื้นฐาน แนวคิด 2 กลุ่มคือ **กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา** และ**กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม** (Piaget อ้างถึงใน บุปผชาติ ทัพพิกรณ. 2552: 12; Vygotsky อ้างถึงใน ธมลวรรณ ยะเดหา. 2545: 24; สุมาลี ชัยเจริญ. 2551:102)

1) **กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา** (Cognitive constructivism) มีรากฐานมาจากความพยายามที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ โดยการลงมือกระทำหรือปฏิบัติ ประกอบกับแนวคิดของเพียเจต์ (Jean Piaget) ซึ่งเป็นรากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ โดยทฤษฎีของเพียเจต์ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ช่วงอายุ (Ages) และลำดับขั้น (Stages) โดยการจัดการเรียนรู้นั้นมีแนวคิดที่ว่า มนุษย์ต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านทางประสบการณ์ โดยประสบการณ์จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา หรือเรียกว่า สคีมา (Schemas)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวห้องเรียนแบบเพียเจต์ ผู้เรียนจะมีโอกาสสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์ของตนเอง ที่ไม่ใช่ประสบการณ์ที่ได้จากการบอกหรือการสอนจากครู โดยครูมีบทบาทในการจัดเตรียมสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้สำรวจ และเป็นการช่วยขยายพื้นฐานของแนวคิด (Conceptual) และประสบการณ์ (Experiential) ของผู้เรียน

2) **กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม** (Social constructivism) เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานจาก Vygotsky ซึ่งมีแนวคิดสำคัญว่า “ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา” โดย Vygotsky เชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ในขณะที่ผู้เรียนอยู่ในบริบทของสังคมและวัฒนธรรม การจัดกิจกรรมในชั้นเรียนที่เรียกว่า “Vygotskian” หรือตามแนว Social constructivism มีหลักการ 4 ประการ ดังนี้

(1) การเรียนรู้และการพัฒนา คือ ด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative activity)

(2) โซนพัฒนาการ (Zone of proximal development) ควรจะสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตร และการวางแผนบทเรียน

(3) การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย และไม่ควรถูกแยกจากการเรียนรู้ และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง (Real world)

(4) ประสบการณ์นอกโรงเรียนควรจะมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของผู้เรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้น มีการอาศัยแนวคิดพื้นฐาน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญาและกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม โดยกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา มีแนวคิดมาจากความพยายามที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ โดยการลงมือกระทำหรือปฏิบัติ โดยการจัดการเรียนรู้นั้นมีแนวคิดที่ว่า มนุษย์ต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านทางประสบการณ์ ส่วนกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม มีแนวคิดสำคัญว่า “ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา โดยมีความเชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น

2.2.2.2 เงื่อนไขการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

เงื่อนไขการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการลงมือกระทำ (Active process) (DeVries and Kohlberg, 1987; วัฒนาพร ระงับทุกข์. 2541; จิราภรณ์ ศิริทวี. 2541) ที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองตามความสนใจ ควบคุมบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำ ผู้สอนจะต้องสื่อสารกับผู้เรียนในลักษณะของการกระตุ้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมมือกับบุคคลอื่นได้เรียนรู้และแก้ปัญหาาร่วมกัน ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีผ่านกระบวนการกลุ่ม การทำงานเป็นทีมร่วมกับบุคคลอื่น ซึ่งจะช่วยให้เกิดการทักษะทางสังคม เช่น ความรับผิดชอบ การเป็นผู้นำ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา

2) ความรู้ต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ความรู้ที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง ความรู้และความเชื่อที่แตกต่างกันของแต่ละคนจะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม และประสบการณ์ของผู้เรียน ซึ่งจะนำมาเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจและจะมีผล โดยตรงต่อการสร้างความรู้ใหม่ (DeVries and Kohlberg, 1987)

จากแนวคิดทฤษฎีสร้างสรรความรู้นิยมข้างต้นนั้น การเรียนรู้ของผู้เรียนจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ นำมาวิเคราะห์ทำความเข้าใจข้อมูล เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับข้อมูลเดิมที่ผู้เรียนมี โดยเน้นกระบวนการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จากนั้นผู้เรียนสร้างคำอธิบายข้อมูลหรือให้ความหมายข้อมูลด้วยตนเอง การจัดการเรียนการสอนนั้นครูมีบทบาทที่สำคัญ โดยครูทำหน้าที่ชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียน โดยเริ่มจากการเสนอปัญหาหรือคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน จากนั้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างกันในกลุ่ม เพื่อช่วยกันแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด สามารถทำความเข้าใจต่อปัญหาและผู้เรียนจะสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับสะเต็มศึกษาซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ผสมผสานกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2.2.3 แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory Learning: PL)

การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมพัฒนาจากการที่นักปรัชญาการศึกษา Dewey ได้เริ่มใช้วิธีการเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by doing) ซึ่งเป็นพื้นฐานการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่นำเอาความสามารถของผู้เรียนมาใช้ในการเรียนรู้ หรือ การเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) โดยผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาและยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดกิจกรรมต่อมามีการพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียนรู้โดยการแก้ปัญหาและการเรียนรู้โดยร่วมมือกัน (Kolb. 1984 อ้างถึงใน กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. 2544: 8)

2.2.3.1 แนวคิดและหลักการการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเป็นการเรียนรู้ที่มีการเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และเป็นการเรียนรู้ที่มีความเชื่อว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยแนวคิดของการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม มีดังนี้

จิราณี เมืองจันทร์ (2557:3) อธิบายกรอบแนวคิดของการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ดังนี้

- 1) ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยอาศัยหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และการเรียนรู้ที่ได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง

2) ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจเลือก บทเรียนที่ต้องการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มหรือศึกษาด้วยตนเอง ผู้เรียนจะร่วมกันจัด กิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ฝึกปฏิบัติการวางแผนการทำงานร่วมกัน

3) ผู้เรียนได้รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติ ทำ กิจกรรมกลุ่ม ฝึกฝน การเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

4) ผู้สอนมีบทบาทกระตุ้นให้ผู้เรียนเล่าประสบการณ์ของตนเอง อาจใช้ ใบชี้แจงกำหนดกิจกรรมของผู้เรียนในการนำเสนอประสบการณ์

พรทิพย์ อุดมสิน (2555: 10-56) กล่าวถึงหลักการสำคัญของการเรียนรู้แบบ มีส่วนร่วม คือ การผสมผสานระหว่างการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential learning) กับ กระบวนการกลุ่ม (Group process) โดยองค์ประกอบของวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์นั้น ผู้เรียนแต่ละคนมีประสบการณ์เดิมอยู่แล้วจะสามารถใช้ประสบการณ์เดิมของตนให้เกิดประโยชน์ สูงสุด อีกทั้งการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือทดลองใช้ความรู้ได้ดี ผู้เรียนต้องปฏิบัติผ่าน กระบวนการกลุ่ม ดังนั้นการให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นทีม ผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งกัน และช่วยกันทำงานให้สำเร็จ

กรมวิชาการ (2546: 30) ได้กำหนดหลักการที่สำคัญของการเรียนรู้แบบมี ส่วนร่วม ดังนี้

1) ประสบการณ์ (Experience) ผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนนำประสบการณ์เดิม ของตนมาพัฒนาเป็นองค์ความรู้

2) การสะท้อนความคิดและถกเถียง (Reflect and discussion) เป็น ขั้นตอนที่ผู้สอนจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงออกในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกัน

3) เข้าใจและเกิดความคิดรวบยอด (Understanding and conceptualization) เป็นขั้นตอนการสร้างความรู้เข้าใจเพื่อนำไปสู่ความคิดรวบยอด ซึ่งอาจเกิดขึ้น โดยผู้เรียนเป็นฝ่ายริเริ่มและผู้สอนเป็นฝ่ายช่วยเติมให้สมบูรณ์

4) การทดลองหรือประยุกต์แนวคิด (Experience) คือ การให้ผู้เรียนได้มี โอกาสนำเอาความรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ จนเกิดเป็นแนวทางปฏิบัติ ของตนเอง

การเรียนรู้จากประสบการณ์ คือ กระบวนการสร้างความรู้ ทักษะ และเจตคติ ด้วยการนำเอาประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมาบูรณาการเพื่อสร้างการเรียนรู้ใหม่ โดยการเรียนรู้ แบบมีส่วนร่วมมี

หลักการ (Kolb and Fry. 1975) ดังนี้

1) ประสบการณ์ (Experience) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเองมาพัฒนาเป็นองค์ความรู้และประสบการณ์ใหม่ของตนเอง

2) สะท้อนความคิด/อภิปราย (Reflection and discussion) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการสอนและสร้างบรรยากาศ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันกำหนดประเด็นหัวข้อในการอภิปราย

3) ความคิดรวบยอด (Concept) เป็นขั้นตอนการสร้างความเข้าใจของผู้เรียน โดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้ จากผลของการสะท้อนความคิดและอภิปราย เพื่อนำไปสู่การเกิดความคิดรวบยอดของตนเอง

4) ทดลอง/ประยุกต์แนวคิด (Experimentation/Application) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำผลจากขั้นความคิดรวบยอดไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ จนเกิดเป็นแนวทางของตนเอง

การจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียน การสอนในทุกสาขาวิชา โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นหรือมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกัน รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ สอดคล้องกับสะเต็มศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมนั้น เป็นการเรียนรู้ในเชิงประสบการณ์และการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่ม ซึ่งมีข้อดีก็คือเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ดึงเอาประสบการณ์เดิมของตนเองใช้ในการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกัน ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ใหม่ๆจากเพื่อนในกลุ่ม และผู้เรียนได้ช่วยกันทำงานให้สำเร็จ โดยผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในทุกกระบวนการ แต่การจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมนั้นก็ยังมีข้อจำกัด คือ การจัดกิจกรรมกลุ่ม อาจมีผู้เรียนบางคนที่ไม่ให้ความร่วมมือหรือไม่ยอมแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นและการทำกิจกรรมกลุ่มอาจทำให้ผู้เรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมทุกคน (Kolb. 1984 อ้างถึงใน กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. 2544: 8)

2.2.4 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner)

บรูเนอร์ ได้พัฒนามาจากทฤษฎีของเพียเจต์ โดยบรูเนอร์เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery learning) (Bruner.1969:127)

2.2.4.1 แนวคิดทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner)

บรูเนอร์มีความเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมที่ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้โดยมีพื้นฐานอยู่บนประสบการณ์หรือความรู้เดิม (Bruner.1969:127; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552) โดยมีแนวคิดของทฤษฎี ดังนี้

บรูเนอร์จัดลำดับขั้นพัฒนาการเรียนรู้ทางสติปัญญาออกเป็น 3 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 Enactive representation ในขั้นนี้เด็กจะมีอายุระหว่างแรกเกิด – 2 ขวบ มีการพัฒนาการทางสติปัญญา โดยเรียนรู้จากการกระทำ การสัมผัส หรือเรียกว่า Enactive mode

ขั้นที่ 2 Iconic representation ในขั้นนี้เด็กจะสามารถถ่ายทอดสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการมองเห็น การสัมผัส การสร้างจินตนาการผ่านการใช้ความคิด ซึ่งพัฒนาการในขั้นนี้จะเพิ่มขึ้นตามอายุของเด็ก

ขั้นที่ 3 Symbolic representation ขั้นนี้ถือว่าเป็นพัฒนาการขั้นสูงสุด เด็กสามารถใช้การคิดอย่างมีเหตุมีผล สามารถแก้ไขปัญหาที่พบได้ ในขั้นนี้เด็กจะเรียนรู้ได้ดีผ่านสิ่งที่เป็นามธรรม

แนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) มีรายละเอียด ดังนี้

1) ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดี (วารุณี หนองห้าง. 2553)

2) ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน (วารุณี หนองห้าง. 2553) ซึ่งการจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนมีผลต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์แบ่งเป็น 3 ขั้นใหญ่ๆ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552: 27-28) ดังนี้

(1) ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive stage) คือ ขั้นของการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่างๆ และการลงมือกระทำช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

(2) ขั้นการเรียนรู้จากการคิด (Iconic stage) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถสร้างมโนภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริง

(3) ขั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic stage) เป็นขั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนได้

3) ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีการสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับพัฒนาการสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี (วารุณี หนองห้าง. 2553) การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียนและสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552: 27-28)

4) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน (วารุณี หนองห้าง. 2553) การคิดแบบหยั่งรู้ (Intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552: 27-28)

5) ผู้สอนสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน (วารุณี หนองห้าง. 2553) ซึ่งแรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552: 27-28)

6) ผู้สอนควรสอนความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียน (วารุณี หนองห้าง. 2553) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่เราสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552: 27-28)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ผู้สอนควรมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีการสอนและกระบวนการเรียนรู้ ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ เพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ที่สำคัญผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียน เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ที่ดี มีความหมายต่อผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเฉพาะตัว มีนักวิชาการหลายท่านได้อธิบายลักษณะของสะเต็มศึกษาในลักษณะเดียวกัน ซึ่งลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามี 3 ลักษณะ คือ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ การจัดการเรียนรู้ที่สามารถจัดได้ทุกระดับชั้น และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการต่าง ๆ (Dejarnette. 2012; Wayne. 2012; Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler. 2012) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.3.1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration) โดยการนำความรู้ เนื้อหา ตลอดจนวิธีการเรียนการสอนของแต่ละสาขาวิชา มาผสมผสานกันอย่างลงตัว ได้แก่

2.3.1.1 วิชาวิทยาศาสตร์ (S) ซึ่งเน้นการทำความเข้าใจธรรมชาติ โดยใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based science teaching) วิธีการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific problem-based activities) การสอนวิทยาศาสตร์ในรูปแบบสะเต็มศึกษาจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

2.3.1.2 วิชาเทคโนโลยี (T) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา แก้ไขปรับปรุง และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ โดยผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หรือ Engineering design process

2.3.1.3 วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นสาขาวิชาที่เน้นกระบวนการการคิดสร้างสรรค์ เน้นการพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ โดยมีการผสมผสานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกัน

2.3.1.4 วิชาคณิตศาสตร์ (M) เป็นสาขาวิชาที่เน้นเกี่ยวกับกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนก การจัดกลุ่ม การจัดรูปแบบ และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติของเรขาคณิต ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร โดยเป็นการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง ผ่านกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2.3.2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการที่สามารถจัดการสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล นอกจากสะเต็มศึกษาจะเป็นการบูรณาการเนื้อหาวิชาแล้ว สะเต็มศึกษายังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2.3.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวการพัฒนาผู้เรียนเพื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 21

2.3.3.1 พัฒนาการด้านปัญญา ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ

2.3.3.2 พัฒนาการด้านทักษะการคิด ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา เป็นต้น

2.3.3.3 พัฒนาการด้านคุณลักษณะ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม พัฒนาทักษะการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ และการส่งเสริมภาวะผู้นำ

นอกจากนี้ลักษณะของสะเต็มศึกษายังเป็นการสอนในศาสตร์หลายแขนง โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ข้ามระดับชั้น (Gonzalez. 2012: 1) และยังเป็นการเรียนรู้ผ่านโครงงานหรือเรียนรู้ผ่านกิจกรรมโดยการบูรณาการเนื้อหาผ่านการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (สสวท.2557: 4-6)

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเฉพาะ โดยมีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration) มีการนำความรู้และเนื้อหา รวมถึงวิธีการเรียนการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกัน นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถจัดการสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล และเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ

2.4 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ ซึ่งผู้เรียนจะต้องนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือไขข้อสงสัย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นเน้นวิธีการสืบสอบ (Inquire method) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) (MOS. 2007) โดยมีแนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่ได้รับเข้าด้วยกัน และมีความเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบกับความรู้ที่มีอยู่เดิม (Martin. 1994: 44 อ้างถึงใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2548: 15)

2.4.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) เป็นแนวทางที่วิศวกรใช้ในการสร้างสรรค์หรือผลิตผลงาน โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ (UMASS. 2007: online; สสวท.2558: 35) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมยังเป็นระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาที่พบ โดยการออกแบบและผลิตสิ่งประดิษฐ์ เพื่อประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (ESE. 2001: online)

จากความหมายข้างต้น กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่วิศวกรใช้ในการหาคำตอบสิ่งที่สงสัย โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแขนงต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.4.2 ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งมีหลายรูปแบบ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) การระบุปัญหา (Identify a challenge) (NRC. 2012; สสวท.2557: 4) ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้ ปัญหาคืออะไร แนวทางการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร และวิเคราะห์ข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่วิธีการในการแก้ปัญหา

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Explore ideas) (NRC. 2012; สสวท.2557: 4) ผู้เรียนสำรวจแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยการระดมความคิด ประเด็นต่อไปนี้ แนวทางการแก้ปัญหาคืออะไร ทำอย่างไร แก้ปัญหาได้อย่างไร แต่ละกลุ่มค้นหา 2-3 แนวคิดที่มีแนวโน้มจะแก้ปัญหได้

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) (NRC. 2012; สสวท.2557: 4) ผู้เรียนนำข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหามาเปรียบเทียบ เพื่อเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มดีที่สุด โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่ใช้ ระยะเวลา รวมถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด จากนั้นแต่ละกลุ่มวาดภาพร่างชิ้นงานจากแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยระบุอุปกรณ์ที่ใช้อย่างละเอียด

4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and develop) (สสวท.2557: 4) ผู้เรียนกำหนดขั้นตอน การสร้างชิ้นงาน ออกแบบชิ้นงาน โดยคำนวณหาขนาด วัสดุส่วน แล้วแต่ละกลุ่มลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Test and evaluate) (NRC. 2012; สสวท.2557: 4) ผู้เรียนทดสอบชิ้นงาน จากนั้นประเมินผล ชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยดูว่าชิ้นงานสามารถแก้ไขปัญหได้หรือไม่ ชิ้นงานมีข้อบกพร่องหรือไม่ เพื่อนำข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นไปใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Present the solution) (NRC. 2012; สสวท.2557: 4) ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น พร้อมผลการทดสอบ ชิ้นงานหน้าชั้นเรียน จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในชิ้นงาน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้นตอน มีข้อดี คือ มีขั้นตอนการนำเสนอวิธีแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในชิ้นงานของตนเอง เหมาะกับงานวิจัยที่มีลักษณะการแก้ปัญหาในรูปของสิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงาน ดังงานวิจัยของ อาทิตยา พูนเรือง (2559) ที่ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้นตอน พบว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้นตอน สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จริง โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

Museum of Science's National Center for Technological Literacy (UMASS. 2007: online) ได้กำหนดขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นตั้งคำถาม (Ask) เป็นการระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไขด้วยการผลิตสิ่งประดิษฐ์ รวมทั้งพิจารณาเงื่อนไขของการแก้ปัญหาจากการผลิตสิ่งประดิษฐ์นั้น ๆ
- 2) ขั้นจินตนาการวิธีแก้ปัญหา (Imagine) เป็นการระบุวิธีแก้ปัญหา โดยการระดมความคิด เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาแล้วเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
- 3) ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการระบุวิธีและขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยกำหนดขั้นตอนในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทั้งอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เพื่อแก้ปัญหตามแนวทางนั้น ๆ
- 4) ขั้นสร้างสรรค์ผลผลิต (Create) เป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ โดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

5) ขั้นปรับปรุง (Improve) เป็นการทดสอบคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ เพื่อทำการปรับปรุงให้มีผลงานดีขึ้น แล้วทำการทดสอบสิ่งประดิษฐ์นั้นหลังการปรับปรุงอีกครั้ง

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 5 ขั้นตอน เหมาะกับงานวิจัยที่มีลักษณะกิจกรรมที่มีความต่อเนื่อง ผลที่ได้จากการแก้ปัญหาเป็นลักษณะของวิธีการไม่ใช่สิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงาน ดังงานวิจัยของศราวุธ รามศรี (2558) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการจัดกิจกรรมแบบ STEM ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 5 ขั้นตอน พบว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 5 ขั้นตอน สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จริง โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 5 ขั้นตอน ไม่มีขั้นตอนของการนำเสนอผลจากการแก้ไขปัญหา ซึ่งขั้นตอนการนำเสนอผู้เรียนจะได้ร่วมอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับผลงานตนเอง และข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

Roderic (2001: online) ได้ระบุขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นระบุปัญหา (Define the problem) เป็นการระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข
- 2) ขั้นค้นหา (Explore) เป็นการรวบรวมข้อมูล ความรู้ วิธีการเพื่อนำไปสู่การออกแบบวิธีแก้ปัญหา
- 3) ขั้นระบุเงื่อนไข (Constraints) เป็นการระบุเงื่อนไข เป้าหมาย แนวทางการแก้ปัญหา
- 4) ขั้นออกแบบ (Design) เป็นการวิเคราะห์และออกแบบแนวทางแก้ปัญหา
- 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการเปรียบเทียบการออกแบบแต่ละวิธี และเลือกวิธีที่เป็นไปได้และมีประสิทธิภาพมากที่สุด
- 6) ขั้นแต่งตั้งผู้รับผิดชอบ (Delegation) เป็นการมอบหมายงานให้กับผู้ที่มีความถนัดในด้านต่าง ๆ อย่างเหมาะสม เพื่อแก้ปัญหาตามแนวทางที่กำหนดไว้
- 7) ขั้นระบุเงื่อนไขเฉพาะ (Specification) เป็นการระบุเงื่อนไข ข้อจำกัดรวมทั้งตัวแปรที่มีผลต่อแนวทางการแก้ปัญหา
- 8) ขั้นทดสอบ (Test) เป็นการทดสอบตามแนวทางที่วางแผนไว้

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 8 ขั้นตอน มีข้อดีคือมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ละเอียด ลำดับขั้นตอนในทำกิจกรรมชัดเจน เหมาะกับงานวิจัยที่มีลักษณะการเก็บผลระยะยาวหรือใช้เวลานาน อย่างไรก็ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 8 ขั้นตอน มีข้อจำกัดคือ ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมาก และขั้นตอนการทำกิจกรรมมีความซับซ้อน

2.4.3 บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้เรียนและผู้สอนมีบทบาทสำคัญที่ส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีรายละเอียด (Museum of Science. 2007: online) ดังนี้

1) บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

- (1) ผู้สอนเป็นคนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวางแผนแนวทางแก้ไขปัญหได้ด้วยตนเอง
- (2) ผู้สอนเป็นคนให้คำแนะนำในระหว่างการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย รวมทั้งเสริมแรงให้กับผู้เรียน
- (3) ผู้สอนเป็นคนให้ข้อมูล เพื่อให้ผู้เรียนประเมินแนวทางการแก้ปัญหา ทบทวนขั้นตอนในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

2) บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

- (1) ผู้เรียนเป็นผู้สังเกตข้อมูลต่าง ๆ เพื่อระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวางแผนแนวทางการแก้ปัญหา
- (2) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ปฏิบัติ ทดลอง เพื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหอย่างมีความหมาย
- (3) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ประเมินผลการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ผู้เรียนวางแผนไว้ แล้วปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอน และสิ่งประดิษฐ์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.4.4 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

Museum of Science (2007: online) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้

- 1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิศวกรรม
- 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และได้รับประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติด้วยการเรียนรู้แบบสืบสอบ และค้นหาความรู้ด้วยตนเอง
- 3) เพิ่มความสนใจและความมั่นใจในการประกอบอาชีพวิศวกร นักประดิษฐ์และนักนวัตกรรมในอนาคตให้กับผู้เรียน
- 4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อการแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจ

จากการศึกษาเอกสาร พบว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่วิศวกรใช้ในการหาคำตอบสิ่งที่สงสัย โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแขนงต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นมีนักการศึกษาเสนอขั้นตอนไว้หลากหลาย

2.5 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

การนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเข้ามาสู่กระบวนการจัดการศึกษานั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งได้แก่ ครู อาจารย์ และผู้บริหาร จะต้องทำความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างละเอียดและถ่องแท้ เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดผลกระทบในการจัดการศึกษาในอนาคต หรือส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (Rachel.2008; Bybee. 2009) ดังนั้นทุกฝ่ายควรให้ความสำคัญและทำความเข้าใจถึงการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ถูกต้อง โดยศึกษาถึงข้อดี ลักษณะของรูปแบบ องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา รวมไปถึงศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ (The Wheelock College Aspire Institute. 2010)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนนั้นมีการกำหนดกรอบเวลาไว้ อย่างชัดเจนและให้สอดคล้องกับภาระงานของนักเรียน อาจแบ่งกิจกรรมได้เป็นกิจกรรมช่วงเวลาสั้น (4-6 ชั่วโมง) หรือจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมโครงงานย่อย (2-8 สัปดาห์) หรือการทำโครงงาน (Project-based learning: PBL) ระยะเวลาตลอดภาคเรียนก็ได้ (อภิสิทธิ์ ธงไชย. 2556) การจัด

กระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่มีวิธีการและรูปแบบที่หลากหลาย เช่น กิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ผสมผสานกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และฝึกทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และได้นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือ สร้างสรรค์วิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

จากการทบทวนวรรณกรรม(Ricks, 2006; Bybee, 2009; Kathleen Leslie Cripe, 2012; DeJarnette, 2012; Schachter, 2012) สามารถสรุปรายละเอียดการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.5.1 ระดับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถจัดให้กับผู้เรียนตั้งแต่ระดับอนุบาล จนถึงระดับปริญญาขึ้นไป ทั้งนี้รูปแบบของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ก็จะแตกต่างกันไปตามระดับผู้เรียนและความเหมาะสมของวัยผู้เรียน เช่น ปิยพร คำสุวรรณ (2558:175-185) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาและเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์(Scientific inquiry) พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนการทดลอง ณัฐพล โยธานิตกุล (2558: 113) ได้ศึกษาการเพิ่มการมีส่วนร่วมของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยศึกษานักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-วิศวกรรมศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเจริญเติบโตหลังการปฏิสนธิของพืชดอก ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่แตกต่างกันออกไปตามความถนัดโดยนักเรียนมีบทบาทในกิจกรรม นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ทั้งในด้านความรู้ทางชีววิทยาและฟิสิกส์ ทักษะการใช้เทคโนโลยี มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยาในเชิงบวก และมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ Catherine (2012: 30-39) ยังได้ศึกษาลักษณะของรูปแบบสะเต็ม โดยการศึกษาเน้นที่โรงเรียนมัธยมที่ได้รับคัดเลือกจากภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการประกอบอาชีพสาขาสะเต็ม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เข้าเรียนในโรงเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและสามารถฝึกงานในการประกอบอาชีพที่ตอบสนองความต้องการหลังสำเร็จการศึกษาได้

2.5.2 การบูรณาการสาขาวิชาต่าง ๆ ร่วมกับรายวิชาวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากสามารถบูรณาการเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี และวิชาวิศวกรรมศาสตร์แล้ว ผู้สอนยังสามารถบูรณาการเนื้อหาในรายวิชาอื่นๆ เช่น ภาษา ประวัติศาสตร์ สังคมศึกษาและศิลปะได้อีกด้วย เช่น บุญเลี้ยง จอดนอก (2558) ซึ่งได้ศึกษาการบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อช่วยส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนและการประยุกต์ใช้แนวคิดของตนเองในเรื่องภาวะโลกร้อนภายใต้กรอบแนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผลการวิจัยพบว่า ผลการบูรณาการสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะช่วยให้นักเรียนแสดงความหมายในการเรียนรู้ และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.5.3 การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสู่ห้องเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสู่ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่หลากหลาย ดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านโครงงาน โครงงานเป็นส่วนหนึ่งของการสอนแบบสะเต็มศึกษา โดยผู้สอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกหัวข้อโครงงานที่ตนเองสนใจ จากนั้นผู้เรียนดำเนินการทำโครงงานด้วยกระบวนการบูรณาการกับสาขาวิชาต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนต้องสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในโครงงานได้ และผู้สอนจะประเมินผลการเรียนรู้จากกระบวนการทำโครงงานของผู้เรียน เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการแนวคิดวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและการออกแบบวิศวกรรมผ่านกิจกรรมโครงงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้สอนมีสถานการณ์ให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยการสร้างเครื่องยิงส่งเสื้อยืดให้กับคนดูในสนามบอลขนาดใหญ่ จากการศึกษาพบว่านักเรียนที่จะสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จจะต้องเข้าใจแนวคิดทางฟิสิกส์และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในเรื่องตรีโกณมิติอย่างลึกซึ้ง (Fantz and Grant. 2013)

2) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านการทดลอง โดยส่งเสริมการใช้วิธีการสืบเสาะ (Inquiry-based method) การสอนด้วยวิธีนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง เช่น การใช้เทคโนโลยีในการหาข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์หรือไอแพด แต่ต้องมีแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและเป็นแหล่งข้อมูลที่เพียงพอในการศึกษาของผู้เรียน โดยผู้สอนจะเป็นคนคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูล (Site) แก่ผู้เรียน เช่น การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาและเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดย

ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์(Scientific inquiry)ผ่านการทดลอง พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียน(ปิยพร คำสุวรรณ.2558:175-185)

3) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการสร้างสรรค์ การสอนสะเต็มด้วยกิจกรรมนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในการคิด โดยผู้สอนจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหามาให้ จากนั้นผู้เรียนต้องศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาทางออกหรือหาแนวทางการแก้ปัญหา อาจแสดงออกมาในรูปแบบของชิ้นงานหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาก็ได้ โดยต้องมีการบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ในการแก้ไขปัญหาด้วย เช่น การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนแบบสะเต็มศึกษาผ่านการแข่งขันหุ่นยนต์ของนักเรียนมัธยมปลาย โดยนักเรียนจะต้องออกแบบหุ่นยนต์ที่มีการใช้ความรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นการออกแบบอิสระที่ไม่ซ้ำกัน โดยนักเรียนจะต้องแก้ปัญหาที่ไม่เคยเจอมาก่อน เมื่อจบการแข่งขันพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการแข่งขันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลแสดงให้ เห็นว่าการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ได้ (Chung.2014) และการศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มความสนใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้สะเต็มศึกษา มีการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาโดยผ่านการสร้างโมเดลโยโย่กับความคิดทางฟิสิกส์และความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นบนโลกใบนี้ นักวิจัยพบว่านักเรียนมีแนวคิดทางฟิสิกส์ มากถึง 50 แนวคิด และนักเรียนหลายคนนำเสนอประสบการณ์ของนักเรียน โดยใช้คำอธิบายที่ดีและเข้าใจง่าย ดังนั้น การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ช่วยให้นักเรียนระดมความคิดที่มีประสิทธิภาพของนักเรียนได้ (Fang.2013)

4) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมค่าย ซึ่งค่ายสะเต็มศึกษาก็มีหลากหลายรูปแบบ เช่น การจัดกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นการแนะนำด้านอาชีพให้กับนักเรียนในระดับเกรด 6-8 ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จัดในช่วงปิดภาคเรียนฤดูร้อน ใช้เวลา 2 สัปดาห์ เมื่อผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรมรูปแบบสะเต็มที่ผู้สอนเตรียมไว้ จะเป็นการส่งเสริมทักษะทางด้านอาชีพให้กับผู้เรียน และเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกอาชีพได้อีกทางหนึ่ง โดยผู้เรียนจะได้ไปทัศนศึกษา สัมผัสกับลักษณะของอาชีพจากสถานที่จริง โดยจุดมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสบการณ์และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในการเลือกประกอบอาชีพ เช่น การศึกษาเรื่องการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้สถานการณ์ในโรงงานช็อคโกแลต เพื่อให้ให้นักเรียนที่เข้าร่วมค่ายแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งรูปแบบกิจกรรมเป็นการจัดกิจกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า

นักเรียนได้รับการกระตุ้นทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความมั่นใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนมีส่วนร่วมทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น รวมทั้งมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิตซ็อกโกแลตมากขึ้น (Marle.2014: 345-350)

5) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นวิธีการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียน ซึ่งเป็นการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมุ่งที่การใช้ปัญหาจริงหรือการจำลองสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด สามารถนำประเด็นจากปัญหาไปสู่การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่แนวทางแก้ปัญหา เช่น การศึกษาการปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมของนักเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเจริญเติบโตหลังการปฏิสนธิของพืชดอก โดยให้นักเรียนรวมกลุ่มกันเพื่อเชื่อมโยงหลักการทางฟิสิกส์กับการเคลื่อนที่ของเมล็ดพืช โดยใช้โปรแกรมในการบันทึกและนำเสนอผลการทดลอง และใช้กระบวนการทางวิศวกรรม ออกแบบเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาประเด็นที่สนใจ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทุกคนมีบทบาทในกิจกรรมมากกว่าร้อยละ 80 และทำกิจกรรมตามความถนัดของตัวเอง ซึ่งเป็นการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในเชิงบวก และมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด (ณัฐพล โยธาติกุล. 2558)

จากการศึกษาเอกสาร ผู้วิจัยพบว่า การส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมให้แก่นักเรียน สำหรับการใช้ชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต โดยเน้นการนำความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบไปใช้ในชีวิตจริง โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านโครงงาน การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านการทดลอง การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมสร้างสรรค์ การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมค่ายและการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.6 แนวทางการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การวัดและประเมินผล เป็นกระบวนการที่มีระเบียบแบบแผนเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่แสดงคุณภาพของผู้เรียน การวัดและประเมินผลที่ดีควรจัดให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดและเลือกใช้เครื่องมือ รวมถึงกำหนดวิธีการวัดให้เหมาะสม

การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงจากการปฏิบัติกิจกรรม ในการวัดนั้นใช้วิธีการที่หลากหลายขึ้นกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ

ความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ มีนักการศึกษาให้แนวทางการวัดและประเมินผลสะสมเต็มศึกษาไว้ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยสรุปได้ 2 วิธี (Edward M.Reeve.2013: 12-15; วิชัย วงษ์ใหญ่และมารุต พัฒผล.2557: 147 ;ชวลิต ชูกำแหง.2550: 132) ดังนี้

2.6.1 การประเมินระหว่างเรียน (Formative assessment) เป็นการประเมินเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรม โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะเน้นการลงมือปฏิบัติ ซึ่งผู้สอนควรใช้วิธีการวัดและประเมินผล ดังนี้

- 1) กำหนดเกณฑ์และเป้าหมายในการเรียน
- 2) การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม
- 3) การประเมินตนเองและการประเมินโดยเพื่อน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและฝึกการยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น
- 4) การบันทึกข้อมูล

2.6.2 การประเมินหลังเรียน (Summative assessment) เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ความสามารถและแนวคิดเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อาจเป็นการตัดสินผลการจัดการเรียนรู้ หลังจากผู้เรียนได้เรียนจบหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งหรือหลายหน่วย วิธีนี้รวมการประเมินปลายภาคเรียนด้วย ผู้สอนควรใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เช่น แบบทดสอบ แบบสัมภาษณ์ แบบประเมินโครงงาน เป็นต้น

การวัดและประเมินผลสะสมเต็มศึกษา มีหลากหลายวิธีการโดยต้องคำนึงถึงสิ่งที่ต้องการวัด และเลือกแนวทางให้เหมาะสม (สสวท. 2558) ดังนี้

2.6.3 การประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) หมายถึง การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน โดยการแสดงออก การกระทำหรือผลงานของผู้เรียน ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงานผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ของผู้เรียน การประเมินจากสภาพจริงที่ดีควรมีการประเมินหลายๆด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีและต้องประเมินอย่าง

2.6.4 การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการในด้านความสามารถและทักษะต่าง ๆ ซึ่งประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำกิจกรรม และประเมินจากกระบวนการทำงานกลุ่มและกระบวนการคิดของผู้เรียน

2.6.5 การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน (Subjective test) การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบ เพราะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังคงมีความจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ ดังนั้น กระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจการนำไปใช้ แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้ใน 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ได้มีนักการศึกษาเสนอขั้นตอนไว้แตกต่างกัน ได้แก่ 5 ขั้นตอน 6 ขั้นตอน และ 8 ขั้นตอน ซึ่งมีรูปแบบและลักษณะการนำไปใช้ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเฉพาะ โดยมีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integration) มีการนำความรู้และเนื้อหา รวมถึงวิธีการเรียนการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน สามารถจัดการเรียนรู้ได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ ในการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็ม มีทั้งการประเมินก่อน ระหว่างและหลังเรียนซึ่งมุ่งเน้นการประเมินตามสภาพจริงด้วยเครื่องมือที่หลากหลาย

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดนิยามที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้ดังนี้

สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้ใน 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกำหนดประเด็นปัญหาที่มีความท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) งานวิจัยครั้งนี้จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยยึดขั้นตอนของ NRC และ สสวท. (NRC. 2012; สสวท. 2557) เนื่องจากมีขั้นตอนของการนำเสนอผลจากการแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนการนำเสนอผู้เรียนจะได้ร่วมอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับผลงานตนเอง และได้รับข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทำ

ให้ผู้เรียนสามารถทราบข้อบกพร่องของผลงานและปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ผลงานที่มีความเหมาะสมและแก้ปัญหาได้จริง กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a challenge) ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้ ปัญหาคืออะไร แนวทางการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร และวิเคราะห์ข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่วิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Explore ideas) ผู้เรียนสำรวจแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยการสืบค้นข้อมูลและระดมความคิดภายในกลุ่มในประเด็นต่อไปนี้ แนวทางการแก้ปัญหาคืออะไร ทำอย่างไร และแก้ปัญหาได้อย่างไร

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) ผู้เรียนนำข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหามาเปรียบเทียบ เพื่อเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มดีที่สุด โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่ใช้ ระยะเวลา รวมถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด จากนั้นแต่ละกลุ่มร่างวิธีการแก้ปัญหา โดยระบุขั้นตอนการดำเนินการ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้อย่างละเอียด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and develop) ผู้เรียนดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่วางไว้ ซึ่งอาจเป็นการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือเป็นการสร้างชิ้นงานโดยออกแบบชิ้นงาน คำนวณหาขนาด รูปร่าง สัดส่วน แล้วแต่ละกลุ่มลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา (Test and evaluate) ผู้เรียนทดสอบวิธีการแก้ไขปัญหาหรือชิ้นงาน จากนั้นประเมินผลงานที่สร้างขึ้น โดยดูว่าผลงานสามารถแก้ปัญหาก็ได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องหรือไม่ เพื่อนำข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นไปใช้ในการปรับปรุงผลงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา (Present the solution) ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้น พร้อมผลการทดสอบผลงานหน้าชั้นเรียน จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในผลงาน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยสามารถสรุปบทบาทนักเรียนและครูในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังตาราง 1

ตาราง 1 บทบาทนักเรียนและครูในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ขั้นตอน	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	1) สังเกตปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	1) กำหนดสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล	1) ระดมสมองแลกเปลี่ยนประสบการณ์ รวบรวมข้อมูลและเชื่อมโยงความรู้จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 2) กำหนดวิธีแก้ปัญหา จากนั้นพิจารณาเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด	1) พิจารณาตัวแปรที่ต้องการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดและช่วยแนะนำแหล่งเรียนรู้เพื่อการค้นหาข้อมูล 2) ตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้องของข้อมูล
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีแก้ปัญหา	1) ออกแบบผลงานที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์	1) อภิปรายวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	1) ปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในขั้นการวางแผน 2) สร้างผลงานที่ใช้ในการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้	1) ต้องสังเกตการปฏิบัติงานของนักเรียน ให้ความรู้และคำปรึกษา
ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุงผลงาน	1) ร่วมกันระบุประโยชน์และวิธีทดสอบผลงานหรือกระบวนการประดิษฐ์ 2) ร่วมกันวิพากษ์ชิ้นงานของกลุ่มตนเอง เพื่อหาข้อบกพร่องและดำเนินการแก้ไข	1) ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับการออกแบบการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม รวมทั้งการลงข้อสรุปที่ได้จากการแก้ปัญหาที่กำหนด

ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
ขั้นที่ 6 นำเสนอผลงาน	1) นำเสนอและอธิบายให้ผู้ฟังเข้าใจในผลงานที่สร้างสรรค์ขึ้น เพื่อแก้ปัญหานั้นได้อย่างชัดเจน 2) แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในผลงาน	1) ประเมินผลงานของแต่ละกลุ่มว่าเป็นไปตามที่สถานการณ์กำหนดหรือไม่ 2) ให้ข้อเสนอแนะผลงานของนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

3. หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ (Learning Unit) หมายถึง สาระการเรียนรู้ย่อยหรือเนื้อหาย่อยของบทเรียนที่ถูกจัดเป็นหมวดหมู่ (Henson .2001 อ้างถึงในนพเก้า ณ พัทลุง.2550:84;กรมวิชาการ.2548:15;เบญจมาศ อยู่เป็นแก้ว.2547:14) โดยมีการออกแบบการเรียนการสอนให้มีเนื้อหาและกิจกรรมสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ (บุญตา สหวงศ์เจริญ.2554:3; ภัทรวิดี แผ้วพลสง. 2554:31) ซึ่งมีรายละเอียดของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลที่อิงตามหลักสูตร โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการคิด ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่น ตลอดจนผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้หน่วยการเรียนรู้ยังเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถบูรณาการเนื้อหาในรายวิชาต่าง ๆ ได้ (จารีพร ผลมูล.2558:4;สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์.2559:5) โดยการนำความรู้ของแต่ละวิชามาสอดผสานกัน มีการกำหนดแก่นเรื่องของหน่วย และมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุมีผล นำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ (บุญตา สหวงศ์เจริญ.2554:3)

หน่วยการเรียนรู้เป็นกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ โดยเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยึดตามบริบทและความต้องการของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสุขกับการเรียน ควบคู่ไปกับคุณภาพของผู้เรียน ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (บุญตา สหวงศ์เจริญ.2554:3) และที่สำคัญมีการกำหนดบทบาทให้ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อฝึกฝนและเป็นร่องรอยสำหรับประเมินว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตรงตามที่คุณสอนกำหนดไว้หรือไม่ มีการ

ออกแบบกิจกรรมให้เข้ากับบริบทที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติทำงานเป็นทีม มีการสื่อสาร อภิปรายร่วมกัน (สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์. 2559:5) และหน่วยการเรียนรู้เป็นหัวใจสำคัญต่อการจัดการศึกษา โดยหน่วยการเรียนรู้เป็นตัวเชื่อมในการนำหลักสูตรมาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

จากการศึกษา หน่วยการเรียนรู้ คือ สาระการเรียนรู้ย่อยที่มีการออกแบบการเรียนการสอนให้มีเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ในหลักสูตร โดยการออกแบบกิจกรรมนั้นยึดตามบริบทและความต้องการของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีการทำงานเป็นทีม มีการสื่อสารและอภิปรายร่วมกัน ตลอดจนผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.2 องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้

การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ที่อิงหลักสูตร ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดเป็นตัวกำหนดเป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้ โดยหน่วยการเรียนรู้เป็นการนำมาตรฐานการเรียนรู้มาสู่การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียน ซึ่งองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้มี ดังนี้

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้หรือหัวเรื่อง (Theme) โดยตั้งเป็นประเด็นคำถามหรือหัวเรื่องของหน่วยการเรียนรู้ที่สะท้อนถึงเป้าหมายของการเรียนรู้ (Henson .2001 อ้างถึงในนพเก้า ณ พัทลุง. 2550: 85; ไตรรงค์ เจนการ. 2547: 76;อดุลย์ ไทรเล็กทิม. 2550: 29)

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เป็นการกล่าวถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ โดยการกำหนดสิ่งที่ผู้เรียนควรรู้และสามารถปฏิบัติได้เมื่อจบบทเรียน (Henson . 2001 อ้างถึงในนพเก้า ณ พัทลุง. 2550: 85; กรมวิชาการ. 2544:10)

3. เนื้อหาสาระ สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียน (Henson .2001 อ้างถึงในนพเก้า ณ พัทลุง. 2550: 85; ไตรรงค์ เจนการ. 2547: 76; กรมวิชาการ. 2544: 10; อดุลย์ ไทรเล็กทิม. 2550: 29)

4. กิจกรรมการเรียนรู้ ควรมีลักษณะเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ (ไตรรงค์ เจนการ. 2547: 76; กรมวิชาการ. 2544: 10;อดุลย์ ไทรเล็กทิม. 2550: 29)

5. การประเมินผล ควรมีความหลากหลาย เช่น การทดสอบ การเขียน การสอบปากเปล่า การทำโครงการ การอภิปราย เป็นต้น (ไตรรงค์ เจนการ. 2547: 76; กรมวิชาการ. 2544:10)

6. จำนวนเวลา เป็นการกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (กรมวิชาการ. 2544:10)

จากการศึกษา พบว่า องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้มี ดังนี้ ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาสาระ สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผล และจำนวนเวลา

3.3 ขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดของการใช้หลักสูตร เพราะเป็นการนำมาตรฐานการเรียนรู้สู่การปฏิบัติเพื่อพัฒนาผู้เรียน โดยมีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

1. การสร้างหน่วยการเรียนรู้ (จารีพร ผลมูล.2558:4;สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์.2559:70)โดยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้ ศึกษาหลักสูตรแกนกลาง สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ เพื่อใช้ประกอบในการกำหนดองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อหน่วย เป้าหมายการเรียนรู้ สาระสำคัญ ตัวชี้วัด กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล (กรมวิชาการ.2544:10) รวมถึงการกำหนดชิ้นงานสำหรับการเรียนการสอน การเขียนแนะนำหน่วยการเรียนรู้ที่ตั้งขึ้น การกำหนดเวลาและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรมการกำหนดสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ และทรัพยากรที่ต้องใช้ในหน่วยการเรียนรู้ (Apple. 2003 อ้างถึงในนพเก้า ณ พัทลุง.2550:87)

2. การหาคุณภาพหน่วยการเรียนรู้ โดยนำหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องตรวจสอบคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้ (จารีพร ผลมูล.2558:4; สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์.2559:70) จากนั้นทดลองใช้กับผู้เรียนเพื่อนำผลมาปรับปรุงแก้ไขหน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสม (Apple. 2003 อ้างถึงในนพเก้า ณ พัทลุง.2550:87)

3. การใช้หน่วยการเรียนรู้ (จารีพร ผลมูล.2558:4) นำหน่วยการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4. การประเมินผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ (จารีพร ผลมูล.2558:4) นำข้อมูลที่ได้หลังจากใช้หน่วยการเรียนรู้มาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้

จากการศึกษาสรุปได้ว่าขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักคือ 1) การสร้างหน่วยการเรียนรู้ 2) การหาคุณภาพหน่วยการเรียนรู้ 3) การใช้หน่วยการเรียนรู้ และ 4) การประเมินผลการใช้หน่วยการเรียนรู้

3.4 หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ถูกคัดเลือกมาภายใต้หัวข้อหนึ่งและมีจุดประสงค์ร่วมกันอย่างหนึ่ง โดย ต้องใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ (อามร บัวศรี.2531:253) อีกความหมายหนึ่งของหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่มี มาตรฐานการเรียนรู้หรือตัวชี้วัดเป็นตัวกำหนดเป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้ ภายในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ ชิ้นงานหรือภาระงานที่กำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนรู้และเกณฑ์การประเมิน (สำนัก วิชาการและมาตรฐานการศึกษา.2551:7) นอกจากนี้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังสามารถ จัดการเรียนรู้ได้ 2 แบบ คือ การจัดการเรียนรู้แบบแยกรายวิชา เป็นการออกแบบการเรียนการสอน ให้มีเนื้อหาและกิจกรรมสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพียงวิชาเดียว และการจัดการเรียนรู้แบบ บูรณาการ เป็นการออกแบบการเรียนการสอนโดยเชื่อมโยงเนื้อหาและกิจกรรมสอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ พรสวรรค์ สองแคว (2560) ได้พัฒนาหน่วยการ เรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรหิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการบูรณาการข้ามสาระวิชา ซึ่งประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยพัฒนาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ ควรเริ่ม จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหน่วยเรียนแบบบูรณาการ และการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช2551 ภัทรวดี แฉั่วพลสง (2554:31) ได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง น้ำผลไม้เพื่อสุขภาพ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ ส่วนนำ (ชื่อหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เวลา เรียน/จำนวนชั่วโมง) เป้าหมาย (มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้) หลักฐานการเรียนรู้ (ชิ้นงาน / ภาระงาน การวัดและประเมินผล) กิจกรรมการเรียนรู้ (ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป) และแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน 12 ชั่วโมง จากผลการประเมินความเหมาะสมสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า หน่วยการเรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับการนำไปใช้จัดการเรียนการสอน ซึ่งได้มีขั้นตอน การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การสร้างหน่วยการเรียนรู้แบบ บูรณาการ และการทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ

3.4.1 หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ที่จะใช้ในการสอน ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเสนอเนื้อหาหรือหัวข้อที่สนใจ(สุชนานาฏ สุวรรณพิบูลย์. 2559) เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายและผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษา เช่น การพัฒนาทักษะในการคิด การพัฒนาสมรรถนะด้านต่าง ๆ เป็นต้น เช่น การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการเรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการเรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.35/84.10 ตามเกณฑ์80/80 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบกิจกรรม โดยเลือกกิจกรรมที่นักเรียนมีความสนใจที่จะศึกษาเรียนรู้ (สุชนานาฏ สุวรรณพิบูลย์. 2559)

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้
หน่วยการเรียนรู้ คือ สารการเรียนรู้ย่อยที่มีการออกแบบการเรียนรู้ให้มีเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ในหลักสูตร โดยการออกแบบกิจกรรมนั้นยึดตามบริบทและความต้องการของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีการทำงานเป็นทีม มีการสื่อสารและอภิปรายร่วมกัน ตลอดจนผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาสาระ สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผล และจำนวนเวลา

จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงนำมาใช้ในการสร้างหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน มีลักษณะเป็นสาระการเรียนรู้ที่มีการออกแบบการเรียนรู้การสอนโดยการเพิ่มเติมเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกำหนดประเด็นปัญหาที่มีความท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) ทั้ง 6 ขั้นตอน หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรมย่อย ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เมื่อฉันอยากดูแลสุขภาพ กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้ดำเนินการตามขั้นตอนการระบุปัญหาในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา กิจกรรมที่ 2 มาปลูกต้นอ่อนทานตะวันกันเถอะ กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่

ละกลุ่มจะดำเนินการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนรวมถึงการดำเนินการแก้ปัญหา กิจกรรมที่ 3 เธอคือต้นอ่อนทานตะวันของฉัน กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะดำเนินการตาม ขั้นตอนการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาและกิจกรรมที่ 4 นวัตกรรมแห่ง การเพาะเมล็ด กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะใน ผลงาน ข้อดี ข้อเสียเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา รวมถึงการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยหน่วย การเรียนวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

4. ความสามารถในการแก้ปัญหา

4.1 ความหมายความสามารถในการแก้ปัญหา

เมื่อมีปัญหาหรืออุปสรรคเกิดขึ้นในชีวิต มนุษย์ส่วนใหญ่จะพยายามหาทางแก้ไข ปัญหาเหล่านั้นเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ต้องการ การแก้ปัญหานี้เป็นกระบวนการหรือวิธีการ ที่มีความซับซ้อน ซึ่งผู้แก้ปัญหาต้องหาวิธีการในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์โดย อาศัยความรู้ สติปัญญา ทักษะต่าง ๆ (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ.2556) รวมไปถึงต้องอาศัยความเข้าใจ เกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหายังต้องมีความพร้อมที่จะแก้ปัญหาใหม่โดยการ อาศัยประสบการณ์เดิม มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้สามารถสรุป ได้ ดังนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหาคือกระบวนการทางความคิดที่เป็นผลจากจิตใจของมนุษย์ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลสามารถปรับตัวเข้ากับสังคมและสิ่งแวดล้อมรอบข้างได้ (ชุดินันท์ พุ่มกลิ่น. 2546:4) อีกทั้งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่อาศัยการเรียนรู้และการผสมผสานจนเกิดเป็น ความสามารถทางการแก้ปัญหา (Gagne. 1970: 407) และเป็นแบบแผนหรือวิธีการซึ่งอยู่ใน สภาพที่มีความยุ่งยากซับซ้อน หรือการพยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ โดยมีการ ตั้งสมมติฐาน มีการตรวจสอบสมมติฐาน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองและนำไปสู่การ สรุปผล (Good. 1973: 306) นอกจากนี้ความสามารถในการแก้ปัญหายังเป็นทักษะด้านการคิด ผู้เรียนต้องรู้วิธีการที่จะกระทำต่อความรู้ใหม่ที่ได้รับ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและบุคคลที่จะเรียนรู้ ได้ดีนั้น จะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีด้วย หากมีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีก็จะสามารถ หาคำตอบหรือแนวทางการแก้ปัญหาได้สำเร็จ (Soden. 1994: 27;ศิริเพ็ญ ไหมวัด. 2551:2) ซึ่ง การดำเนินชีวิตประจำวันของเรามักต้องเผชิญกับปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ ทั้งปัญหาที่ง่ายและ ปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อน ความสามารถในการแก้ปัญหาคือสิ่งที่ช่วยให้มนุษย์สามารถ แก้ไขปัญหาที่พบและสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ (ชุดินันท์ พุ่มกลิ่น. 2546: 10) การฝึก ให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคือสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก เนื่องจากปัญหาเป็น

จุดเริ่มต้นของการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ของผู้เรียน (ศิริเพ็ญ ไหมวัด. 2551: 2) อีกทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอีกด้วย โดยผู้เรียนที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ดีต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีด้วย (Soden.1994: 27) นอกจากนี้ความสามารถในการแก้ปัญหายังเป็นแนวทางเพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ผ่านการศึกษาหาข้อมูล มีการตั้งสมมติฐาน มีการเก็บรวบรวมข้อมูล การทดลองและสรุปผล (Good. 1973: 306) โดยต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ (พรศรี ดารุ่งสวรรค์. 2548:18) แล้วนำไปสู่การลงข้อสรุปที่จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ในอนาคต

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการทางความคิด รูปแบบ แบบแผนหรือวิธีการในการนำความรู้ที่ได้รับ มาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบ หรือใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีจะสามารถหาแนวทางแก้ไขหรือสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

4.2 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมมาประกอบการแก้ปัญหาใหม่ โดยความสามารถในการแก้ปัญหาที่เป็นระบบหรือมีแบบแผนจะทำให้สามารถแก้ไขปัญหามาได้และบรรลุผลได้ดียิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การบรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ต้องดำเนินการตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหามาจากการทบทวนวรรณกรรมได้มีนักวิชาการแบ่งองค์ประกอบของการแก้ปัญหาไปในทิศทางเดียวกัน (ดวงพร สมจันทร์ตา. 2559:6; ศศิมา อินทนะ.2551:19; อาทิตยา พูนเรือง.2559:6; นาดยา ช่วยชูเชิด.2557:92) โดยแบ่งองค์ประกอบไว้ ดังนี้

1. การระบุปัญหา เป็นความสามารถในการค้นพบปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยตอบได้ว่าอะไรคือปัญหาจากสถานการณ์
2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถในการแยกแยะและจำแนกถึงสาเหตุที่สามารถเป็นไปได้ โดยต้องพิจารณาจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่ได้กำหนด
3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผน คิดค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุหรือเสนอแนวทางวิธีที่นำไปสู่การแก้ปัญหอย่างเหมาะสม
4. การตรวจสอบวิธีการ เป็นความสามารถในการอธิบายว่าผลที่ได้จากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหาและเกิดผลการแก้ปัญหอย่างไร

Bruner (1957) ได้แบ่งองค์ประกอบของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การรู้จักปัญหา (Problem isolation) เป็นการที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนเองกำลังพบเจออยู่ว่าสิ่งนั้นคือปัญหา
2. การแสวงหา (Search for crucial) เป็นการที่บุคคลใช้ความพยายามในการระลึกถึงประสบการณ์เดิมที่เคยผ่านมา
3. การตรวจสอบความถูกต้อง (Confirmation check) เป็นการตรวจสอบก่อนที่จะจัดประเภทปัญหาหรือแยกเนื้อหาปัญหา
4. การตัดสินใจ (Decision making) เป็นการตัดสินใจที่สอดคล้องและเหมาะสมกับปัญหาซึ่งเป็นขั้นตอนของการลงมือปฏิบัติ

นอกจากนี้ Guilford (1971) ได้อธิบายองค์ประกอบในการแก้ปัญหาไว้ 5 องค์ประกอบดังนี้

1. การเตรียมการ เป็นการตั้งปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์คืออะไร
2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นการพิจารณาว่าสิ่งใดที่เป็นสาเหตุของปัญหา
3. การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหา
4. การตรวจสอบผล เป็นการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา
5. การนำไปประยุกต์ใช้ เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์อื่น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยสามารถสรุปดังนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหาในครั้งนี้มีองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การระบุปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถค้นพบปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะเขียนสิ่งที่เป็นปัญหา จากนั้นพิจารณาปัญหาของสมาชิกในกลุ่มแล้วเลือกว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง
2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถจำแนกสาเหตุของปัญหา โดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดและวิเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดให้จากสถานการณ์ จากนั้นจำแนกและจัดหมวดหมู่สาเหตุของปัญหา และคาดคะเนหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด

3. การเสนอวิธีแก้ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาและอุปกรณ์ที่ใช้ในใบกิจกรรมอย่างละเอียด โดยอภิปรายร่วมกันเพื่อหาวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

4. การตรวจสอบวิธีแก้ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสามารถปฏิบัติตามวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ พร้อมทั้งหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้มีความเหมาะสม สามารถนำไปแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

4.3 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน โดยการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลได้ ความสามารถในการแก้ปัญหาคือความสามารถที่ต้องอาศัยการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน รวมทั้งปรับบทบาทของผู้เรียนและผู้สอน และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน เช่น กิจกรรมกลุ่มย่อย กิจกรรมฐานการเรียนรู้ เป็นต้น ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกเป็นอิสระ ไม่กดดัน มีการสร้างปฏิสัมพันธ์กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม ผู้สอนเป็นเพียงคนให้คำแนะนำกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด จินตนาการ และรู้จักการใช้จินตนาการในการแก้ปัญหา (Krulik & Rudnick. 1993)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า มีนักการศึกษาได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียน โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย ดังนี้

1. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียนโดยการฝึก ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาคือความสามารถที่จะพัฒนาได้ดีหากมีการฝึกอย่างสม่ำเสมอ การฝึกให้ผู้เรียนมีการแสดงความคิดเห็น จะช่วยให้ผู้เรียนใช้ความคิดของตนเอง มีการซักถามเพื่อหาคำตอบโดยผ่านการคิดหาเหตุผล (Caroll.1964) การที่ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกอย่างสม่ำเสมอแก่ผู้เรียน ซึ่งวิธีการช่วยฝึกให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหานั้น (พรศรี ดาวรุ่งสวรรค์. 2548:20) มีวิธีการ ดังนี้

1.1 การฝึกให้ผู้เรียนทำงานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ วิธีการแบบนี้ เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน การฝึกการทำงานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอช่วยให้มีประสบการณ์เพิ่มขึ้นและช่วยให้มีแนวทางในการแก้ปัญหามากขึ้น

1.2 การฝึกให้นักเรียนมีการทดสอบอยู่เสมอ ผู้สอนอาจกำหนดปัญหาให้ผู้เรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยมีการชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้

1.3 การฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุมีผล การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง

1.4 การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการคิดวิจารณ์ญาณ โดยจอห์นดิวอ์นักรักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหานั้นออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 การกำหนดปัญหา

1.4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง

1.4.3 ตั้งสมมติฐาน

1.4.4 ทดสอบสมมติฐาน

1.4.5 ประเมินผล

2. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม ซึ่งเป็นลักษณะของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สถาพร พลราช (2556) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากการศึกษาพบว่างานวิจัยมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมในแต่ละชุดกิจกรรมเป็นการศึกษาในแหล่งเรียนรู้ต้องเสียเวลาในการเดินทางไปยังแหล่งเรียนรู้ เพราะฉะนั้นเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมต้องใช้เวลามาก นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ นาดยา ช่วยชูเชิด (2557: 87) โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ คือ ควรศึกษาเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียนหลังจากใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

3. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยใช้วิธีการสอน ซึ่งมีวิธีการที่หลากหลาย ดังนี้ การจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT และการสอนสืบเสาะแบบ สสวท พัฒนา สถาพร (2556: 41) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT และการสอนสืบเสาะแบบ สสวท. พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนสืบเสาะแบบสสวท.อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนสืบเสาะแบบสสวท.อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 จากการศึกษาผู้วิจัยพบว่าการสอนโดยใช้ 4 MAT มีข้อจำกัดในเรื่องเวลาในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องล่าช้า ใช้เวลาค่อนข้างเยอะ และการจัดกิจกรรมจะมีการสอดแทรกแนวคิดหรือเนื้อหาที่เรียน หากผู้สอนไม่มีความสามารถในการเชื่อมโยงปัญหาก็จะเป็นการยากต่อการเรียนการสอนขั้นต่อไปและเป็นการยากที่ผู้เรียนทุกลักษณะจะสามารถปรับเปลี่ยนและประยุกต์การเรียนรู้ให้เข้ากับการสอนได้

4. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ศิขรินทร์ธาร โคตรสิงห์ (2557:40) ได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการศึกษาพบข้อเสนอแนะ คือ ผู้สอนอาจศึกษาผลการนำรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปบูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ

5. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ปิยพร คำสุวรรณ (2558:175-185) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาและเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนการทดลอง Fang (2013: 8) โดยศึกษาความสนใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้เทคนิคความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา โดยผ่านการสร้างโมเดลโยโย่กับความคิดทางฟิสิกส์และความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นบนโลกใบนี้ โดยทดลองกับนักเรียนมัธยมปลายจากโรงเรียนในรัฐยูทาห์สหรัฐอเมริกา พบว่า นักเรียนมีแนวคิดทางฟิสิกส์มากถึง 50 แนวคิด และนักเรียนหลายคนยังใช้การอธิบายที่ดี เข้าใจง่าย ในการนำเสนอประสบการณ์ของนักเรียน การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียนระดมความคิดที่มีประสิทธิภาพของนักเรียนได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการ

แก้ปัญหาของผู้เรียนมีรูปแบบและวิธีการที่หลากหลาย เช่น การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยกิจกรรมที่ส่งเสริมการฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการแสดงความคิดเห็น ช่วยให้ผู้เรียนใช้ความคิดของตนเอง มีการซักถามเพื่อหาคำตอบโดยผ่านการคิดหาเหตุผล การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ชุดกิจกรรม เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ได้ทุกที่ทุกเวลา การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการสอน การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำทฤษฎีหรือหลักการแต่เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ พัฒนาความรู้ความเข้าใจ และฝึกกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล

4.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีเทคนิคและวิธีการวัดที่สามารถเลือกใช้ได้หลายวิธี จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยสามารถสรุปวิธีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาดังนี้

1. การวัดโดยใช้แบบทดสอบ (Test) ซึ่งการวัดโดยวิธีนี้เป็นการวัดที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากใช้ง่ายและสะดวกสำหรับผู้สอบ แบบทดสอบสามารถแบ่งตามลักษณะการตอบได้ 2 ประเภท (Macintyre. 2000 อ้างถึงในนิตยา ภูผาบาง. 2559: 37) คือ

1.1 แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง (Subjective or essay type) (ดวงพร สมจันทร์ตา. 2559:6; อาทิตยา พุนเรือง. 2559:6) มีลักษณะเด่นที่ให้อิสระในการเขียนคำตอบหรือแสดงความคิดเห็นแก่ผู้สอบอย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบแบบปรนัย (Objective type) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple - choice) (นิตยา ช่วยชูเชิด. 2557:90) ข้อสอบแบบนี้แต่ละข้อคำถาม จะประกอบด้วย โจทย์ (Stem) และตัวเลือก (Alternative) มีตั้งแต่ 3 ตัวเลือกถึง 5 ตัวเลือก แบบทดสอบแบบนี้จะวัดความสามารถของสมองได้ตั้งแต่ขั้นต่ำถึงขั้นสูง ๆ โดยคำตอบในตัวเลือกนั้นจะมีข้อถูกอยู่เพียงข้อเดียวส่วนข้ออื่น ๆ เป็นตัวลวง (Distracters) การทดสอบแบบนี้เหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลที่มีจำนวนมาก

2. การสัมภาษณ์ (Interview)

การสัมภาษณ์ คือ การสื่อสารระหว่างบุคคลซึ่งแตกต่างจากการสนทนาโดยทั่วไป เพราะการสัมภาษณ์จะต้องมีจุดมุ่งหมาย ต้องเตรียมคำถามและติดต่อกับผู้ให้สัมภาษณ์โดยมีกำหนดเวลาที่แน่นอน การสัมภาษณ์แบ่งเป็น 2 แบบ (Macintyre. 2000) คือ

2.1 การสัมภาษณ์แบบมี/ ไม่มีระบบ (Structured or unstructured interviews) การสัมภาษณ์แบบมีระบบเป็นวิธีการที่ผู้รวบรวมข้อมูลได้กำหนดรูปแบบการสัมภาษณ์ มีรายการคำถามที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา เวลาและสถานที่สัมภาษณ์ไว้เรียบร้อยแล้ว มักใช้กับกรณีมีผู้ถูกสัมภาษณ์หลายคน แต่มีข้อจำกัดคือ อาจทำให้ได้ข้อมูลไม่ลึกซึ้งเพียงพอในบางประเด็น ตรงข้ามกับการสัมภาษณ์แบบไม่มีระบบที่ผู้รวบรวมข้อมูลอาจตั้งคำถามเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงมากที่สุด เช่น การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้การสัมภาษณ์แบบไม่มีระบบ โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา และมีรายการคำถามที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนมากที่สุด (นิตยา ภูผาบาง. 2559: 37)

2.2 การสัมภาษณ์แบบกลุ่ม/ รายบุคคล (Group/ Individual interviews) ลักษณะการสัมภาษณ์ที่แยกตามจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์จะแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบกลุ่มและแบบรายบุคคล กรณีมีผู้ถูกสัมภาษณ์หลายคนและสัมภาษณ์ในประเด็นเดียวกันหรือต้องการข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงของกลุ่ม อาจใช้การสัมภาษณ์แบบกลุ่ม ข้อดีคือวิธีนี้ช่วยประหยัดเวลาในการสัมภาษณ์ ส่วนการสัมภาษณ์รายบุคคลนั้นก็มีข้อดีคือ ผู้ถูกสัมภาษณ์จะให้ข้อมูลที่เปิดเผยหรือความรู้สึกได้อย่างอิสระมากกว่าการสัมภาษณ์แบบกลุ่มเพราะไม่มีการครอบงำจากกลุ่ม และเหมาะกับการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interviews) มากกว่าแบบกลุ่ม แต่ก็มีข้อจำกัดตรงที่อาจได้ข้อเท็จจริงไม่ครบถ้วนเพราะผู้ถูกสัมภาษณ์ไม่รู้ทั้งหมด หรือจำเป็นต้องตรวจสอบซ้ำกับผู้ถูกสัมภาษณ์คนอื่น ทำให้เสียเวลาในการรวบรวมข้อมูลมาก

3. การสังเกต (Observation)

การสังเกตเป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลที่ใช้มากสำหรับการวิจัยปฏิบัติการในโรงเรียนเพราะเป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่เป็นพฤติกรรม การกระทำ กิริยาอาการหรือการแสดงออกทั้งของบุคคลและของกลุ่มบุคคลซึ่งสามารถใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ รับรู้ และทำความเข้าใจได้ (Macintyre. 2000 อ้างถึงในนิตยา ภูผาบาง. 2559: 37) วิธีการสังเกต แบ่งได้ 4 วิธี ดังนี้

3.1 การสังเกตโดยผู้ถูกสังเกตรู้ตัวและไม่รู้ตัว (Known or unknown observation)

3.1.1 การสังเกตโดยผู้ถูกสังเกตรู้ตัวนั้น ผู้สังเกตต้องเข้าไปมีส่วนร่วมอยู่ในเหตุการณ์และใกล้ชิดกับผู้ถูกสังเกต ข้อดี คือ สามารถสังเกตพฤติกรรมได้ครบถ้วน แต่มีข้อเสีย คือ ผู้ถูกสังเกตอาจแสดงพฤติกรรมไม่เป็นธรรมชาติ

3.1.2 การสังเกตโดยผู้ถูกสังเกตไม่รู้ตัว ในบางครั้งผู้สังเกตอาจไม่สามารถเข้าไปอยู่ใกล้ชิดในสถานการณ์นั้นได้ แต่มีข้อดีคือทำให้ได้พฤติกรรมที่เป็นธรรมชาติแท้จริง

3.2 การสังเกตแบบมีส่วนร่วมและไม่มีส่วนร่วม (Participant or non-participant observation)

3.2.1 การสังเกตแบบมีส่วนร่วมนั้นผู้สังเกตต้องเข้าไปอยู่ในสถานการณ์เหมือนเป็นสมาชิกคนหนึ่ง และต้องทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มด้วย ซึ่งผู้ถูกสังเกตอาจรู้ตัวหรือไม่รู้ตัวก็ได้ วิธีนี้จะได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและเป็นธรรมชาติ

3.2.2 การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม ผู้สังเกตไม่ได้ร่วมกิจกรรมเป็นเพียงผู้ดูอยู่ห่าง ๆ การไม่มีส่วนร่วมนี้อาจได้ข้อมูลที่เป็นพฤติกรรมธรรมชาติ แต่อาจได้ข้อมูลไม่ครบถ้วน

3.3 การสังเกตแบบมีระบบและไม่มีระบบ (Structured or unstructured observation)

3.3.1 การสังเกตแบบมีระบบเป็นวิธีที่ผู้สังเกตกำหนดแนวทาง รูปแบบของการสังเกตให้เป็นระบบไว้ล่วงหน้า ซึ่งต้องทราบว่าจะสังเกตอะไร เวลาใด โดยจัดเตรียมแบบบันทึกการสังเกตไว้อย่างชัดเจนว่าจะบันทึกพฤติกรรมใด และอาจมีการซักซ้อมการสังเกตไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดครบถ้วนและถูกต้อง เช่น การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบสังเกต การสังเกตแบบมีระบบเป็นวิธีที่ผู้สังเกตกำหนดแนวทางในการสังเกตให้เป็นระบบไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดครบถ้วนและถูกต้อง (นิตยา ภูผาบาง. 2559: 37)

3.3.2 การสังเกตแบบไม่มีระบบ ไม่สามารถวางแผนการสังเกตไว้ล่วงหน้าได้ และควรใช้กับสถานการณ์เฉพาะหน้าหรือในสถานการณ์ที่ไม่อาจวางระบบการสังเกตได้เท่านั้น

3.4 การสังเกตโดยตรงและโดยอ้อม (Direct or indirect observation)

3.4.1 การสังเกตโดยตรงเป็นวิธีที่ผู้สังเกตอยู่ในสถานการณ์จริงและรวบรวมข้อมูลจากประสาทสัมผัสทั้งหมดได้

3.4.2 การสังเกตทางอ้อมเป็นการสังเกตผ่านเครื่องมือบันทึกข้อมูลอื่น ๆ เช่น การใช้เทคนิควิดีโอเทปและเสียง (Audio and video tape) ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถสังเกตซ้ำได้หลายครั้ง มีความเหมาะสมกับบางสถานการณ์ที่หากสังเกตโดยตรงอาจจะได้ข้อมูลที่ไม่เป็นจริงได้ แต่มีข้อจำกัดคือ ข้อมูลที่ได้อาจไม่ครบถ้วน คุณภาพของเสียงและภาพอาจไม่ชัดเจน และอาศัยผู้เข้าไปบันทึกภาพและเสียงแทนผู้สังเกต

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา งานวิจัยแต่ละฉบับก็มีวิธีการวัดที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นกับบริบทของแต่ละงานวิจัยสามารถสรุปวิธีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งการวัดโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากใช้ง่ายและสะดวกสำหรับผู้สอบ โดยแบบทดสอบแบ่งตามได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง มีลักษณะเด่นที่ให้อิสระในการเขียนคำตอบหรือแสดงความคิดเห็นแก่ผู้สอบอย่างเต็มที่ เช่น งานวิจัยของดวงพร สมจันทร์ตาและอาทิตยา พูนเรือง โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนผ่านแบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง โดยมีสถานการณ์ปัญหามาให้ และมีข้อคำถามที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบทดสอบแบบปรนัย ข้อสอบแบบนี้แต่ละข้อคำถาม จะประกอบด้วยโจทย์และตัวเลือก การทดสอบแบบนี้เหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลที่มีจำนวนมาก

2. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ซึ่งเป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลซึ่งแตกต่างจากการสนทนาโดยทั่วไป การสัมภาษณ์แบ่งเป็น 2 แบบ คือ การสัมภาษณ์แบบมี/ไม่มีระบบ และการสัมภาษณ์แบบกลุ่ม/รายบุคคล โดยการสัมภาษณ์แบบมีระบบเป็นวิธีการที่ผู้รวบรวมข้อมูลได้กำหนดรูปแบบการสัมภาษณ์ มีรายการคำถามที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา มักใช้กับกรณีมีผู้ถูกสัมภาษณ์หลายคน แต่มีข้อจำกัดคือ อาจทำให้ได้ข้อมูลไม่ลึกซึ้งเพียงพอในบางประเด็น ตรงข้ามกับการสัมภาษณ์แบบไม่มีระบบที่ผู้รวบรวมข้อมูลอาจตั้งคำถามเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงมากที่สุด เช่น การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้การสัมภาษณ์แบบไม่มีระบบ โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา และมีรายการคำถามที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงองค์ประกอบของ

ความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนมากที่สุด ส่วนการสัมภาษณ์แบบกลุ่ม/รายบุคคล มีลักษณะการสัมภาษณ์ที่แยกตามจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ กรณีมีผู้ถูกสัมภาษณ์หลายคนและสัมภาษณ์ในประเด็นเดียวกันหรือต้องการข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงของกลุ่มอาจใช้การสัมภาษณ์แบบกลุ่ม ข้อดีคือวิธีนี้ช่วยประหยัดเวลาในการสัมภาษณ์ ส่วนการสัมภาษณ์รายบุคคลนั้นมีข้อดีคือ ผู้ถูกสัมภาษณ์จะให้ข้อมูลที่เป็นทัศนะหรือความรู้สึกได้อย่างอิสระมากกว่าการสัมภาษณ์แบบกลุ่ม และเหมาะกับการสัมภาษณ์เชิงลึก

3. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบสังเกต เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลที่ใช้มากสำหรับการวิจัยปฏิบัติการในโรงเรียนเพราะเป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่เป็นพฤติกรรม การกระทำ กิริยาอาการหรือการแสดงออกทั้งของบุคคลและของกลุ่มบุคคล เช่น การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบสังเกต การสังเกตแบบมีระบบเป็นวิธีที่ผู้สังเกตกำหนดแนวทางในการสังเกตให้เป็นระบบไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดครบถ้วนและถูกต้อง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยสามารถสรุปนิยามเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง พฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการนำความรู้มาปรับใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เพื่อไขข้อสงสัยหรือเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานั้น ๆ ความสามารถในการแก้ปัญหาในครั้งนี้มีองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การระบุปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถค้นพบปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะเขียนสิ่งที่เป็นปัญหา จากนั้นพิจารณาปัญหาของสมาชิกในกลุ่มแล้วเลือกว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง

2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถจำแนกสาเหตุของปัญหา โดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดและวิเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดให้จากสถานการณ์ จากนั้นจำแนกและจัดหมวดหมู่สาเหตุของปัญหา และคาดคะเนหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด

3. การเสนอวิธีแก้ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มระบุนขั้นตอนการแก้ปัญหาและอุปกรณ์ที่ใช้ในใบกิจกรรมอย่างละเอียด โดยอภิปรายร่วมกันเพื่อหาวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

4. การตรวจสอบวิธีแก้ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสามารถปฏิบัติตามวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ พร้อมทั้งหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้มีความเหมาะสม สามารถนำไปแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

ความสามารถในการแก้ปัญหานี้วัดได้จากเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบ ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนก่อนและหลังจากการใช้หน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบมีลักษณะเป็นสถานการณ์ 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามย่อย 4 ข้อ แต่ละข้อคำถามย่อยจะสอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหานั้น 4 องค์ประกอบ ในแต่ละข้อคำถามมีตัวเลือก 3 ตัวเลือก โดยคำตอบในตัวเลือกมีข้อถูกอยู่เพียงข้อเดียวส่วนข้ออื่น ๆ เป็นตัวลวง รวมคำถามย่อยทั้งหมด 20 ข้อ

5. ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของความเข้าใจ และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยสรุปได้ว่า ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อความหมายหลังจากได้รับข้อมูลต่าง ๆ โดยอาศัยความสามารถทางสมอง (อรรถพร ปิณฑิโรวาท. 2549:40) ความเข้าใจยังเป็นการเชื่อตามแนวทัศนคติของบุคคล ซึ่งสามารถแสดงออกในรูปของคำพูดหรือการพิมพ์ (Rosenberg and Hovland.1960:4หรือในรูปของทักษะต่าง ๆ ได้แก่ การแปลความหมาย การตีความหมาย การคาดคะเน การอธิบายและการขยายความ (Bloom.1956:28)

สำหรับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จากการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า เนื้อหาวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ผ่านการเรียนรู้ การค้นคว้า การสังเกตร่วมกับประสบการณ์เดิม สรุปมาเป็นคำจำกัดความของสิ่งนั้น ๆ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2540) โดยวิทยาศาสตร์มีทั้งที่เป็นนามธรรมและรูปธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์อาจเกิดจากการรวมความรู้หลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกันอย่างมีเหตุมีผล ซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น (วรภากรณ์ แยมจินดา.2547)

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยได้นำความหมายของความเข้าใจและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มาผสมผสานรวมกัน สรุปได้ว่า ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อความหมายของความรู้วิทยาศาสตร์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดจากการสังเกตและประสบการณ์เดิม มาสรุปเป็นลักษณะของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีเหตุผล โดยความเข้าใจสามารถ

แสดงออกในรูปของการอธิบาย การคาดคะเน การแปลความหมาย การตีความหมาย และการขยายความ

5.2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ

จากการศึกษาทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ ผู้วิจัยพบว่ามีทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ มีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูม (Bloom' Taxonomy) เป็นทฤษฎีที่เน้นเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยบลูมเชื่อว่า การจัดการเรียนรู้ที่ประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนควรมีการกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจน นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ต้องพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สามารถตรวจสอบและประเมินผลได้ ผู้สอนจึงต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เป็นที่นิยมของนักการศึกษา คือ พฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม และคณะ (1956) ที่ใช้หลักจำแนกอันดับ (Taxonomy) โดยแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้เป็น 3 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) พฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective domain) และพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) (Bloom, et al.1956) ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ดังนี้

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยเป็นกระบวนการทางสมอง ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ส่งผลทำให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ขึ้น โดยบลูมและคณะได้ร่วมกันจำแนกความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาออกเป็น 6 ระดับ (Bloom, et al.1956) ดังนี้

1. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โดยสามารถบ่งบอกถึงเหตุการณ์ วิธีการ หรือขั้นตอนการกระทำอย่างถูกต้อง นักศึกษานิยมเรียกพฤติกรรมขั้นนี้ว่า ความรู้ – ความจำ ซึ่งจำแนกเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 ความรู้เฉพาะเจาะจง (Specifics) เป็นความสามารถในการระลึกข้อมูลต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมหรือสัญลักษณ์ แบ่งเป็น 2 ระดับย่อย คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์และนิยาม (Terminology) เป็นความสามารถในการบอกความหมายของคำ กลุ่มคำและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงเฉพาะ (Specific facts) เป็นความสามารถในการบ่งบอกเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับรายละเอียดเฉพาะของเหตุการณ์นั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.2 ความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการเฉพาะอย่าง (Way and means of dealing with specifics) เป็นความสามารถที่บ่งบอกถึงวิธีการจัดระเบียบ วิธีการสืบเสาะความรู้ หรือแนวปฏิบัติตามข้อเท็จจริงที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับย่อย คือ

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (Conventions) เป็นความสามารถที่บ่งบอกถึงแนวทางการปฏิบัติที่เหมาะสมในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (Trend and sequence) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึงขั้นตอนก่อนหลังหรือแนวโน้มของเหตุการณ์ใด ๆ

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทและจัดกลุ่ม (Classification and categories) เป็นความสามารถในการจำแนกหมวดหมู่ตามจุดมุ่งหมายหรือเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Criteria) เป็นความสามารถที่บ่งบอกถึงข้อเท็จจริง หลักการที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินหรือวินิจฉัยสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Methodology) เป็นความสามารถที่บ่งบอกถึงวิธีการ กระบวนการ หรือแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาหรือเหตุการณ์ใด ๆ

1.3 ความรู้รวบยอดและนามธรรมในแต่ละเนื้อเรื่อง (Universal and abstractions in a field) เป็นความสามารถที่บ่งบอกถึงแนวคิดที่เป็นจุดเด่น ซึ่งจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ถือว่าเป็นความรู้ระดับสูงสุด แบ่งเป็น 2 ระดับย่อย คือ

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและข้อสรุปอ้างอิง (Principles and generalizations) เป็นความรู้ในสิ่งที่เป็นสาระสำคัญ ซึ่งเป็นข้อสรุปของเรื่องราวนั้น ๆ และสามารถขยายสาระสำคัญของเรื่องราวนั้น ๆ ไปสู่เรื่องราวอื่นที่คล้ายคลึงกันได้

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (Theories and structures) เป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ แล้วสรุปเป็นเนื้อความใหญ่เรื่องเดียวกัน

2. ความเข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อความหมายหลังจากได้รับข้อมูลต่าง ๆ โดยอาศัยความสามารถทางสมอง ความเข้าใจยังเป็นการเชื่อตามแนวทัศนคติของบุคคล ซึ่งสามารถแสดงออกในรูปของคำพูดหรือการพิมพ์ ความเข้าใจสามารถแสดงออกในรูปของทักษะต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การแปลความ (Translation) เป็นความสามารถในการถอดความหรือถอดแบบ โดยสื่อความหมายจากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์อื่น ๆ

2.1.1 แปลจากภาษาพูดให้เป็นภาษาเขียน

2.1.2 แปลจากพฤติกรรม รูปภาพ และท่าทางให้เป็นข้อความหรือจากข้อความ เป็นพฤติกรรม รูปภาพ และท่าทาง

2.2 การตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการสื่อความหมายโดยการอธิบายหรือสรุปความ ซึ่งมีลักษณะที่ซับซ้อนกว่าการแปล เพราะการตีความหมายจะต้องมีการจัดระเบียบใหม่ เรียบเรียงใหม่ แสดงแนวคิดใหม่ แต่ยังคงรักษาความหมายเดิมไว้

2.3 การขยายความ (Extrapolation) เป็นความสามารถในการสื่อความหมายโดยการขยายกรอบความคิด คาดคะเนแนวโน้มของข้อมูลว่าจะมีทิศทางไปทางใด ซึ่งจะต้องอาศัยข้อมูลเดิมเป็นเครื่องตัดสินผลลัพธ์ต่าง ๆ

ดังนั้น ความเข้าใจจึงมีพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกในรูปของทักษะต่าง ๆ เช่น การแปลความ การตีความ และการขยายความ เป็นต้น

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการประยุกต์หลักการแนวคิด หรือทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่แปลกใหม่

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดของเนื้อหา หรือข้อเท็จจริง เพื่อจำแนกให้เห็นส่วนประกอบ สาระสำคัญ และความสัมพันธ์ของส่วนประกอบสามารถจำแนกเป็น 3 ชนิด คือ

4.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบ (Analysis of elements) เป็นความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบย่อยหรือสามารถค้นหาองค์ประกอบที่สำคัญของประเด็นปัญหาหรือเหตุการณ์

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships) เป็นความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบ และค้นหาจนพบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ว่าสิ่งใดสัมพันธ์กัน สิ่งใดเป็นเหตุและเป็นผลของกันและกัน

4.3 การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational principles) เป็นความสามารถในการค้นหาโครงสร้างและระบบของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ว่ามีอะไรเป็นหลักการหรือ เป็นแกนกลาง

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงาน การจัดระเบียบเรียง และผสมผสานให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น สามารถจำแนกเป็น 3 ชนิด คือ

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ (Production of a unique communications) เป็นความสามารถในการถ่ายทอดของผู้เขียนหรือผู้พูดที่พยายามจะถ่ายทอด แนวคิดความรู้สึกหรือประสบการณ์ไปสู่ผู้อื่นให้เข้าใจความหมายตรงกัน

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน (Production of a plan, or proposed set of operation) เป็นความสามารถในการวางแผน หรือจัดกิจกรรมต่าง ๆ ว่ามีขั้นตอนการปฏิบัติอย่างไร เป็นการกำหนดแนวทางและขั้นตอนการปฏิบัติงานล่วงหน้า

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นนามธรรม (Derivation of set of abstract relation) เป็นความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์กัน โดยการเชื่อมโยงข้อเท็จจริงเหล่านั้นเข้าด้วยกัน

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นการตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะต้องมีเกณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสิน สามารถจำแนกเป็น 2 ระดับ คือ

6.1 การตัดสินโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในเหตุการณ์ (Judgments in terms of internal evidence) เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ โดยใช้เนื้อหาสาระภายในเหตุการณ์นั้นเป็นเกณฑ์ตัดสิน

6.2 การตัดสินโดยใช้เกณฑ์ภายนอก (Judgments in terms of external criteria) เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ โดยนำไปเทียบกับเกณฑ์ภายนอก

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจการวัดความรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในด้านความเข้าใจ เนื่องจากผู้วิจัยจัดกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นกับผู้เรียนในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ซึ่งไม่ใช่วิชาพื้นฐาน โดยต้องการทราบความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนมีก่อนการจัดการเรียนรู้ หากผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน และผู้วิจัยจะสามารถออกแบบกิจกรรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยคาดหวังให้ผู้เรียนสามารถสื่อความหมายของความรู้วิทยาศาสตร์โดย

แสดงออกในรูปของการอธิบาย การคาดคะเน การแปลความหมาย การตีความหมาย และการขยายความ

5.3 การวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์

การวัดความเข้าใจของผู้เรียนไม่ว่าก่อน ระหว่างหรือหลังการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเรื่องที่จะสอนมากน้อยอย่างไร เพื่อนำข้อมูลมาวางแผนและปรับการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน (พันธุ ทองชุมนุช. 2547) โดยเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีความจำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในการขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนของผู้เรียน ซึ่งรูปแบบของเครื่องมือวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีหลายรูปแบบเช่นเดียวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพียงแต่วัดแค่เพียงพฤติกรรมด้านความเข้าใจเท่านั้น ดังนี้

5.3.1 การสัมภาษณ์ เป็นการวัดความเข้าใจเนื้อหาของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเอง การสัมภาษณ์เพื่อวัดแนวคิดที่นิยมใช้ คือ การสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ โดยใช้วัตถุจริง (จันทร์จิรา ภมรศิลปกรรม, 2551)

5.3.2 การใช้แบบทดสอบ โดยสามารถแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบและแบบทดสอบคำถามปลายเปิด

1) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เหมาะสำหรับวัดความเข้าใจกับผู้เรียนที่มีจำนวนมาก สามารถพัฒนามาจากแบบสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกับคำตอบของผู้เรียนมากที่สุด ส่วนมากนิยมใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 2 ส่วน (Two-tier diagnostic test) ส่วนแรกเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา ส่วนที่สองเป็นการถามเหตุผลสนับสนุนคำตอบส่วนแรก (สุทธิจักร ศรีถนอมรัก. 2548) ตัวอย่าง คำถามวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ เช่น เราจะวิธีสังเกตรคนที่มีความผิดปกติได้อย่างไร

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. ผิวเป็นขุยไม่เรียบเนียน | 2. มองเห็นรูขุมขนชัดเจน |
| 3. มีปัญหาผิว | 4. ผิวหมองคล้ำ |

เนื่องจาก

1. ต่อมไขมันหลังซีสัมมากเกินไป
2. ต่อมไขมันหลังซีสัมน้อยเกินไป
3. ต่อมเหงื่อหลังเหงื่อมากเกินไป
4. ต่อมเหงื่อหลังเหงื่อน้อยเกินไป

2) แบบทดสอบแบบปลายเปิดหรือแบบอัตนัย การวัดวิธีนี้ผู้เรียนสามารถตอบได้อย่างอิสระ เหมาะสำหรับการวัดความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง วิธีนี้สามารถทราบความเข้าใจที่แท้จริงของผู้เรียน (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2542) ตัวอย่าง คำถามวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ (การขยายความ) เช่น หากเรารับประทานกะหล่ำปลีดิบในปริมาณมากเกินไปจะส่งผลต่อร่างกายอย่างไร

.....

.....

.....

5.4 ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน

ในการศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

5.4.1 การวิเคราะห์เนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เริ่มจากศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ฯ ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติ ของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากการที่ผู้วิจัยวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ปรับปรุง พ.ศ. 2560 (มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ฯ ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) พบว่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน มีเนื้อหาประกอบด้วย

4 เนื้อหาหลัก คือ ความสำคัญของสารอาหาร ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กระบวนการเจริญเติบโตของพืช สมบัติของวัสดุและการนำไปใช้ โดยเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของทั้ง 4 เนื้อหาหลักแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน

เนื้อหาวิทยาศาสตร์	เนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน
ความสำคัญของสารอาหาร - สารอาหารที่อยู่ในอาหารมี 6 ประเภท ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ - การรับประทานอาหาร เพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโต มีการเปลี่ยนแปลงของร่างกายตามเพศ และวัย และมีความสุขที่ดีจำเป็นต้องรับประทานให้ได้พลังงานเพียงพอ กับความต้องการของร่างกาย และให้ได้สารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วน ที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งต้องคำนึงถึงชนิดและปริมาณของวัตถุดิบในอาหาร เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพ	- ต้นอ่อนทานตะวันเป็นผักที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยคุณค่าของสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ต้นอ่อนของทานตะวันจะมีไขมันอยู่ ซึ่งไขมันที่อยู่ในต้นอ่อนทานตะวันนั้นเป็นไขมันชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ที่จะช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในเลือด นอกจากนี้ยังมี คาร์โบไฮเดรต ไฟเบอร์ โปรตีน แคลเซียม และธาตุเหล็กสูง
ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช - ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ ธาตุอาหารคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ปัจจัยภายใน เช่น ฮอร์โมนพืช ซึ่งพืชมีการสังเคราะห์ขึ้น เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในช่วงชีวิตต่าง ๆ	- ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ ความชื้น ธาตุอาหาร วัชพืช และความหนาแน่นของประชากรหรือระยะในการปลูกต้นอ่อนทานตะวัน
กระบวนการเจริญเติบโตของพืช - พืชมีส่วนต่าง ๆ ที่มีลักษณะและหน้าที่แตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมในการดำรงชีวิตโดยทั่วไป รากมีลักษณะเรียวยาว และแตกแขนงเป็นรากเล็ก ๆ ทำหน้าที่ดูดน้ำ ลำต้นมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ตั้งตรง และมีกิ่งก้าน ทำหน้าที่ชูกิ่งก้าน ใบ และดอก ใบมีลักษณะเป็นแผ่นแบน ทำหน้าที่ สร้างอาหาร นอกจากนี้พืชหลายชนิด อาจมีดอก ที่มีสีรูปร่างต่าง ๆ ทำหน้าที่สืบพันธุ์รวมทั้งมีผล ที่มีเปลือก มีเนื้อห่อหุ้มเมล็ด และมีเมล็ด ซึ่งสามารถงอกเป็นต้นใหม่ได้	การเจริญเติบโตของทานตะวันได้แบ่ง ได้ 2 ระยะ ดังนี้ 1.ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ (Vegetative Stage, V) ระยะนี้เริ่มจากการงอกของต้นกล้าและสิ้นสุดเมื่อเริ่มมองเห็นดอกเกิดขึ้น โดยอาศัยจำนวนใบเป็นเกณฑ์ 2. ระยะสืบพันธุ์ (Reproductive Stage, R) ระยะนี้เริ่มเมื่อทานตะวันมีดอกเล็ก ๆ เกิดขึ้น (Floral Initiation) จนถึงระยะต้นแก่เต็มที่ทางสรีรวิทยา (Physiological Maturity)

ตาราง 2 (ต่อ)

เนื้อหาวิทยาศาสตร์	เนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดันอ่อนทานตะวัน
สมบัติของวัสดุและการนำไปใช้ - ความยืดหยุ่น ความแข็งแรง ความเหนียว และความหนาแน่น เป็นสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุ ซึ่งวัสดุต่างชนิดกันจะมีสมบัติบางประการแตกต่างกัน - ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ตามวัตถุต้นกำเนิดดิน ลักษณะภูมิอากาศ ภูมิประเทศสิ่งมีชีวิต และระยะเวลาในการเกิด	- วัสดุที่นำมาใช้ปลูกต้นอ่อนทานตะวันส่วนใหญ่นิยมใช้พลาสติก เช่น ตะกร้าหรือถาดพลาสติก เจาะรูเพื่อให้มีทางระบายน้ำ ตะกร้าที่มีรูที่กันเยอะ อาจรองด้วยกระดาษและพรมน้ำให้เปียก เพื่อป้องกันดินร่วงลงมา - ดินที่ดีในการเพาะต้นอ่อนควรมีค่า pH ระหว่าง 6.0 - 6.5 ดินต้องมีความร่วนซุย ไม่ขังน้ำ เพราะต้นอ่อนไม่ชอบความแฉะ ถ้าดินระบายน้ำไม่ดี ทำให้ดินแฉะ จะส่งผลให้เกิดเชื้อราได้

5.4.2 ดันอ่อนทานตะวัน (Sunflower Sprout)

ต้นอ่อนงอก (Sprout) คือ ต้นอ่อนที่เกิดในระยะแรกของการงอก โดยการงอกของเมล็ด เป็นกระบวนการทางชีวภาพ พบได้ในพืชชั้นสูงทุกชนิด ซึ่งเป็นช่วงที่เมล็ดเริ่มมีการเจริญเติบโตจากช่วงพักตัวภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (Marton. 2010) ทานตะวันมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Helianthus annuus* L เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Asteraceae (Compositae) จัดอยู่ในแฟมิลี่ Compositene มีชื่อสามัญหลายชื่อ ชาวอังกฤษเรียก Sunflower สำหรับประเทศไทยทางภาคเหนือเรียกบัวตอง ภาคกลางเรียกขนตะวัน ซึ่งเป็นพืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูงสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิด (Dwivedi, Sharma & Kaushik et al .2015) การปลูกทานตะวันในประเทศไทยเริ่มมีการปลูกเป็นการค้าในปี พ.ศ. 2531 โดยเกษตรกรส่วนใหญ่มักปลูกในปลายฤดูฝนหลังการปลูกพืชหลัก ซึ่งเป็นการปลูกโดยอาศัยความชื้นที่เหลืออยู่ในดินเพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตของพืช (กรมวิชาการเกษตร. 2552) ต้นทานตะวันมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ โดยเมล็ดมีคุณสมบัติเป็นยาแก้ท้องเสีย ขับเสมหะ รักษาอาการหวัด อาการไอ อาการเจ็บคอ และโรคปอด และใช้ดอกในการรักษาโรคมะเร็ง ปัจจุบันต้นอ่อนทานตะวันเป็นผักที่ได้รับความนิยมในกลุ่มคนรักสุขภาพ เนื่องจากอุดมสมบูรณ์ไปด้วยคุณค่าของสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งอุดมไปด้วยโทโคฟีรอล (วิตามินอี) คลอรีน เบตาอิน ลิกแนน อาร์จินีน และกรดฟีนอลิก (Ceccarini, Macchia& Flamini et al .2004)

5.4.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวัน

1) ความชื้น เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน โดยทั่วไปความต้องการน้ำของพืชขึ้นอยู่กับชนิดของดิน อายุของพืช และสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากหากให้น้ำน้อยเกินไปอาจเสี่ยงต่อการขาดน้ำ แต่ถ้าให้ปริมาณมากเกินไปอาจเกิดความเสี่ยงเนื่องจากน้ำท่วมขัง ซึ่งการให้น้ำทุกสัปดาห์จะทำให้ผลผลิตของทานตะวันสูง (เฉลิมพล แซมเพชร. 2537) และการให้น้ำในช่วงเวลาที่เหมาะสมคือช่วงการติดเมล็ดจะทำให้ผลผลิตสูง (Bakht et al. 2010)

2) ปุ๋ยหรือธาตุอาหาร เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตทานตะวัน (Scheiner et al. 2002) การให้ปุ๋ยกับพืชขึ้นกับความต้องการของพืช และปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในดิน ซึ่งความต้องการธาตุอาหารของทานตะวัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ทานตะวัน และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในดินทรายจะช่วยเพิ่มผลผลิตทานตะวัน ดังนั้นหากต้องการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ควรมีการวิเคราะห์ดินก่อนปลูก เพื่อให้สามารถเลือกชนิด และปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมกับการผลิตทานตะวันได้ (เสาวรี บำรุง .2550)

3) วัชพืช เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ผลผลิตทานตะวันลดลง หากปลูกทานตะวันโดยไม่กำจัดวัชพืชจะทำให้เกิดการแย่งแย่งปัจจัยในการเจริญเติบโตของทานตะวัน เช่น ความชื้น แสง ธาตุอาหาร ส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวันลดลง (Robinson. 1978; Zemichael. 1989, นิตยา วานิกกร และคณะ. 2534) นอกจากนี้วัชพืชยังทำให้ความสูง ขนาดเมล็ด และขนาดดอกของทานตะวันลดลงด้วย (Johnson. 1971)

4) ความหนาแน่นประชากรหรือระยะปลูกที่เหมาะสม เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวัน เนื่องจากมีผลต่อการจัดการธาตุอาหาร ความชื้นในดิน ซึ่งมีผลต่อการให้ผลผลิตของทานตะวัน (เสาวรี บำรุง. 2550) นอกจากนี้การใช้ระยะปลูกที่ต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน

5.4.1.2 การเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวัน

การเจริญเติบโตของทานตะวันได้แบ่ง ได้ 2 ระยะ (Schneider and Miller. 1981) ดังนี้

1) ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ (Vegetative Stage, V) ระยะนี้เริ่มจากการงอกของต้นกล้าและสิ้นสุดเมื่อเริ่มมองเห็นดอกเกิดขึ้น โดยอาศัยจำนวนใบเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งย่อย ดังนี้

(1) ระยะ Vegetative Emergence (VE) เป็นระยะที่ต้นกล้ามีใบเลี้ยง โผล่พ้นผิวดิน และมีใบจริงคู่แรกอยู่เหนือใบเลี้ยง และมีความยาวน้อยกว่า 4 เซนติเมตร

(2) ระยะ V(n) เป็นระยะที่มีการเจริญทางลำต้นและใบ โดย n หมายถึง จำนวนใบจริงที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 4 เซนติเมตร เมื่อทานตะวันเจริญเติบโตและมีอายุมากขึ้น ใบส่วนล่างจะแก่และร่วงหล่น ทำให้เกิดรอยแผลบนลำต้น

2) ระยะสืบพันธุ์ (Reproductive Stage, R) ระยะนี้เริ่มเมื่อทานตะวันมีดอก เล็ก ๆ เกิดขึ้น (Floral Initiation) จนถึงระยะต้นแก่เต็มที่ทางสรีรวิทยา (Physiological Maturity) แบ่งได้ 9 ระยะ ดังนี้

- (1) ระยะ R1 เป็นระยะที่สามารถมองเห็นช่อดอก (Head)
- (2) ระยะ R2 มีช่วงความยาวของข้อบริเวณใต้ฐานรองดอก (Receptacle) ยาว 0.5–2 เซนติเมตร ข้ออยู่ระหว่างใบสุดท้ายกับฐานรองดอก
- (3) ระยะ R3 ความยาวของข้อบริเวณใต้ฐานรองดอกยกจานดอกให้สูงขึ้น
- (4) ระยะ R4 ดอกเริ่มบานกลีบเล็ก ๆ คลี่ตัวออกมา
- (5) ระยะ R5 ระยะนี้เริ่มมีการถ่ายละอองเกสร (Anthesis) เกิดขึ้น กลีบดอกบานเต็มที่
- (6) ระยะ R6 การถ่ายละอองเกสรเกิดขึ้นสมบูรณ์ กลีบดอกเริ่มแสดงการเหี่ยว
- (7) ระยะ R7 ด้านหลังจานดอกเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองอ่อน ๆ
- (8) ระยะ R8 ด้านหลังจานดอกสีเหลือง แต่ใบประดับยังคงเป็นสีเขียวอยู่
- (9) ระยะ R9 ใบประดับเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาล มีจุดสีน้ำตาลหลังจานดอก

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้

ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อความหมายของความรู้วิทยาศาสตร์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดจากการสังเกตและประสบการณ์เดิม มาสรุปเป็นลักษณะของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีเหตุผล โดยความเข้าใจสามารถแสดงออกในรูปของการอธิบาย การคาดคะเน การแปลความหมาย การตีความหมาย และการขยายความ โดยการวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้น

อ่อนทานตะวัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คำถามประกอบด้วยเนื้อหาที่ต้องการวัดความเข้าใจ ดังนี้ ความสำคัญของสารอาหาร ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กระบวนการเจริญเติบโตของพืช สมบัติของวัสดุและการนำไปใช้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ ในแต่ละข้อคำถามมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

6. ความพึงพอใจ

6.1 ความหมายของความพึงพอใจและความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นสภาวะที่จิตปราศจากความเครียด ความพึงพอใจของมนุษย์เป็นพฤติกรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน (กาญจนา อรุณสุขขุจี. 2546:5) มักจะเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ต้องการ ถ้าความต้องการของมนุษย์ได้รับการตอบสนองทั้งหมดหรือบางส่วนความเครียดก็จะน้อยลง ความพึงพอใจก็จะเกิดขึ้นและในทางกลับกันถ้าความต้องการนั้นไม่ได้รับการตอบสนองความเครียดและความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น (ฟ้ามุ่ย สุกกันต์. 2548: 25) ความพึงพอใจยังเป็นการรู้สึกชอบหรือพอใจของบุคคลที่มีต่อการทำงาน ถ้างานที่ทำตอบสนองความต้องการของบุคคลได้ บุคคลนั้นจะเกิดความพึงพอใจในงานขึ้น จะอุทิศเวลา แรงกาย แรงใจ รวมทั้งสติปัญญาให้แก่งานของตนให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ (คณิตดวงหส์ดี .2537) นอกจากนี้ความพึงพอใจยังหมายถึงคุณภาพ สภาพหรือระดับความพึงพอใจ ซึ่งเป็นผลจากความพึงพอใจต่าง ๆ และทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Good.1973: 518;Oskamps. 1984 อ้างถึงใน ประภาภรณ์ สุรปภา. 2544:11)

สำหรับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน มีหลายงานวิจัยได้ศึกษาตัวแปรความพึงพอใจในลักษณะของความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึง ความพอใจ ความสนใจและความชอบของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ทั้งด้านเนื้อหา/สาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้และด้านการวัดและประเมินผล (ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว, 2558)

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกที่ดีหรือทัศนคติที่ดีซึ่งมักจะเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนเองต้องการ สามารถสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออก โดยแสดงพฤติกรรมออกมา 2 ลักษณะ คือ ทางบวกซึ่งแสดงในลักษณะความชอบ ความพึงพอใจ ความสนใจ เห็นด้วย อีกลักษณะหนึ่งคือ ทางลบ ซึ่งจะแสดงออกในลักษณะของความเครียด ไม่พึงประสงค์ ไม่พอใจ ไม่สนใจ ไม่เห็นด้วย การที่บุคคลมีความพึงพอใจจะส่งผลให้เกิดผลดีต่อการจัดการเรียนรู้

สำหรับความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ คือ ความรู้สึกชอบ รู้สึกพอใจและความสนใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ทั้งในด้านผู้สอน ด้านเนื้อหา/สาระการเรียนรู้ ด้าน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้และด้านการวัดและประเมินผลซึ่งสามารถวัดได้โดยแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

6.2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

แนวคิดและทฤษฎีสำหรับการสร้างความพึงพอใจให้เกิดในตัวบุคคลมีหลายทฤษฎี ผู้วิจัยขอนำเสนอเพียงบางส่วน ดังนี้

6.2.1 ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์ (Maslow and Hierarchy of Needs) อับราฮัม มาสโลว์ (Abraham Maslow) ได้ตั้งทฤษฎีโดยมีแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ไว้ (Maslow. 1954; ทิศนา แคมมณี. 2550: 69) ดังนี้

1) ลักษณะความต้องการของมนุษย์ ประกอบด้วย ความต้องการที่เป็นไปตามลำดับขั้นความสำคัญ โดยเริ่มจากระดับความต้องการขั้นต่ำไปสู่ระดับความต้องการขั้นสูง มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอ เมื่อความต้องการอย่างหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วก็就会有ความต้องการสิ่งใหม่เข้ามา

2) ลำดับความต้องการของมนุษย์ (Hierarchy of Need) ลำดับขั้นของความ ต้องการของมนุษย์มี 5 ระดับ คือ ความต้องการด้านกายภาพ เป็นความต้องการเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอด เช่น ต้องการเรื่องอาหาร ที่อยู่อาศัย และความต้องการทางเพศ ความต้องการทางด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมนุษย์ก็ต่อเมื่อความต้องการทั้งหมดของตนยังไม่ได้ รับการตอบสนอง ความต้องการทางด้านความปลอดภัยเป็นด้านที่เกี่ยวกับความป้องกัน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยจากอันตรายต่างๆ ที่จะเกิดกับร่างกาย ความเจ็บป่วยและความสูญเสีย ความ ต้องการความรักและความต้องการทางด้านสังคมเป็นความต้องการที่เกี่ยวกับการอยู่ร่วมกันและ การได้รับการยอมรับจากบุคคลอื่นโดยมีความรู้สึกที่ตนเองนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มของสังคมอยู่ เสมอ เมื่อความต้องการทางด้านกายภาพ และความปลอดภัยได้รับการตอบสนองแล้วความ ต้องการทางด้านสังคมจะเริ่มเป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญต่อพฤติกรรมของคน เพราะคนมีนิสัยชอบอยู่ ร่วมกันเป็นกลุ่ม ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องเป็นความต้องการระดับสูงเกี่ยวกับความ มั่นใจในตนเองในเรื่องความรู้ความสามารถเป็นความต้องการที่จะให้ผู้อื่นยกย่องสรรเสริญเมื่อ ทำงานสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้สำเร็จ

ลำดับชั้นความต้องการของมาสโลว์ (Maslow. 1970; จิราภรณ์ ตั้งกิตติภาภรณ์. 2532: 110)

1) ความต้องการทางร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์เพื่อความอยู่รอด เช่น อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค อากาศ น้ำดื่ม การพักผ่อน เป็นต้น

2) ความต้องการความปลอดภัยและมั่นคง (Security of Safety Needs) เมื่อมนุษย์สามารถตอบสนองความต้องการทางร่างกายได้แล้ว มนุษย์ก็จะเพิ่มความต้องการในระดับที่สูงขึ้นต่อไป เช่น ความต้องการความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

3) ความต้องการความผูกพันหรือการยอมรับ (ความต้องการทางสังคม) (Affiliation or Acceptance Needs) เป็นความต้องการเป็นส่วนหนึ่งของสังคม ซึ่งเป็นธรรมชาติอย่างหนึ่งของมนุษย์ เช่น ความต้องการความรัก ความต้องการเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะ การต้องการได้รับความชื่นชมจากผู้อื่น เป็นต้น

4) ความต้องการการยกย่อง (Esteem Needs) เป็นความต้องการการได้รับการยกย่องนับถือจากสังคม เช่น ความต้องการมีความรู้ความสามารถ เป็นต้น

5) ความต้องการความสำเร็จในชีวิต (Self-Actualization) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล เช่น ความต้องการที่จะทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ เป็นต้น

6.2.2 ทฤษฎี ERG (ERG Theory) Clayton Alderfer มีความเชื่อว่าความต้องการมีอิทธิพลต่อการแสดงพฤติกรรมของมนุษย์เช่นเดียวกับ Maslow แต่ความต้องการตามแนวคิดของ Clayton Alderfer (จิราภรณ์ ตั้งกิตติภาภรณ์, 2532: 110-114) มีดังนี้

1) ความต้องการเพื่อดำรงชีวิต (Existence Need) เป็นความต้องการทางกายภาพและความต้องการทางวัตถุที่ช่วยให้มนุษย์อยู่รอดได้ เช่น อาหาร น้ำ ที่อยู่อาศัย นอกจากนี้ ค่าจ้างแรงงาน ความมั่นคง ความปลอดภัยก็จัดอยู่ในกลุ่มนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับทฤษฎีของ Maslow ความต้องการเพื่อดำรงชีวิตจะรวมส่วนที่เป็นความต้องการทางด้านสรีระทั้งหมดกับบางส่วนของความต้องการกับความมั่นคง ปลอดภัย

2) ความต้องการความสัมพันธ์ (Relatedness Need) เป็นความต้องการที่จะรวมถึงความต้องการทางสังคม ความต้องการความรู้สึกปลอดภัยในความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลได้รับการยอมรับ การมีชื่อเสียง และการได้รับการยกย่องจากสังคมเมื่อเทียบกับทฤษฎีของ Maslow ความต้องการทางด้านความสัมพันธ์นี้จะรวมถึงส่วนที่เป็นความต้องการ ความมั่นคงปลอดภัยและความต้องการทางสังคม

Clayton Alderfer ตั้งทฤษฎีนี้โดยมีแนวคิดพื้นฐาน ดังนี้

- 1) มนุษย์อาจมีความต้องการหลายๆ อย่างเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน โดยไม่จำเป็นว่าความต้องการเบื้องต้นจะต้องได้รับการตอบสนองก่อนจึงจะเกิดความต้องการเบื้องต้น
- 2) ยิ่งความต้องการได้รับการตอบสนองน้อยเท่าใด บุคคลจะมีความต้องการแต่ละประเภทมากยิ่งขึ้น
- 3) ยิ่งความต้องการระดับสูงได้รับการตอบสนองน้อยเท่าใด บุคคลจะมีความต้องการในระดับต่ำมากขึ้นเท่านั้น

6.2.3 ทฤษฎีแรงจูงใจของเฮิร์ซเบิร์ก(Herzberg's two factors theory) (Herzberg, 1959: 71อ้างถึงในวิชานี้วรรณ สุขเสนา. 2550: 64) เฮิร์ซเบิร์กได้กล่าวถึงมูลเหตุที่ทำให้เกิดความพึงพอใจที่เรียกว่า The motivation hygiene theory ซึ่งมีมูลเหตุมาจากปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยกระตุ้น (Motivation factor) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการทำงานที่ทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการทำงานซึ่งประกอบด้วย ความสำเร็จในการทำงาน ลักษณะงานที่ท้าทายและน่าสนใจ การได้รับการยอมรับนับถือและความก้าวหน้าในการทำงาน และอีกหนึ่งปัจจัย คือปัจจัยค้ำจุน (Hygiene factor) เป็นปัจจัยที่ทำให้บุคคลสามารถทำงานได้ต่อไป เช่น โอกาสที่จะได้รับความก้าวหน้า ผลตอบแทนที่ได้รับ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความมั่นคงปลอดภัย เป็นต้น

จากการศึกษาทฤษฎีข้างต้น สรุปได้ว่า ความต้องการของมนุษย์มีความสำคัญไม่เท่ากัน เพราะมนุษย์ตกอยู่ในสภาพแวดล้อมไม่เหมือนกัน ซึ่งความต้องการจะมีความสำคัญกับแต่ละคนมากหรือน้อยย่อมขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่ได้รับจากการตอบสนองความต้องการในลำดับขั้นนั้น ๆ หากความต้องการของมนุษย์ได้รับการตอบสนองแล้วมนุษย์จะเกิดความพึงพอใจในระดับหนึ่งซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลถึงประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและกิจกรรมต่าง ๆ ด้วย จากข้อมูลดังกล่าวผู้สอนสามารถนำหลักการไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงใช้ประกอบการเลือกสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และที่สำคัญผู้สอนจะต้องเข้าใจความต้องการพื้นฐานของผู้เรียนด้วย ผู้สอนอาจศึกษาจากพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อนำไปพิจารณาเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการนั้น ๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน

6.3 การวัดความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้

ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอน ประกอบกับระดับความรู้ของผู้เรียน เนื่องจากความพึงพอใจเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล บุคคลก็ย่อมมีความแตกต่างกันในเรื่องของประสบการณ์ ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอวิธีการวัดความพึงพอใจไว้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536) ดังนี้

6.3.1 การวัดโดยการสังเกต (Observation) เป็นการวัดโดยสังเกตพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์ว่าบุคคลมีความรู้สึกต่อสิ่งนั้น ๆ อย่างไร

6.3.2 การวัดโดยการรายงานตนเอง (Self – report) เป็นการวัดโดยการให้บุคคลเล่าความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นออกมา เราสามารถที่จะกำหนดค่าของคะแนนความพึงพอใจ

6.3.3 การวัดโดยการใช้วิธีสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการซักถามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา แต่บางครั้งอาจไม่ได้ความจริงตามที่คาดหวังไว้ เพราะบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างอาจไม่ยอมเปิดเผยความรู้สึกที่แท้จริง

6.3.4 การวัดโดยเทคนิคจินตนาการ (Projective techniques) วิธีนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ เมื่อผู้สอบเห็นภาพแปลกๆ ก็จะเกิดจินตนาการออกมาแล้วนำมาตีความหมาย

6.3.5 การวัดโดยวิธีวัดทางสรีระ คือ ใช้เครื่องมือ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายการวัดทางสรีระนี้สามารถกระทำได้โดย การวัดการต้านกระแสไฟฟ้าของผิวหนัง การขยายของลูกนัยน์ตา การวัดฮอร์โมนบางชนิด

6.3.6 การวัดโดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีที่แพร่หลายอีกวิธีหนึ่ง
พรศักดิ์ ตระกูลชีวาพานิตต์ (2538 : 7) อธิบายเกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจไว้หลายวิธี ดังนี้

1) การวัดโดยแบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถามทำได้โดยการกำหนดคำตอบให้เลือก หรือกำหนดเป็นการตอบคำถามแบบอิสระ ซึ่งคำถามจะเป็นการถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ มักใช้ในกรณีที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีจำนวนมากและเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก รูปแบบของแบบสอบถามจะใช้มาตรวัด ซึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ มาตรส่วนแบบลิเคิร์ต มาตรวัดความพึงพอใจตามวิธีของลิเคิร์ตนี้ใช้ในการวัดความเห็นหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยใช้มาตรประมาณค่า 5 ระดับ (พิตร ทองชั้น.2537: 232) ดังนี้

1. เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2. เห็นด้วย

3. ไม่แน่ใจ

4. ไม่เห็นด้วย

5. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

โดยการวิเคราะห์ผลการตอบมาตรวัดความพึงพอใจสรุปได้ ดังนี้ ผู้ตอบจะเลือกตอบแบบมาตราประมาณค่าอย่างใดอย่างหนึ่ง และกำหนดน้ำหนัก ถ้าคำถามประเภทสนับสนุน (Favorable Statement) จะให้น้ำหนักเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็น 5,4,3,2 และ 1 ตามลำดับ ถ้าเป็นคำถามประเภทไม่สนับสนุน (Unfavorable Statement) จะให้น้ำหนักกลับกันคือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็น 1,2,3,4 และ 5 ตามลำดับ

2) การวัดโดยการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยจะต้องเก็บข้อมูลโดยการพูดคุย โดยมีการวางแผน เตรียมการล่วงหน้าเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน

3) การวัดโดยการสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจ โดยการสังเกตพฤติกรรม เช่น สังเกตจากการพูด กริยา ท่าทาง วิธีนี้เป็นวิธีที่เก่าแต่ยังเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย

สำหรับการวัดความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้นั้นจากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรม พบว่า ลักษณะเครื่องมือไม่แตกต่างจากการวัดความพึงพอใจทั่วไป งานวิจัยส่วนใหญ่แบ่งความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ ออกเป็นหลายด้าน ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558) ที่ได้ทำการวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา/สาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งสามารถวัดได้โดยแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 22 ข้อ และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) จากการเขียนอนุทินของผู้เรียน

งานวิจัยของสุเมธ เนาว์รุ่งโรจน์ (2560) ได้ศึกษาความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบ 4 MAT เครื่องมือวิจัยที่ใช้คือแบบสอบถามความพึงพอใจที่สอบถามข้อมูล 4 ด้าน คือ ด้านปัจจัยและสภาพแวดล้อม ด้านกระบวนการ ด้านผลผลิต และด้านผลลัพธ์ ตัวอย่างเครื่องมือด้านปัจจัยและสภาพแวดล้อม ลักษณะข้อคำถาม เช่น 1) มีการแจ้งให้ทราบถึงวิธีการจัดการเรียนการสอน 2) แต่งกายเหมาะสม สุภาพเรียบร้อย 3) เข้าห้องสอนตรงเวลา และ 4) มีเอกสารหรือสื่อประกอบการสอน เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจของบุคคลสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การสังเกต การรายงานตัวตน การสัมภาษณ์ เทคนิคจินตนาการ การวัด

ทางสระ และแบบสอบถาม การที่ผู้วัดจะเลือกใช้รูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับความสะดวก ความเหมาะสม ตลอดจนความมุ่งหมายของการวัด

จากข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจ ผู้วิจัยสรุปรายละเอียด ดังนี้

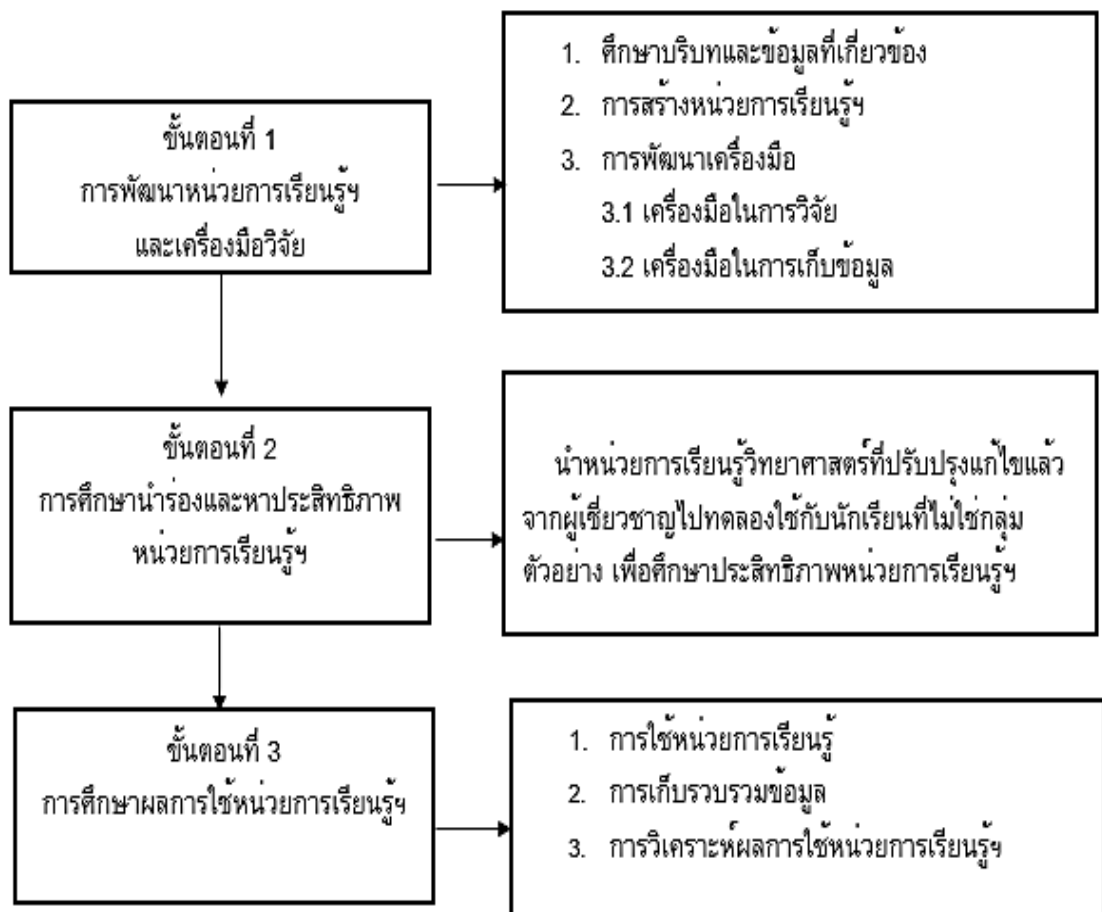
ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกชอบ รู้สึกพอใจและความสนใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ทั้งในด้านผู้สอน ด้านเนื้อหา/สาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งสามารถวัดได้โดยแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกชอบ รู้สึกพอใจและความสนใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านผู้สอน ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ลักษณะข้อคำถามจะมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

ดังนั้น จากการศึกษาเอกสารและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดและสรุปแนวทางการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจะทำการศึกษาวิจัยตามวิธีดำเนินการวิจัยที่เสนอไว้ในบทถัดไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยพิจารณาจาก 3 ประเด็น ดังนี้ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน 2) ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยด้วยขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัย ขั้นตอนที่ 2 การศึกษานำร่องและหาประสิทธิภาพหน่วยการเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยได้แสดงดัง ภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัย

ศึกษาริบทและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ การงานอาชีพและเทคโนโลยี

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 เอกสารที่เกี่ยวกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี (มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ฯ ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) แล้วนำมาวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ให้มีความ สอดคล้องกับนโยบายของหลักสูตร ซึ่งสรุปได้ดังนี้ การจัดการศึกษาที่ดีและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อ ผู้เรียนนั้น ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองตามวัยที่เหมาะสม การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ต้องให้ผู้เรียนเกิดทั้งความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการหาความรู้และการ แก้ปัญหาที่พบ โดยจะเห็นว่าวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน วิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบันเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและ การงานอาชีพต่าง ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้เราพัฒนาความคิด ให้เป็นเหตุเป็นผล มีความคิด สร้างสรรค์ คณิตศาสตร์ช่วยให้เราแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวเลขได้ วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เน้น เกี่ยวกับกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การ จำแนก การจัดกลุ่ม การจัดรูปแบบ และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติของเรขาคณิต ส่วน เทคโนโลยีนั้นเป็นสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับเรา ดังนั้น ทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อที่จะสามารถนำความรู้ไปใช้ในการ ดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิต จริงได้

1.2 ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา

จากเอกสาร หนังสือ บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับที่มาและความหมายของสะเต็มศึกษา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กับสะเต็มศึกษา ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา การออกแบบเชิงวิศวกรรม การจัดการศึกษา ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ลักษณะของกิจกรรมสะเต็มศึกษา และแนวทางการวัดและประเมินผล ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตาม กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) โดยบูรณาการความรู้ใน 4

วิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยให้ผู้เรียนประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่พบหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนนั้นมีการกำหนดกรอบเวลาไว้อย่างชัดเจน ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) กำหนดกิจกรรมย่อย 6 สัปดาห์ (18 ชั่วโมง) โดยใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในการจัดการเรียนรู้

1.3 ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ศึกษาจากเอกสาร หนังสือ บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับ ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นมีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นสมรรถนะหนึ่งที่มีความสำคัญและควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน และสามารถกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะของความสามารถในการแก้ปัญหา ได้ว่า

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง พฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการนำความรู้ที่ได้รับมาปรับใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เพื่อไขข้อสงสัยหรือเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานั้น ๆ ความสามารถในการแก้ปัญหาในครั้งนี้มีองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การระบุปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถค้นพบปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยผู้เรียนจะเขียนสิ่งที่ปัญหา จากนั้นพิจารณาปัญหาแล้วเลือกว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง

2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถจำแนกสาเหตุของปัญหา โดยผู้เรียนระดมความคิดและวิเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดให้จากสถานการณ์ จากนั้นจำแนกและจัดหมวดหมู่สาเหตุของปัญหา และคาดคะเนสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด

3. การเสนอวิธีแก้ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาและอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมอย่างละเอียด โดยอภิปรายร่วมกันเพื่อหาวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

4. การตรวจสอบวิธีแก้ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ พร้อมทั้งหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้มีความเหมาะสม สามารถนำไปแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

1.4 ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้

ศึกษาจากเอกสาร หนังสือ บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้ โดยทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับ ความหมาย องค์ประกอบ การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ และความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ จากการศึกษาพบว่า หน่วยการเรียนรู้ คือ สาระการเรียนรู้อยู่ที่มีการออกแบบการเรียนการสอนให้มีเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ในหลักสูตร โดยการออกแบบกิจกรรมนั้นยึดตามบริบทและความต้องการของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีการทำงานเป็นทีม มีการสื่อสารและอภิปรายร่วมกัน ตลอดจนผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาสาระ สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผล และจำนวนเวลา

จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสร้างหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้ ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สภาพปัญหาวัตถุประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ โครงสร้างเวลาและกรอบแนวคิดการบูรณาการ หน่วยการเรียนรู้ มีการออกแบบการเรียนการสอนโดยการเสริมเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการกำหนดประเด็นปัญหาที่มีความท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอน หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรมย่อย และมีแผนการจัดกิจกรรมทั้งหมด 7 แผน โดยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

1.5 ศึกษาบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยศึกษาเกี่ยวกับผลการเรียนของนักเรียน ลักษณะความสนใจ และการเลือกกิจกรรมชุมนุมของนักเรียน เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษามาประกอบการเลือกกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัย ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1.5.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน

1.5.2 วิธีการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากนักเรียนที่ลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นตามความสนใจของผู้เรียน และเป็นการรวมกลุ่มของผู้เรียนที่มีความถนัดในเรื่องเดียวกัน

การสร้างหน่วยการเรียนรู้

การจัดทำโครงร่างหน่วยการเรียนรู้

ข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 นำมาเป็นแนวคิดในการกำหนดองค์ประกอบโครงร่างหน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

1) ชื่อของหน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2) สภาพปัญหาและความจำเป็น เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา จากการที่ผู้วิจัยได้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ท่าน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังให้ความสนใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์น้อย และไม่สามารถแก้ปัญหาที่พบในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับรายงานการประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2559 พบว่าผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความสามารถในการแก้ปัญหาลดกว่าเกณฑ์ที่คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ ซึ่งผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนแห่งนี้ส่วนใหญ่มีคะแนนสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาลดกว่าร้อยละ 40 อยู่ในระดับปรับปรุงตามเกณฑ์คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบทางการศึกษาในระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test หรือ O-NET) ปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อวัดความรู้และความคิดที่แสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาของผู้เรียน โดยข้อสอบจะเน้นการคิดวิเคราะห์มากกว่าการท่องจำ เมื่อพิจารณาผลการสอบรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 31.62 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศในปีการศึกษา 2558 ซึ่งผลเป็นไปในทางเดียวกันของโรงเรียน

แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานครที่กล่าวข้างต้น เมื่อพิจารณาผลการสอบโอเน็ตวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.86 คะแนน สะท้อนว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2558 และยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศ

เพื่อแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงพัฒนาหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน โดยเน้นการเสริมเนื้อหาและประสบการณ์ให้กับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนไปแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และพัฒนาความสามารถต่าง ๆ นำไปสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย และยังเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้สอน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

3) วัตถุประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยสร้างหน่วยการเรียนรู้ขึ้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4) โครงสร้างเวลาและกรอบแนวคิดที่นำมาบูรณาการ โดยบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการนำแนวคิดจาก 4 วิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) มาบูรณาการร่วมกันโดยใช้หัวเรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เป็นแกนหลัก โดยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรมย่อย ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เมื่อฉันอยากดูแลสุขภาพ กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้ดำเนินการตามขั้นตอนการระบุปัญหาในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา กิจกรรมที่ 2 มาปลูกต้นอ่อนทานตะวันกันเถอะ กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะดำเนินการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนรวมถึงการดำเนินการแก้ปัญหา กิจกรรมที่ 3 เธอคือต้นอ่อนทานตะวันของฉัน กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะดำเนินการตามขั้นตอนการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาและกิจกรรมที่ 4 นวัตกรรมแห่งการเพาะเมล็ด กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในผลงาน ข้อดี ข้อเสียเพื่อเป็น

แนวทางในการพัฒนา รวมถึงการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในครั้งนี้ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาของหน่วยการเรียนรู้ฯ ไว้ดังนี้

สถานการณ์ปัญหา

สวัสดีค่ะ ดิฉันนางสาวหนูดี มีโชคชัย วันนี้ดิฉันมีเรื่องเดือดเนื้อร้อนใจมาเล่าให้ทุกคน ฟังค่ะ คือฉันเป็นคนที่มีดูแลสุขภาพตนเอง รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ เช่น ผัก ดิฉันทานสลัด ผักทุกวัน แต่ตอนนี้ผักมีราคาค่อนข้างแพง ดิฉันจึงคิดว่าจะหันมาปลูกผักรับประทานเองจะปลูกเอง ดิฉันอยู่คอนโดกลางเมืองซึ่งมีพื้นที่นิดเดียว ดังนั้นจึงอยากให้ทุกคนช่วยกันออกแบบชุดปลูก ผักคือ ต้นอ่อนทานตะวัน โดยมีเงื่อนไข ดังนี้ 1) ประหยัดงบประมาณ 2) ใช้พื้นที่จำกัด ขนาดไม่เกิน 60 x 90 ตารางเซนติเมตร และ 3) ต้นอ่อนต้องมีใบเลี้ยงครบ 2 ใบ และลำต้นยาวประมาณ 4 – 5 ตารางเซนติเมตร

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างการบูรณาการและ โครงสร้างเวลาหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังตาราง 3 และ 4

ตาราง 3 โครงสร้างการบูรณาการหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

กิจกรรม	การบูรณาการเนื้อหา			
	แผนการจัดกิจกรรม	วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
1. เมื่อฉันอยากดูแลสุขภาพ	1. แผนการจัดกิจกรรมที่ 1	ความสำคัญและประโยชน์ของผัก	การคำนวณพื้นที่เพื่อใช้พื้นที่ให้น้อย แต่ใช้ประโยชน์ได้มาก	การวิเคราะห์หาความน่าเชื่อถือของข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต
	2. แผนการจัดกิจกรรมที่ 2	สารอาหารที่ได้จากผัก	การคำนวณพื้นที่เพื่อใช้พื้นที่ให้น้อย แต่ใช้ประโยชน์ได้มาก	การวิเคราะห์หาความน่าเชื่อถือของข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต
2. มาปลูกต้นอ่อนทานตะวันกันเถอะ	1. แผนการจัดกิจกรรมที่ 3	ปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืช	การคำนวณค่าใช้จ่ายในการทำชุดเพาะต้นอ่อน	การเลือกวัสดุให้คุ้มค่า
	2. แผนการจัดกิจกรรมที่ 4	การเลือกวัสดุและ การนำไปใช้	การคำนวณค่าใช้จ่ายในการทำชุดเพาะต้นอ่อน	การเลือกวัสดุให้คุ้มค่า
3. เกือบคือต้นอ่อนทานตะวันของฉัน	แผนการจัดกิจกรรมที่ 5	การเขียนกราฟเปรียบเทียบการเจริญเติบโต	การวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูล	การวิเคราะห์หาความน่าเชื่อถือของข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต
	1. แผนการจัดกิจกรรมที่ 6	กระบวนการเจริญเติบโตของพืช	การสรุปค่าใช้จ่ายในการทำชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวัน	การสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการตามแนวทางการออกแบบเชิงวิศวกรรม
4. นวัตกรรมแห่งการเพาะเมล็ด	2. แผนการจัดกิจกรรมที่ 7	การวัดการเจริญเติบโตของพืช	การคำนวณจำนวนต้นอ่อนที่ได้คุณภาพ	การสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการตามแนวทางการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ตาราง 4 โครงสร้างเวลาของหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

กิจกรรมการเรียนรู้	การออกแบบเชิงวิศวกรรม	จุดประสงค์ของกิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
เมื่อฉันอยากดูแล สุขภาพ แผนการจัดกิจกรรม ที่ 1	การระบุปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้ดำเนินการตาม ขั้นตอนการระบุปัญหาในกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยกำหนด ปัญหาและขอบเขตของปัญหา	1. เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา นำมาอภิปราย ร่วมกับสมาชิกในกลุ่มได้	2
แผนการจัดกิจกรรม ที่ 2	การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะดำเนินการตาม ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดย สรุปประเด็นต่อไปนี้ แนวทางการ แก้ปัญหาคืออะไร ทำอย่างไร และ แก้ปัญหาได้อย่างไร	1. เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ สถานการณ์ที่กำหนดได้ 2. เพื่อให้นักเรียนสามารถสังเคราะห์ แนวทางการแก้ปัญหา เพื่อออกแบบ วิธีการแก้ปัญหาได้	2
มาปลูกต้นอ่อน ทานตะวันกันเถอะ แผนการจัดกิจกรรม ที่ 3	การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะดำเนินการตาม ขั้นตอนการออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา โดยระบุขั้นตอนการ ดำเนินการ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้อย่าง ละเอียด	1. เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัจจัย ในการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ทานตะวันได้ 2. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้และ ประสบการณ์ที่ได้รับในการรวบรวม ข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาได้	2
แผนการจัดกิจกรรม ที่ 4	การวางแผนและดำเนินการ แก้ปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะดำเนินการตาม ขั้นตอนการวางแผนรวมถึงการ ดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งอาจเป็นการ พัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือเป็นการ สร้างชิ้นงานโดยออกแบบชิ้นงาน คำนวณหาขนาด วัสดุ สัดส่วน	1. เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัจจัย ในการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ทานตะวันได้ 2. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้และ ประสบการณ์ที่ได้รับในการรวบรวม ข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ 3. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึง ค่าใช้จ่ายในการเพาะต้นอ่อน ทานตะวัน โดยต้องคำนึงถึงความคุ้ม ทุน	3

ตาราง 4 (ต่อ)

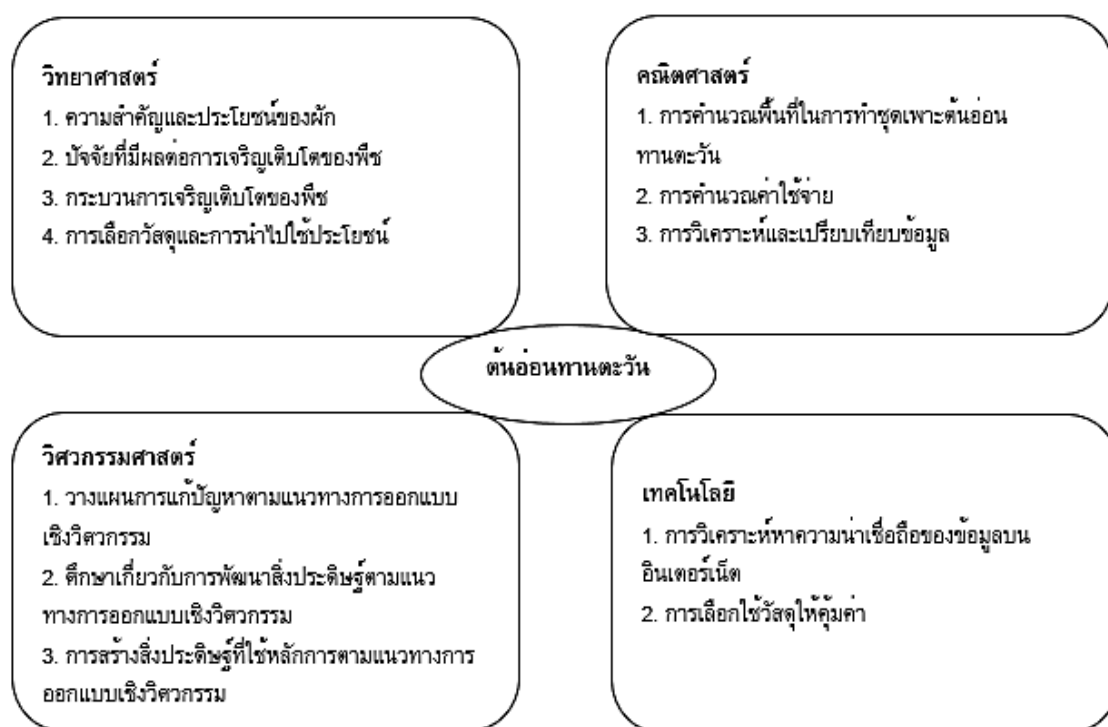
กิจกรรมการเรียนรู้	การออกแบบเชิงวิศวกรรม	จุดประสงค์ของกิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
เธอคือต้นอ่อน ทานตะวันของฉัน แผนการจัด กิจกรรมที่ 5	การทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดสอบ จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในผลงาน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา	1. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม 2. เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปปัญหาที่ เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการสร้างชุดเพาะ เมล็ดทานตะวัน พร้อมแนวทางการ แก้ปัญหาที่คาดว่าจะแก้ปัญหาได้ หรือ วิธีที่นักเรียนใช้แก้ปัญหาในการจัดสร้าง ชุดเพาะเมล็ดทานตะวันได้	3
นวัตกรรมแห่งการ เพาะเมล็ด แผนการจัด กิจกรรมที่ 6	การทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดสอบ ผลงาน จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกัน อภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะ ในผลงาน ข้อดี ข้อเสียเพื่อเป็นแนวทาง ในการพัฒนา	1. เพื่อให้นักเรียนสรุปปัจจัยที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตของเมล็ดทานตะวันของ กลุ่มตนเองได้ 2. เพื่อให้นักเรียนสามารถร่วมกัน อภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่ม อื่นได้	3
แผนการจัด กิจกรรมที่ 7	การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผล การแก้ปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานการ ปลูกต้นอ่อนทานตะวันของกลุ่มตนเอง จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ประเด็นเกี่ยวกับปัญหาอุปสรรค เพื่อ เป็นแนวทางในการพัฒนา	1. เพื่อให้นักเรียนสามารถร่วมกัน อภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่ม อื่นได้ 2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการ นำเสนอ	3
เวลารวม			18

5) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง เพื่อเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน มีการจัดการเรียนรู้แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) โดยบูรณาการความรู้ใน 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งผู้เรียน

สามารถเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยให้ผู้เรียนประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่พบหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ วิชาเทคโนโลยีเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กรอบแนวคิดการบูรณาการองค์ความรู้ของหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แสดงดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดการบูรณาการองค์ความรู้

6) สื่อและแหล่งเรียนรู้ เป็นการกำหนดอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เช่น กิจกรรมที่ 3 เธอคือต้นอ่อนทานตะวันของฉัน แหล่งเรียนรู้ คือ แปลงปลูกทานตะวันของโรงเรียน วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ ได้แก่ เลนส์มิกวาย ไม้บรรทัด คัตเตอร์ อุปกรณ์สำหรับเพาะทานตะวัน

7) การวัดและประเมินผล หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พิจารณาผลจาก 3 ประเด็น ดังนี้ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน 2) ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ หน่วยการเรียนรู้

3. การพัฒนาเครื่องมือ

3.1 เครื่องมือในการวิจัย

หน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 หน่วยย่อย และมีแผนการจัดการ กิจกรรมทั้งหมด 7 แผน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 หน่วยย่อย ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เมื่อฉันอยากดูแล สุขภาพ กิจกรรมที่ 2 มาปลูกต้นอ่อนทานตะวันกันเถอะ กิจกรรมที่ 3 เธอคือต้นอ่อนทานตะวันของ ฉัน และกิจกรรมที่ 4 นวัตกรรมแห่งการเพาะเมล็ด หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะ เต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน

การสร้างเครื่องมือในการวิจัยมีวิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ตามลำดับ ดังนี้

3.1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และศึกษาเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยเนื้อหาหลัก คือ ความสำคัญของสารอาหาร ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กระบวนการเจริญเติบโตของพืช สมบัติของวัสดุและการนำไปใช้

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้

3. นำจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา มาสร้างเป็นการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรม 7 แผน

3.1.2 การหาคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรม

การหาคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อน ทานตะวัน ดำเนินการ ดังนี้

1. นำแผนการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเนื้อหา ความ เหมาะสมภาษา และเวลาที่ใช้ในการเรียน

2. นำแผนการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา

2 ท่านและด้านวิทยาศาสตร์ 2 ท่านพิจารณาประเมินคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรม โดยพิจารณาจากความเหมาะสมภาษา และเวลาที่ใช้ในการเรียน เพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไข โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีการกำหนดคะแนนของระดับความคิดเห็น ดังนี้

5 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก

3 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย

1 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน โดยการแปลงผลของระดับความเหมาะสมพิจารณาจากค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ของเบสต์ (Best.1981:82) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยผลการวิเคราะห์คุณภาพหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ภาพรวมหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน มีความเหมาะสมด้านภาษาและเวลาที่ใช้ในการเรียนมีค่าอยู่ระหว่าง 4.63 - 4.72 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 (SD = 0.25) อยู่ในระดับมาก (ภาคผนวก ง)

ผู้วิจัยได้ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็น ดังนี้

1) ตรวจสอบระยะเวลาในการจัดกิจกรรมให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมมากขึ้น

2) เพิ่มเติมจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดกิจกรรมทั้ง 7 แผน ให้ครบ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านเจตพิสัย

3) ปรับแก้ไขโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยระบุเนื้อหาที่มีการเชื่อมโยง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ง่ายขึ้น

3.2 เครื่องมือในการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือในการเก็บข้อมูล เพื่อใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ จำนวน 3 ฉบับ ดังนี้

1. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ ฯ

การสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลในแต่ละประเภท มีวิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือตามลำดับ ดังนี้

1. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งวัดพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงถึงการนำความรู้ที่ได้รับมาปรับใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ เพื่อไขข้อสงสัยหรือเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานั้น ๆ โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ 5 สถานการณ์ซึ่งเป็นสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามย่อย 4 ข้อ ในแต่ละข้อมีตัวเลือก 3 ตัวเลือก รวมคำถามย่อยทั้งหมด 20 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎี นิยาม เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา จากนั้นนำมาเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบ

1.2 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหตามนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก มีลักษณะเป็นสถานการณ์ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้มีสถานการณ์ 10 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมเป็นข้อคำถาม 40 ข้อ

1.3 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องของสถานการณ์ ข้อคำถามและตัวเลือก แล้วนำมาแก้ไขให้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ในประเด็น ดังนี้ 1) ระบุนิยามของความสามารถในการแก้ปัญหาในแบบทดสอบ 2) แก้ไขข้อความใน

สถานการณ์คำถาม เพื่อให้อ่านเข้าใจง่ายขึ้น และ 3) ปรับตัวเลือกของแบบทดสอบให้สอดคล้องกับนิยามความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น

1.4 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่านตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์ ข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของความสามารถในการแก้ปัญหา 4 องค์ประกอบ คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การเสนอวิธีแก้ปัญหาและการตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) คัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 (สุรพงษ์ คงสัตย์และธีรชาติ ธรรมวงศ์, 2551) ขึ้นไป กำหนดเกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้อง ดังนี้

+1 หมายถึง สถานการณ์และข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการแก้ปัญหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสถานการณ์และข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการแก้ปัญหา

-1 หมายถึง สถานการณ์และข้อคำถามไม่สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการแก้ปัญหา

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์ ข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของความสามารถในการแก้ปัญหา ความถูกต้องความเหมาะสมในการนำไปใช้ของแบบทดสอบฯ โดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าอยู่ในระดับ 0.67-1.00 ถือว่าผ่านเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ (ภาคผนวก ง)

1.5 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของสถานการณ์และข้อคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ กำหนดเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของสถานการณ์และข้อคำถาม ดังนี้

5 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก

3 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย

1 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

การแปลผลของระดับความเหมาะสมพิจารณาจากค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ของเบสท์ (Best.1981:82) มีรายละเอียด ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าอยู่ระหว่าง 3.33 – 4.33 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 (SD = 0.50) อยู่ในระดับมาก (ภาคผนวก ง)

ผู้วิจัยได้ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็น ดังนี้

1) ตรวจสอบภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาให้มีความเหมาะสม กระชับมากขึ้น

2) เพิ่มเติมนิยามศัพท์เฉพาะของความสามารถในการแก้ปัญหา 4 องค์ประกอบ คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การเสนอวิธีแก้ปัญหาและการตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา ในแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

1.6 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัด กรุงเทพมหานครที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีระดับผลการเรียน 3 ระดับ คือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 10 คน จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนนเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบในด้านความเชื่อมั่น วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วยวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20

โดยผลการวิเคราะห์ค่าความยาก อำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น มีรายละเอียดดังนี้ ค่าความยาก มีค่า 0.60 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก มีค่า 0.20 – 0.60 ถือว่าผ่านเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ (ภาคผนวก ง) และผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .77

1.7 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพแล้วมาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน

แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัด กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรม ชุมชุมวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

2. แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งวัดความสามารถของผู้เรียนในการสื่อความหมายของความรู้วิทยาศาสตร์มาสรุปเป็นลักษณะของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีเหตุผล โดยความเข้าใจสามารถแสดงออกในรูปของการอธิบาย การคาดคะเน การแปลความหมาย การตีความหมาย และการขยายความ โดยการวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คำถามประกอบด้วยเนื้อหาที่ต้องการวัดความเข้าใจ ดังนี้ ความสำคัญของสารอาหาร ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กระบวนการเจริญเติบโตของพืช สมบัติของวัสดุและการนำไปใช้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ แต่ละข้อคำถามมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎี นิยาม เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำมาเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวกับความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของผู้เรียนในการสื่อความหมายของความรู้วิทยาศาสตร์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดจากการสังเกตและประสบการณ์เดิม มาสรุปเป็นลักษณะของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีเหตุผล

2.2 สร้างแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 20 ข้อ โดยมีรายละเอียดโครงสร้างของแบบวัด ดังตาราง 5

ตาราง 5 การวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมในแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน

เนื้อหา	พฤติกรรมการวัดความเข้าใจ					รวม
	ผลเบี่ยงเบน	การจดจำ	การเข้าใจ	การวิเคราะห์	การประเมิน	
1.นักเรียนเข้าใจความสำคัญและประโยชน์ของผัก	1	-	2	1	1	5
2.นักเรียนเข้าใจปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	1	2	1	-	1	5
3. นักเรียนเข้าใจกระบวนการเจริญเติบโตของพืช	-	1	1	2	1	5
4. นักเรียนสามารถเลือกวัสดุที่ทำเป็นชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวันได้	2	1	-	1	1	5
รวม	4	4	4	4	4	20

2.3 นำแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องข้อคำถามและแนวคำตอบ แล้วนำมาแก้ไขให้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ในประเด็น ดังนี้ 1) แก้ไขข้อความในแบบวัดความเข้าใจเนื้อหา เพื่อให้อ่านเข้าใจง่ายขึ้น และ 2) ปรับข้อคำถามในแบบวัดให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น

2.4 นำแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 4 ท่านตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 (สุรพงษ์ คงสัตย์และธีรชาติ ธรรมวงศ์.2551) ขึ้นไป กำหนดเกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้อง ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์

-1 หมายถึง ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์

โดยผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าอยู่ในระดับ 0.75-1.00 ถือว่าผ่านเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 129) (ภาคผนวก ง)

2.5 นำแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ กำหนดเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของข้อคำถามในแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

5 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก

3 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย

1 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

การแปลผลของระดับความเหมาะสมพิจารณาจากค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ของเบสท์ (Best.1981:82) มีรายละเอียด ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการพิจารณาความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของข้อคำถามในแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีค่าอยู่ระหว่าง 3.50 – 4.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 (SD = 0.03) อยู่ในระดับมาก (ภาคผนวก ง)

ผู้วิจัยได้ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็น ดังนี้

- 1) ระเบียบของระดับพฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ฉบับของนักเรียน
- 2) ตรวจสอบการใช้คำในแบบวัดให้เป็นคำเดียวกันทั้งฉบับ เช่น คำว่าผู้เรียน ผู้สอน

2.6 นำแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จังหวัดกรุงเทพมหานครที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ที่มีผลการเรียน 3 กลุ่มคือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 10 คน

2.7 นำแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% แล้วคัดเลือกแบบวัดจำนวน 20 ข้อที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และมีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 129)

โดยค่าความยาก มีค่า 0.60 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก มีค่า 0.20 – 0.46 ถือว่าผ่านเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ (ภาคผนวก ง)

2.8 นำแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดความเข้าใจในด้านความเชื่อมั่น วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับด้วยวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 จากผลการหาประสิทธิภาพของแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .75

2.9 นำแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพแล้วมาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบสอบถามและกำหนดประเด็นที่จะใช้ในการเขียนข้อความ โดยมีประเด็นในการสอบถาม 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านครูผู้สอน
2. ด้านเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ด้านการวัดและประเมินผล

3.2 เขียนรายการข้อความสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ พอใจมากที่สุด พอใจมาก พอใจปานกลาง พอใจน้อยและพอใจน้อยที่สุด จำนวน 15 ข้อ แบ่งเป็นด้านผู้สอน 4 ข้อ ด้านเนื้อหา 3 ข้อ ด้านการจัดการเรียนรู้ 4 ข้อและด้านการวัดและประเมินผล 4 ข้อ และข้อคำถามปลายเปิดเพื่อให้ให้นักเรียนได้เขียนแสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ

3.3 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องข้อคำถามและแนวคำตอบ แล้วนำมาแก้ไขให้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ในประเด็น ดังนี้ 1) แก้ไขข้อความในแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อให้อ่านเข้าใจง่ายขึ้น และ 2) ปรับแก้ไขข้อคำถามในแบบสอบถามให้สอดคล้องกับงานวิจัยมากขึ้น

3.4 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ แล้วดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามข้อเสนอแนะ

กำหนดเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของข้อคำถามในแบบสอบถามความพึงพอใจ ดังนี้

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

การแปลผลของระดับความเหมาะสมพิจารณาจากค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ของเบสท์ (Best.1981:82) มีรายละเอียด ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

พบว่า แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ในภาพรวม ทั้งฉบับมีความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้มีค่าอยู่ระหว่าง 3.60 – 4.00 และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.84 (SD = 0.19) อยู่ในระดับมาก (ภาคผนวก ง)

ผู้วิจัยได้ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็น ดังนี้

1) พิจารณาเกณฑ์การวัดและการประเมินผลให้มีความเหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียนมากขึ้น โดยผู้เรียนวัยนี้ควรมีเครื่องมือวัดและประเมินผลที่หลากหลาย

2) ปรับคำในข้อคำถามให้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้ให้ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เช่น ระดมความคิด ปรับแก้ไขเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษานำร่องและหาประสิทธิภาพหน่วยการเรียนรู้

การศึกษานำร่อง

การศึกษานำร่อง เป็นการนำหน่วยการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 15 คน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สอนสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพหน่วยการเรียนรู้ ๔ เช่น ปัญหาอุปสรรคหรือข้อบกพร่อง ระหว่างการใช้หน่วยการเรียนรู้ ศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เช่น ความชัดเจนในการใช้ภาษา รูปแบบของใบกิจกรรมต่าง ๆ และความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาและสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้

ผลการศึกษานำร่อง พบว่า หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถนำไปจัดการเรียนการสอนได้จริง มีความเหมาะสมกับช่วงวัยของนักเรียน แต่มีปัญหาในการลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม โดยกิจกรรมในแผนการจัดกิจกรรมที่ 2 ซึ่งผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาและเอกสารความรู้ เพื่อใช้ในการออกแบบชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวันต้องใช้เวลาาน ผู้วิจัยจึงปรับลำดับขั้นตอนของกิจกรรมในแผนการจัดกิจกรรม โดยจัดการเรียนรู้เป็นศูนย์การเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ศูนย์ ได้แก่ 1) ศูนย์การเรียนรู้เรื่องดิน 2) ศูนย์การเรียนรู้เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และ 3) ศูนย์การเรียนรู้เรื่องกระบวนการเจริญเติบโตของพืช โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนไปศึกษาความรู้ที่ศูนย์การเรียนรู้และกลับมาถ่ายทอดความรู้ที่ได้รับให้เพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้การจัดกิจกรรมมีความกระชับและเหมาะสมกับเวลามากขึ้น โดยผู้วิจัยศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ พบว่า ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.83 (S.D.=1.41) และด้านการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 3.66 (S.D.=2.83)

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้

1. การนำหน่วยการเรียนรู้ ฯ ไปใช้

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งดำเนินการใช้หน่วยการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งการใช้หน่วยการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 มีนักเรียนทั้งหมด 265 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักเรียนที่ลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นตามความสนใจของผู้เรียน และเป็นการรวมกลุ่มของผู้เรียนที่มีความถนัดในเรื่องเดียวกัน

แบบแผนการทดลอง

การดำเนินการในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลองขั้นต้น (Pre-experimental research) ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) แบบแผนการวิจัยดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

ความหมายของสัญลักษณ์

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การใช้หน่วยการเรียนรู้

T₁ แทน การทดสอบก่อนการใช้หน่วยการเรียนรู้

T₂ แทน การทดสอบหลังการใช้หน่วยการเรียนรู้

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยใช้เครื่องมือวิจัย จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์

2. เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้หน่วยการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เป็นเวลา 18 ชั่วโมง (6 สัปดาห์)

3. เก็บข้อมูลหลังใช้หน่วยการเรียนรู้ ด้วยการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยใช้เครื่องมือวิจัย จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยนำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา โดยเก็บข้อมูลก่อนและ

หลังใช้หน่วยการเรียนรู้ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการตรวจให้คะแนน คำตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน คะแนนเต็ม 20 คะแนน มีการแบ่งระดับความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยดัดแปลงมาจาก นาเรีรัตน์ เรืองจันทร์ (2551) โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ 4 ระดับ ได้แก่

ช่วงคะแนน	16 – 20	ระดับดีมาก
ช่วงคะแนน	12 – 15	ระดับดี
ช่วงคะแนน	6 – 11	ระดับพอใช้
ช่วงคะแนน	0 – 5	ระดับปรับปรุง

2) แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยนำแบบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา โดยเก็บข้อมูลก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการตรวจให้คะแนน คำตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน คะแนนเต็ม 20 คะแนน

3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยนำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา โดยเก็บข้อมูลหลังใช้หน่วยการเรียนรู้ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ สามารถพิจารณาจากเกณฑ์ ต่อไปนี้

1.1 ด้านคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้ พิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินโครงร่างหน่วยการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ ต่อไปนี้

1.1.1 การประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสมไม่น้อยกว่า 3.50

1.1.2 การประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ไม่น้อยกว่า 0.50

1.2 ด้านผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.2.1 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้วิธีการทางสถิติและทดสอบสมมติฐาน โดยดำเนินการ ดังนี้

1.2.1.1 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้ โดยใช้สถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples)

1.2.1.2 เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้ โดยใช้สถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples) และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติการทดสอบค่าที่กรณีตัวอย่าง 1 กลุ่ม (One sample t-test)

1.2.1.3 เปรียบเทียบคะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้กับเกณฑ์ในระดับมากที่มีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป

1.2.1.4 แปลความหมายข้อมูลจากการวิเคราะห์หน้าข้อมูลผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปปรับปรุงและแก้ไขหน่วยการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียด ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการจัดกระทำข้อมูล

1.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard division) และค่าความแปรปรวน (Variance)

1.2 สถิติหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ได้แก่ สถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples) และสถิติการทดสอบค่าที่กรณีตัวอย่าง 1 กลุ่ม (One sample t-test) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 129)

สถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน t – distribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

n แทน จำนวนนักเรียน

$\sum D$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

สถิติการทดสอบค่าทีกรณีตัวอย่าง 1 กลุ่ม (One sample t-test)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน เกณฑ์ร้อยละ

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยสามารถคำนวณจากสูตร ค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 129)

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

เมื่อ IOC ความหมายว่า ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ ความหมายว่า ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N ความหมายว่า จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 129) ดังนี้

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

เมื่อ	P	แทน ค่าความยากของข้อคำถาม
	R	แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	N	แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

$$r = \frac{R_u - R_e}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	r	แทน ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	R_u	แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อนั้นกลุ่มเก่ง
	R_e	แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อนั้นกลุ่มอ่อน
	N	แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.3 การหาค่าความเชื่อมั่น วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 129) ดังนี้

$$r_{(KR-20)} = \left(\frac{K}{K-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ	$r_{(KR-20)}$	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน จำนวนข้อสอบ
	p	แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกหารด้วยจำนวนคนสอบทั้งหมด
	q	แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ
	S^2	แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยพิจารณาจาก 3 ประเด็น ดังนี้ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน 2) ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองก่อนและหลังเรียน
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาการแจกแจง
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
Max	แทน	คะแนนสูงสุด
Min	แทน	คะแนนต่ำสุด
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)
P	แทน	ค่าความยากของข้อคำถาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยและผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน

จากการวิจัยทำให้ได้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นการออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการเสริมเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการกำหนดประเด็นปัญหาที่มีความท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) ทั้ง 6 ขั้นตอน ผู้วิจัยจึงเลือกบูรณาการความรู้ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ซึ่งการปลูกต้นอ่อนทานตะวันเป็นหนึ่งในกิจกรรมของโรงเรียนที่ผู้วิจัยสอนอยู่ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดและทักษะชีวิตของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาไปปรับใช้ในชีวิตจริง การปลูกต้นอ่อนทานตะวันนั้น เป็นกิจกรรมที่สามารถจัดได้ในระยะเวลาสั้น ๆ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหา 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีร่วมกัน โดยผ่านกิจกรรมที่มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชา ในรูปแบบการบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 หน่วยย่อย และมีแผนการจัดกิจกรรมทั้งหมด 7 แผน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 หน่วยย่อย ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เมื่อฉันอยากดูแลสุขภาพ กิจกรรมที่ 2 มาปลูกต้นอ่อนทานตะวันกันเถอะ กิจกรรมที่ 3 เธอคือต้นอ่อนทานตะวันของฉัน และกิจกรรมที่ 4 นวัตกรรมแห่งการเพาะเมล็ด หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีขั้นตอนดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a challenge) ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้ ปัญหาคืออะไร แนวทางการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร และวิเคราะห์ข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่วิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Explore ideas) ผู้เรียนสำรวจแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยการสืบค้นข้อมูลและระดมความคิดภายในกลุ่มในประเด็นต่อไปนี้ แนวทางการแก้ปัญหาคืออะไร ทำอย่างไร และแก้ปัญหาได้อย่างไร

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) ผู้เรียนนำข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหามาเปรียบเทียบ เพื่อเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มดีที่สุด โดยคำนึงถึง

ทรัพยากรที่ใช้ ระยะเวลา รวมถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด จากนั้นแต่ละกลุ่มร่างวิธีการแก้ปัญหา โดยระบุนขั้นตอนการดำเนินการ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้อย่างละเอียด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and develop) ผู้เรียนดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่วางไว้ ซึ่งอาจเป็นการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือเป็นการสร้างชิ้นงาน โดยวางแผนออกแบบชิ้นงาน คำนวณหาขนาด รูปร่างและสัดส่วน แล้วแต่ละกลุ่มลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา (Test and evaluate) ผู้เรียนทดสอบวิธีการแก้ไขปัญหาคือชิ้นงาน จากนั้นประเมินผลงานที่สร้างขึ้น โดยดูว่าผลงานสามารถแก้ปัญหาคือชิ้นงานได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องหรือไม่ เพื่อนำข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นไปใช้ในการปรับปรุงผลงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหา (Present the solution) ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้น พร้อมผลการทดสอบผลงานหน้าชั้นเรียน จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในผลงาน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

ตอนที่ 2 ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จังหวัด กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ โดยเป็นนักเรียนชาย จำนวน 15 คน นักเรียนหญิงจำนวน 15 คน รวมทั้งหมด 30 คน

จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้วิธีการทางสถิติตามสมมติฐานข้อที่ 1-3 โดยดำเนินการ ดังนี้

สมมติฐานข้อ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้ โดยใช้สถิติค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples) มีรายละเอียดดังนี้

1) ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน โดยภาพรวม พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนใช้หน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 16 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.00 (S.D.= 2.81) คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการ

แก้ปัญหานักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังใช้หน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 19 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 12 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.83 (S.D.= 2.07)

จากภาพรวม พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังใช้หน่วยการเรียนรู้สูงกว่าก่อนใช้หน่วยการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้

การทดสอบ	n	df	max	min	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	29	16	4	11.00	2.81	-9.417**	.000
หลังเรียน	30	29	19	12	14.83	2.07		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิจารณาระดับความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้ ดังตาราง 8

ตาราง 8 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้

ลำดับที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน	ระดับความสามารถ	คะแนน	ระดับความสามารถ
1	14	ดี	19	ดีมาก
2	16	ดีมาก	18	ดีมาก
3	16	ดีมาก	18	ดีมาก
4	14	ดี	17	ดีมาก
5	11	พอใช้	17	ดีมาก
6	15	ดี	17	ดีมาก
7	11	พอใช้	17	ดีมาก
8	11	พอใช้	17	ดีมาก
9	6	พอใช้	16	ดีมาก

ตาราง 8 (ต่อ)

ลำดับที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน	ระดับความสามารถ	คะแนน	ระดับความสามารถ
10	12	ดี	15	ดี
11	9	พอใช้	15	ดี
12	10	พอใช้	15	ดี
13	12	ดี	15	ดี
14	12	ดี	15	ดี
15	13	ดี	15	ดี
16	11	พอใช้	15	ดี
17	12	ดี	16	ดีมาก
18	10	พอใช้	14	ดี
19	12	ดี	14	ดี
20	11	พอใช้	14	ดี
21	11	พอใช้	13	ดี
22	12	ดี	13	ดี
23	11	พอใช้	13	ดี
24	7	พอใช้	12	ดี
25	6	พอใช้	12	ดี
26	4	ปรับปรุง	12	ดี
27	13	ดี	12	ดี
28	9	พอใช้	12	ดี
29	9	พอใช้	12	ดี
30	10	พอใช้	15	ดี

เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 53.33 รองลงมาคือระดับดี คิดเป็นร้อยละ 36.67 ระดับดีมากคิดเป็นร้อยละ 6.67 และระดับปรับปรุงคิดเป็นร้อยละ 3.33

และพิจารณาระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 66.67 รองลงมาคือระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 33.33 ดังตาราง 9

ตาราง 9 คะแนนร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้

ระดับ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ดีมาก	2	6.67	10	33.33
ดี	11	36.67	20	66.67
พอใช้	16	53.33	0	0
ปรับปรุง	1	3.33	0	0

2) ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนพิจารณารายองค์ประกอบ มีรายละเอียด ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบในการระบุปัญหาสูงที่สุดเท่ากับ 3.03 (S.D.= 0.93) รองลงมาคือองค์ประกอบในการเสนอวิธีการแก้ปัญหาเท่ากับ 2.90 (S.D.= 1.42) องค์ประกอบในการตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาเท่ากับ 2.83 (S.D.= 1.18) และองค์ประกอบในการวิเคราะห์ปัญหามีคะแนนต่ำที่สุดเท่ากับ 2.23 (S.D.= 1.36)

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบในการตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาสูงที่สุดเท่ากับ 3.80 (S.D.= 0.91) รองลงมาคือองค์ประกอบในการเสนอวิธีการแก้ปัญหาเท่ากับ 3.70 (S.D.= 0.70) และองค์ประกอบในการวิเคราะห์ปัญหาและการระบุปัญหามีคะแนนต่ำที่สุดเท่ากับ 3.67 เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบ พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้สูงกว่าก่อนใช้หน่วยการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกองค์ประกอบ ดังตาราง 10

ตาราง 10 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้ โดยพิจารณารายองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	n	df	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
1. การระบุปัญหา	30	29	3.03	0.93	3.67	0.99	-2.919**	.007
2. การวิเคราะห์ปัญหา	30	29	2.23	1.36	3.67	0.84	-5.151**	.000
3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา	30	29	2.90	1.42	3.70	0.70	-2.978**	.006
4. การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา	30	29	2.83	1.18	3.80	0.91	-5.298**	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

1) ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้ โดยใช้สถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples)

พิจารณาโดยภาพรวม พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 15 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 10 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.40 (S.D.= 1.30) คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 18 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 14 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.60 (S.D.= 1.43) จากภาพรวม พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้สูงกว่าก่อนใช้หน่วยการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง

ตาราง 11 เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้

การทดสอบ	n	df	max	min	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	29	15	10	11.40	1.30	-18.508**	.000
หลังเรียน	30	29	18	14	15.60	1.43		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีกรณีตัวอย่าง 1 กลุ่ม (One sample t- test) พบว่า คะแนนความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 12

ตาราง 12 คะแนนร้อยละความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)

การทดสอบ	n	df	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t	p
หลังเรียน	30	29	15.60	1.43	78.00	9.967**	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้กับเกณฑ์ในระดับมากที่มีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป

1) พิจารณาในภาพรวม พบว่า คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้กับเกณฑ์ในระดับมากที่มีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป มีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 3.84 (S.D. = 0.19) อยู่ในระดับมาก ดังตาราง 13

2) พิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้กับเกณฑ์ในระดับมากที่มีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป อยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านผู้สอน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.47 (SD = 0.42)

รองลงมาคือ ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.46 ($SD = 0.42$) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.43 ($SD = 0.41$) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.38 ($SD = 0.40$) ดังตาราง 13

ตาราง 13 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ด้านผู้สอน				
1	ผู้สอนชี้แจงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างชัดเจน	3.80	0.45	มาก
2	ผู้สอนให้คำปรึกษา แนะนำ ดูแลผู้เรียนอย่างทั่วถึง	4.00	0.00	มาก
3	ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการจัดการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
4	ผู้สอนมีการเสริมแรงโดยการให้รางวัลแก่กลุ่มที่ทำกิจกรรมสำเร็จ	4.00	0.00	มาก
รวม		4.47	0.42	มาก
ด้านเนื้อหา				
5	เนื้อหาตรงกับความสนใจและความต้องการของผู้เรียน	3.20	0.45	มาก
6	เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	4.00	0.00	มาก
7	การจัดเนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่ให้	3.60	0.55	มาก
รวม		4.46	0.42	มาก
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
8	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนได้	3.60	0.55	มาก
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา	4.00	0.00	มาก
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	3.80	0.45	มาก
11	กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน	4.00	0.00	มาก
รวม		4.43	0.41	มาก

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ด้านการวัดและประเมินผล				
12	การประเมินผลมีความหลากหลาย	4.00	0.00	มาก
13	มีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
14	มีการประเมินการออกแบบเชิงวิศวกรรมของผู้เรียน	3.60	0.55	มาก
15	ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเอง	4.00	0.00	มาก
รวม		4.38	0.40	มาก
ภาพรวม		3.84	0.19	มาก

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

เพื่อศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยพิจารณาจาก 3 ประเด็น ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
2. ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวันฯ สูงกว่าก่อนการเรียนรู้
2. ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวันฯ สูงกว่าก่อนการเรียนรู้และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ด้วยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวันฯ อยู่ในระดับมาก

สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1. ผลการสร้างหน่วยการเรียนรู้

ได้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เป็นสาระการเรียนรู้ย่อยที่มีการออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการเสริมเนื้อหาและจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ มีการกำหนดประเด็นปัญหาที่มีความท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทั้ง 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุ 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหา ผู้วิจัยเลือกบูรณาการความรู้ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดและทักษะชีวิตของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาไปปรับใช้ในชีวิตจริง การปลูกต้นอ่อนทานตะวันนั้นเป็นกิจกรรมที่สามารถจัดได้ในระยะเวลาสั้น ๆ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหา 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีร่วมกัน โดยผ่านกิจกรรมที่มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชา ในรูปแบบการบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 หน่วยย่อย และมีแผนการจัดกิจกรรมทั้งหมด 7 แผน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 หน่วยย่อย ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เมื่อฉันอยากดูแลสุขภาพ กิจกรรมที่ 2 มาปลูกต้นอ่อนทานตะวันกันเถอะ กิจกรรมที่ 3 เธอคือต้นอ่อนทานตะวันของฉัน และกิจกรรมที่ 4 นวัตกรรมแห่งการเพาะเมล็ด หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่าหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากและมีความสอดคล้องกันในทุกองค์ประกอบ

โดยเอกสารประกอบหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรม แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้

เมื่อนำหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลในภาพรวม ดังนี้

2.1 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบหลังใช้หน่วยการเรียนรู้ฯ สูงกว่าก่อนใช้หน่วยการเรียนรู้ฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ฯ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 66.67 รองลงมาคือระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 33.33 ตามลำดับ

2.2 คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังใช้หน่วยการเรียนรู้สูงกว่าก่อนใช้หน่วยการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 65 พบว่า คะแนนความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังใช้หน่วยการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยนักเรียนมีคะแนนความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์หลังเรียนร้อยละ 78.00

2.3 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้หลังใช้หน่วยการเรียนรู้ ภาพรวมและรายด้าน อยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านผู้สอน รองลงมาคือ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการวัดและประเมินผล

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยใน 2 ประเด็น คือ 1) ผลการสร้างหน่วยการเรียนรู้ และ 2) ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผลการสร้างหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด กล่าวคือ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อาจเนื่องมาจาก

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างหน่วยการเรียนรู้ ตามกระบวนการวิจัยและพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เริ่มจาก 1) การศึกษาบริบทและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 2) การออกแบบและสร้างหน่วยการเรียนรู้ และ3) การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพหน่วยการเรียนรู้

โดยขั้นตอนแรก ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความหมาย องค์ประกอบ การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้ ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ตลอดจนความรู้เกี่ยวกับต้นอ่อนทานตะวัน ซึ่งเป็นหัวเรื่องที่น่าสนใจในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังได้พูดคุยกับครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพปัญหาที่แท้จริงในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงความจำเป็นในการสร้างหน่วยการเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวคิดของ Dick (2001) ที่ว่าการออกแบบการเรียนการสอนนั้นผู้สอนต้องวิเคราะห์ ผู้เรียน บริบทของการเรียนรู้และสภาพของสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการออกแบบกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับสถานการณ์ สุวรรณ

พินุลย์ (2559:5) ที่เสนอว่าหน่วยการเรียนรู้ที่ดีต้องมีการออกแบบกิจกรรมให้เข้ากับบริบทที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ทำงานเป็นทีม มีการสื่อสาร และมีการอภิปรายร่วมกัน

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นการจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบสหวิทยาการโดยผสมผสานสาระการเรียนรู้ 4 รายวิชาเข้ากับหัวเรื่อง “ต้นอ่อนทานตะวัน” ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน โดยสะเต็มศึกษาสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ และฝึกกระบวนการคิดอย่างมีเหตุมีผล เชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน จึงส่งผลให้หน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีองค์ประกอบครบถ้วนสอดคล้องกับสภาพปัญหา ทำให้ผลการประเมินหน่วยการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้

เมื่อนำหน่วยการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลในภาพรวมดังนี้

2.1 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบหลังใช้หน่วยการเรียนรู้ฯ สูงกว่าก่อนใช้หน่วยการเรียนรู้ฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเฉพาะตัว มีการนำความรู้และเนื้อหา รวมถึงวิธีการเรียนการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน โดยเน้นวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ มีการกำหนดประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับการปลูกต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุ 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่ตนเองคุ้นเคย หน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรมย่อย ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เมื่อฉันอยากดูแลสุขภาพ กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้ดำเนินการตาม

ขั้นตอนการระบุปัญหาโดยกำหนดปัญหาและขอบเขตของปัญหาที่พบและดำเนินการตามขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยสรุปประเด็นต่าง ๆ เช่น แนวทางการแก้ปัญหาคืออะไร ทำอย่างไร และแก้ปัญหาได้อย่างไร กิจกรรมที่ 2 มาปลูกต้นอ่อนทานตะวันกันเถอะ กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะดำเนินการตามขั้นตอนการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนรวมถึงการดำเนินการแก้ปัญหา โดยระบุขั้นตอนการดำเนินการ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้อย่างละเอียด จากนั้นดำเนินการตามขั้นตอน ซึ่งอาจเป็นการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือเป็นการสร้างชิ้นงานโดยออกแบบชิ้นงาน คำนวณหาขนาด รูปร่างและสัดส่วน กิจกรรมที่ 3 เธอคือต้นอ่อนทานตะวันของฉัน กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดสอบวิธีการแก้ปัญหา และอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในผลงาน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา และกิจกรรมที่ 4 นวัตกรรมแห่งการเพาะเมล็ด กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานการปลูกต้นอ่อนทานตะวันของกลุ่มตนเอง จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับปัญหาอุปสรรค เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ซึ่งกิจกรรมทั้ง 4 สามารถทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ สามารถออกแบบชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวันตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Dejanette (2012) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการต่าง ๆ โดยการนำความรู้ เนื้อหา ตลอดจนวิธีการเรียนการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกัน ผ่านกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เน้นกระบวนการแก้ปัญหา แก้ไขปรับปรุง และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ สอดคล้องกับ สสวท. (2557: 4-6) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาผู้เรียนเพื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ได้แก่ พัฒนาการด้านปัญญา ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ พัฒนาการด้านทักษะการคิด ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา เป็นต้น และพัฒนาการด้านคุณลักษณะ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม พัฒนาทักษะการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของอาทิตยา พูนเรือง (2559) ที่ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้นตอน พบว่ากระบวนการ

ออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้นตอน สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จริง โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศราวุธ รามศรี (2558) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการจัดกิจกรรมแบบ STEM ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 5 ขั้นตอน พบว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 5 ขั้นตอน สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จริง โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนี้ Catherine (2012: 30–39) ยังได้ศึกษาลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยการศึกษาเน้นที่โรงเรียนมัธยมที่ได้รับคัดเลือกจากภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการประกอบอาชีพในสาขาสะเต็ม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เข้าเรียนในโรงเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและสามารถฝึกงานในการประกอบอาชีพที่ตอบสนองความต้องการหลังสำเร็จการศึกษาได้

2.2 คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

หน่วยการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นเป็นรูปแบบการบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเนื้อหาสาระวิชาต่าง ๆ ของ 4 วิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยเน้นเนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก ใช้หัวเรื่องต้นอ่อนทานตะวัน เป็นแกนในการบูรณาการ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นความสอดคล้อง และเชื่อมโยงทักษะของแต่ละวิชาได้ โดยวิชาวิทยาศาสตร์เน้นเนื้อหาเกี่ยวกับความสำคัญและประโยชน์ของผัก ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและกระบวนการเจริญเติบโตของพืช เทคโนโลยีเน้นเนื้อหาเกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุ วิศวกรรมศาสตร์เน้นเกี่ยวกับการสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหามากที่สุดและคณิตศาสตร์เน้นเนื้อหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล การคำนวณค่าใช้จ่ายและพื้นที่ใช้สอย โดยเนื้อหาเหล่านี้เป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนเคยเรียนผ่านมาแล้วในระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งการเชื่อมโยงเนื้อหาดังกล่าวส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบองค์รวมสอดคล้องกับคำกล่าว

ของทศนา แชมมณี (2558: 147) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในลักษณะที่เป็นองค์รวม และผู้เรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Koehler (2013) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้แบบบูรณาการ จะสามารถทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้หลากหลายมุมมองจากหัวข้อเดียวกัน ได้เรียนหลายวิชาไปด้วยกัน ส่งผลให้สามารถเกิดการเรียนรู้ที่เข้าใจได้ง่าย และเห็นภาพมากขึ้น ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของอาทิตยา พูนเรือง (2559) ที่ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้นตอน พบว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแบบ 6 ขั้นตอน สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จริง โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของรัชศิริ จิตอารี (2560 : 202:) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาตามบริบทจริงของผู้เรียน หลังจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้หลังใช้หน่วยการเรียนรู้ ภาพรวมและรายด้าน อยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านผู้สอน รองลงมาคือ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการวัดและประเมินผล

การที่คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้หลังใช้หน่วยการเรียนรู้ ภาพรวมและรายด้านทุกด้าน อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเพราะ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในหน่วยการเรียนรู้ นี้ มีความน่าสนใจ เกี่ยวข้องกับชีวิตของผู้เรียน มีการบูรณาการองค์ความรู้และเป็นไปตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยกิจกรรมที่ทำทลายความรู้ความสามารถของผู้เรียน รวมถึงหน่วยการเรียนรู้ มีการใช้สื่อการจัดการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่หลากหลายสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ เกิดความรู้สึกลอยลางมือแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริ

ลักษณะ ชาวลุ่มบัว (2558) ที่ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผลการวิจัยพบว่า จากผลการทดลองใช้หลักสูตรนักเรียนมีความพึงพอใจในทุกด้านอยู่ในระดับมาก

นอกจากนี้ การที่ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้หลังใช้หน่วยการเรียนรู้ฯ ในด้านผู้สอนมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเพราะ ผู้สอนคอยให้คำแนะนำในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียนอยู่เสมอ ทำให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข สอดคล้องกับ Herzberg (1959: 71) ที่กล่าวว่ามูลเหตุที่ทำให้เกิดความพึงพอใจมี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยกระตุ้น (Motivation factor) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการทำงานที่ทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการทำงานซึ่งประกอบด้วย ความสำเร็จในการทำงาน ลักษณะงานที่ท้าทายและน่าสนใจ การได้รับการยอมรับนับถือและความก้าวหน้าในการทำงาน และอีกหนึ่งปัจจัย คือปัจจัยค้ำจุน (Hygiene factor) เป็นปัจจัยที่ทำให้บุคคลสามารถทำงานได้ เช่น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความมั่นคงปลอดภัย เป็นต้น ทั้งนี้ครูผู้สอนถือเป็นปัจจัยค้ำจุนของผู้เรียน การที่ผู้สอนเอาใจใส่ ให้คำแนะนำผู้เรียนอยู่เสมอ และจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมีความหมาย จึงทำให้ความพึงพอใจในด้านนี้สูงที่สุด ส่วนความพึงพอใจด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการวัดและประเมินผล ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ แบบสังเกตพฤติกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการประเมินพฤติกรรมภาพรวม เน้นการประเมินการทำงานเป็นทีม ทำให้ไม่สามารถประเมินผู้เรียนรายบุคคลได้ชัดเจน อีกทั้งมีข้อผิดพลาดที่ไม่ได้มีการแสดงหลักฐานการประเมินพฤติกรรมหรือการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถสะท้อนพฤติกรรมของตนเองเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในการเรียนรู้ครั้งต่อไป สอดคล้องกับงานของ นิตยา ภูผาบาง (2559) ที่ได้ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการออกแบบเชิงวิศวกรรมของผู้เรียน พบว่าแบบสังเกตพฤติกรรมมีข้อจำกัด โดยเป็นการประเมินพฤติกรรมกลุ่ม เน้นการประเมินภาพรวม ทำให้ไม่สามารถประเมินผู้เรียนรายบุคคลได้ชัดเจน อีกทั้งงานวิจัยของนวลศรี ชำนาญกิจ (2557) ที่กล่าวว่า การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ และทราบผลการเรียนรู้หรือผลการปฏิบัติของตนเองทันทีหลังเรียนเสร็จหรือการให้ผลสะท้อน (feedback) กับผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ในงานวิจัยนี้อาจยังไม่ได้เน้นการสะท้อนผลการปฏิบัติของผู้เรียนจึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในด้านการวัดและประเมินผลน้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การนำหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปใช้พบว่า มีปัญหาในการลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการจัดการเวลา โดยกิจกรรมในแผนการจัดกิจกรรมที่ 2 ซึ่งผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาและเอกสารความรู้ เพื่อใช้ในการออกแบบชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวันต้องใช้เวลาาน ผู้วิจัยจึงปรับลำดับขั้นตอนของกิจกรรมในแผนการจัดกิจกรรม โดยจัดการเรียนรู้เป็นศูนย์การเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ศูนย์ ได้แก่ 1) ศูนย์การเรียนรู้เรื่องดิน 2) ศูนย์การเรียนรู้เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และ 3) ศูนย์การเรียนรู้เรื่องกระบวนการเจริญเติบโตของพืช โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนไปศึกษาความรู้ที่ศูนย์การเรียนรู้และกลับมาถ่ายทอดความรู้ที่ได้รับให้เพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้การจัดกิจกรรมมีความกระชับและเหมาะสมกับเวลามากขึ้น เพื่อให้การจัดกิจกรรมมีความกระชับและเหมาะสมกับเวลามากขึ้น ดังนั้นก่อนนำหน่วยการเรียนรู้ไปใช้ผู้สอนควรทำความเข้าใจและศึกษารายละเอียดของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้รวมถึงเครื่องมือวิจัยให้ชัดเจน โดยเฉพาะแผนการจัดกิจกรรม เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 จากการนำหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ชอบกิจกรรมที่ทำทลายความรู้ความสามารถของตนเอง เช่น ในกิจกรรมมีสถานการณ์ปัญหามาให้ผู้เรียนแก้ไข โดยผู้เรียนต้องออกแบบชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวัน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ผู้เรียนส่วนใหญ่กระตือรือร้นในการทำกิจกรรม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปในการแก้ปัญหา ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดและทำทลายของผู้เรียน โดยมีปัญหา มากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกลอยลางมือแก้ปัญหา รวมถึงใช้สื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้อีกมากขึ้น

1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาในองค์ประกอบการวิเคราะห์ปัญหา พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถต่ำที่สุด ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นให้กับนักเรียนในกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ ผู้สอนควรมุ่งเน้นส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ปัญหาให้มากขึ้น เช่น การจัดการเรียนรู้แบบบันได 5 ขั้น สามารถส่งเสริมให้นักเรียน สามารถคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุมีผล จำแนกสาเหตุของปัญหาเพื่อนำไปสู่วิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมผ่านการค้นคว้าความรู้อย่างเป็นขั้นตอน

1.4 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาความเข้าใจเนื้อหา โดยสร้างเครื่องมือที่วัดเฉพาะเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ทำให้การศึกษาคความเข้าใจเนื้อหาไม่ครอบคลุมทุกรายวิชา ดังนั้น ผู้สอนควรทำการศึกษาคความเข้าใจเนื้อหาหรือองค์ความรู้ของผู้เรียนให้ครบทุกวิชา โดยการพัฒนาเครื่องมือในการวัดองค์ความรู้แบบบูรณาการเนื้อหาทั้ง 4 รายวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี

1.5 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาพฤติกรรมของนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นการประเมินพฤติกรรมภาพรวม เน้นการประเมินการทำงานเป็นทีม ทำให้ไม่สามารถประเมินนักเรียนรายบุคคลได้ชัดเจน ดังนั้นผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนรายบุคคลเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถสะท้อนพฤติกรรมของนักเรียนได้ชัดเจนมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการศึกษพบว่าผู้เรียนก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน แต่การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดคือผู้วิจัยใช้เครื่องมือชุดเดียววัดผู้เรียนทั้งหมด ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรทำการศึกษาด้วยเครื่องมือวัดที่มีความหลากหลาย เพื่อใช้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาในกลุ่มผู้เรียนที่มีลักษณะแตกต่างกันหรือศึกษาในเชิงลึกด้วยระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเพิ่มเติมด้วย

2.2 ผลการวิจัยครั้งนี้สะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน แต่สะท้อนได้ไม่ชัดเจน เนื่องจากผู้วิจัยวัดระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ ซึ่งไม่สะท้อนพัฒนาการของผู้เรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไป อาจมีการวางแผนการวิจัยและออกแบบเครื่องมือเพื่อศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learning progressions) และสังเกตพัฒนาการระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.3 จากการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีขั้นตอนในการออกแบบและร่างแบบ ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยความรู้และพื้นฐานด้าน

ศิลปะเพื่อสื่อความจากภาพ โดยต้องอาศัยการบูรณาการทางด้านศิลปะ ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไป อาจมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการวิชาศิลปะ หรือแนวคิดของการจัดการศึกษาแบบ STEAM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะและคณิตศาสตร์) เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการแก้ปัญหาด้วยความคิดสร้างสรรค์



บรรณานุกรม

- Armstrong, D. G., & Savage, T. V. (1994). *Secondary Education : An Introduction*. New York: Macmillan.
- Bakht, J., Shafi, M., Yousaf, M., Raziuddin, & Khan, M.A. (2010). Effect of irrigation on physiology and yield of sunflower hybrids. *Pak. J. Bot.*, 42: 1317–1326
- Best, J. W. (1981). *Research in Education*. 3 rd ed. Englewood cliffs, New Jersey : Prentice. Hall Inc.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: David Mac Kay Company.
- Bruner, L. S. 1969. *The Process of Education*. Massachusette Haward University Press Cambridge.
- Bybee, R. W. (2009). K-12 engineering education standards: opportunities and barriers. Retrieved March 1, 2017, from <http://www.nae.edu/File.aspx?id=15165>
- Carroll, J. B. (1964). *Language and Thought*. New Jersey : Prentice –Hall the Bobbs-Merrill.
- Catherine, S. (2012). An investigation of science, technology, engineering and mathematics (STEM) focused high schools in the U.S. *Journal of STEM Education*, Retrieved April 24, 2017, from www.jstem.org/index.php?journal=JSTEM&page=search&op=search
- Dejarnette. (2012). America's children: providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- DeVries, R. and Kohlberg, L.(1987).Excerpt from: constructivist early education: Overview and comparison with other programs.(n.p.) (Mimeographed).
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. (2001). *The systematic design of instruction*. (5th ed.). New York: Addison, Wesley and Longman.
- Dugger, W. E. J. (2010). Evolution of STEM in the United States. *International Technology and Engineering Educators Association and Emeritus Professor of Technology Education*.

- Edward M. Reeve.(2013).Implementing Science , Technology , Mathematics , and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN. A Report Prepared for The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Fantz, T., and Grant, M. (2013). An engineering design stem project t-shirt launcher. Technology and Engineering Teacher, May/June, 14-20.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw Hill Book.
- Gonzalez, B (2012). An Analysis of STEM education funding at the NSF: Trends and Policy Discussion, Heather.
- Guilford and Hoepfner, R. (1971). The Analysis of Intelligence. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Herzberg, F (1959). Federick; Mausner, Bernard; and Synderman, Block the Motivation to Work. New York: John Willey.
- Hill, P. J. (1982). *A Dictionary of Education*. London: Routledge & Kegan Payl.
- Hough, J. B., & Duncan, J. K. (1970). *Teaching description and analysis addison-westlu*. n.p.
- Hurd, P. D. (1970). *New Directions in Teaching Secondary School Science*. Chicago: Rand McNally&Company.
- Johnson, B.J. (1971). Effect of weed competition on sunflower. Weed Sci. 19: 378–380.
- Koehler, C., Faraclas, E., Giblin, D., & Kazerounian, K. (2013). The Nexus between science literacy and technical literacy: a state by state analysis of engineering content in state science standards. *Journal of STEM Education*, 14(3), 5-12.
- Kolb. D. A., & Fry, R. (1975). Towards an applied theory of experiential learning. In C. Cooper (Ed.), *Theories of Group Process*. London: John Wiley.
- Krulik, S. & Rudnick, J.A. (1993). Reasoning and problem solving. Massachusetts : Allyn and Bacon,
- Marle, P. D., Decker, L., Taylor, V., Fitzpatrick, K., Khaliqi, D., Owens, J. E., & Henry, R. M. (2014). CSI–chocolate science investigation and the case of the recipe rip-off: Using an extended problem-based scenario to enhance high school students’ science engagement. *Journal of Chemical Education*, 91(3), 345-350.

- Marton, M., Mandoki, Zs., & Csapo, J. (2010). Evaluation of biological value of sprouts I. Fat content, fatty acid composition. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*. 3: 53-65.
- Moore, K. D. (1992). *Classroom teaching skills*. New York: McGraw-Hill.
- Museum of Science. (2007). Engineering is elementary: Engineering for children. Retrieved from <http://www.mos.org/eie/index.php>
- Ning Fang. (2013). Increasing High School Students' Interest in STEM Education Through Collaborative Brainstorming with yo-yos. *Journal of STEM Education*, 8 – 14.
- Rachel, B. J. (2008). Science, technology, engineering, and math. Retrieved from <http://www.learning.com/press/pdf/Science-Technology-Engineering-Mathematics-STEM-Report.pdf>
- Robert, A. (2013). STEM is here. Now what? *Technology and Engineering Teacher*, 22-27.
- Robinson, R.G. (1978). Production and Culture. In Carter. J.F. (ed.) *Sunflower Science and Technology*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. USA. pp. 89–144.
- Roderic, W.L. 2001. The Design Process. Available from: <http://www.micron.com/students/engineer/design.html>. June 26, 2017
- Rosenberg, R.J. & Hovland, C.I. (1960). *Attitude Organization and Change : And Analysis of Consistency Among Attitude Components*. Wesport: Greenwood Press.
- Schachter, R. (2012). A classroom of engineering: Teaching STEM in the younger grade. Scholastic Instructor. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ973521.pdf>
- Scheiner, J.D., Flavio, H.G.B. & Lavado, R.S. (2002). Sunflower nitrogen requirement and 15N fertilizer recovery in Western Pampus, Argentina. *European Journal of Agronomy* 17: 73–79.
- Soden, R. (1994). *Teacher problem solving in vocational education*. London: Routledge.

The Wheelock College Aspire Institute. (2010). Strengthening STEM education in the early years: A plan for increasing the number of skilled pre K-6 STEM educators in the greater Boston Region. Retrieved April 1, 2017, from <http://www.wheelock.edu/Documents/News/Foundation%20for%20the%20Future%20Report.Pdf>

Wayne, C. (2012). What is S.T.E.M. and why do I need to know? Retrieved from <http://issuu.com/carleygroup/docs/stem12online/1>

เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ. (2559). การเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในวิชาเคมีเกี่ยวกับโปรตีน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, 16(3), 217-234.

กมลฉัตร กล่อมอิม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วารินทร์ แก้วอุไร, & วิเชียร ธาวยโสติสกุล. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 16(2), 129-139.

กรมวิชาการเกษตร. (2552). คำแนะนำการใช้สารฆ่าแมลงและสัตว์ศัตรูพืช. กองกีฏวิทยาและ สัตววิทยา. กรุงเทพฯ: ชุมชุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2544). คู่มือฝึกอบรมแบบมีส่วนร่วม. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : วงศ์กมล โปรดักชั่น จำกัด.

กาญจนา อรุณสุขจุ. (2546). ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ต่อการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตรไชยปราการจำกัด อำเภอไชยปราการจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย, สาขาส่งเสริมการเกษตร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คณิต ดวงหส์ดี. (2537). Available: www.vcharkarn.com/uploads/56/56921.doc

จันทร์จิรา ภมรศิลป์ธรรม. (2551). การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปิโตรเลียมและพอลิเมอร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้วยการสอนแบบสืบเสาะความรู้. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต), คณะศึกษาศาสตร์ สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารีพร ผลมูล. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3:กรณีศึกษาชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34 มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- จิราณี เมืองจันทร์. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD แบบผสมผสาน เรื่องคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยนครพนม.
- จิราภรณ์ ตั้งกิตติภรณ์. (2532). จิตวิทยาเบื้องต้น. สงขลา: คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัย สงขลา นครินทร์
- ฉันทนา วิริยะเวชกุล. (2558). เทคนิคการสอนสำหรับครู. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- เฉลิมพล แซมเพชร. (2537). Responses to water stress of sunflower (*Helianthus annuus* L.). วารสารเกษตร. 10(2): 114-128.
- ชนาธิป พรกุล. (2555). การออกแบบการสอน การบูรณาการ การอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการ เขียน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2550). การประเมินการเรียนรู้. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์.(2552).80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : แด เน็กซ์ อินเทอร์เน็ตเอชแอล.
- ชุตินันท์ พุ่มกลิ่น. (2546). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6: กรณีศึกษาโรงเรียนชลประทานวิทยา จังหวัดนนทบุรี. จังหวัดนนทบุรี: คณะพัฒนาสังคมสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ดวงพร สมจันทร์ตา.(2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องกายวิภาค ศาสตร์ของพืช.วิทยานิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา,มหาวิทยาลัยศรี นครินทรวิโรฒ.
- ไทรรงค์ เจนการ.(2548).การวัดและประเมินผลอิงมาตรฐานการเรียนรู้ควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด มาร์คเอ็ม พรีนติ้ง.
- ทิตนา แหมมณี. (2550). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

- ธนพล กลิ่นเมือง. (2550). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5 Es ในหน่วยการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการทำโครงงาน
วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (.
วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิต
วิทยา ลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพเก้า ณ พัทลุง. (2549). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เรื่อง การจัดการเรียนรู้และการประเมินผล
แบบบูรณาการสำหรับครูโรงเรียนเอกชนใน 5 จังหวัดชายแดนใต้. สงขลา: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- นิตยา ช่วยชูเชิด. (257). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
ทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ ชุดกิจกรรม
วิทยาศาสตร์. วารสารศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์),
6(12), 87-94.
- นาริรัตน์ เรืองจันทร์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้โดย
ใช้ชุดกิจกรรมการเผชิญสถานการณ์. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), คณะ
ศึกษาศาสตร์ สาขาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นิตยา ภูผาบง. (2559). การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง
เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นิตยา วานิก, วิจารณ์ วิชชุกิจ และรังสิต สุวรรณเขตนาคม. (2534). ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการ
กำจัดวัชพืชในทานตะวันต้นฝนและปลายฝน. ใน การประชุมทางวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29, 4-7 กุมภาพันธ์ 2534. รายงานผลการวิจัย สาขาพืช.
กรุงเทพฯ. หน้า 483- 492.
- บุญเลี้ยง จอดนอก. (2558). การบูรณาการสะเต็มศึกษา : กรณีศึกษาเรื่อง ภาวะโลกร้อนภายใต้
แนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. Paper presented at the การประชุม วิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2542). เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย.
กรุงเทพฯ: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2551). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน.(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.
- ประไพ ฉลาดคิด. (2548). หลักการสอน. กรุงเทพฯ: เกษมศรี ซี.พี.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด . กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วน จำกัด 9119 เทคนิค พร้อม
ตั้ง.
- ปริศนา กลั่นเขตรกรรม. (2553). การศึกษาสภาพการดำเนินงานการบูรณาการแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการศึกษาของโรงเรียนแกนนำหลักสูตรบูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจสังคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.
- ปัญญานต์ย์ วิเศษสมวงศ์. (2557). ความสำคัญของสะเต็มศึกษา. Retrieved from <http://mcpswis.mcp.ac.th/html>
- ปิยพร คำสุวรรณ. (2558). ผลการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสำหรับเด็กปฐมวัยที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหา. (วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต), คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชา ปฐมวัยศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรทิพย์ อุดมสิน. (2555). หลักในการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม. นนทบุรี: สุขวิทยธรรมมาธิราช.
- พรศักดิ์ ตระกูลชีวานิตต์ . (2540). ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของข้าราชการในสำนักงานปลัดทบวงมหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร :ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย
- พรศรี ดาวรุ่งสุวรรณ. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. (สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), คณะศึกษาศาสตร์ สาขาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรสวัสดิ์ สองแคว. (2560). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรหิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19(3), 210-224.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พัฒนา ภาพร.(2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT และการสอนสืบเสาะแบบสสวท.สาขาวิชาหลักสูตรและนวัตกรรมการเรียนรู้ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม.

พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

พิตร ทองชั้น. (2524). หลักการวัดผล. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ.(2548). “การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยใช้โครงงาน.” การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ, หน้า 144 - 202.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2556). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพจิตร สดวกการ. (2539). ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.วิทยานิพนธ์ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฟ้ามุ่ย สุกันศีล. (2548). ความพึงพอใจต่อการให้บริการของสำนักงานเลขาธิการคณะสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. รายงานการวิจัย บธ.บ. (ธุรกิจบริการ)

ภาพ เลหาไพบูลย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภัทรวดี แฉ้วพลสง. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง น้ำผลไม้เพื่อสุขภาพชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองพลวง. วารสารศรีวันาลัยวิจัย, 3 (5).

รพีพรรณ พงษ์ปลื้ม และนวลศรี ชำนาญกิจ. (2557). การพัฒนาชุดการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ, 4(7), 11 - 24.

รักษศิริ จิตอารี (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM Education สืบค้นเมื่อ : 26 มีนาคม 2560. จาก :

www.db.grad.nu.ac.th

รัชนิวรรณ สุขเสนา. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง บทประยุกต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการเรียนรู้ตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.(2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอริป จิตตฤกษ์. (2554). ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การศึกษาเพื่อศตวรรษที่

21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ Open Worlds.

วรารณณ์ แยมจินดา.(2547). แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

1-6.วิทยานิพนธ์ สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: ต้นอ่อน.

วารุณี นองห้าง. (2553). ทักษะการคิดพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โรงเรียนหนองห้างพิทยาสรรค์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอน

เพื่อให้เกิดมโนคติของบรูเนอร์. การศึกษาค้นคว้าอิสระ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิเศษ ชินวงศ์. (2544). การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. วารสารวิชาการ, 4(5), 22-29.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2554). พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่. กรุงเทพฯ: รุ่งเรือง.

วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล. (2557). การใช้เพื่อการรู้คิด. กรุงเทพฯ: จรัญสนิทวงศ์การพิมพ์.

ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรินติ้งเฮาส์.

ศศิมา อินทนะ. (2551). ผลของการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพ

จริงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่

4. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), คณะศึกษาศาสตร์ สาขาการวัดผลการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศศิวรรณ พชรพรรณพงษ์. (2554). การออกแบบการจัดการเรียนรู้. สุรินทร์: มหาวิทยาลัยราชภัฏ

สุรินทร์.

ศราวุธ รามศรี. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการจัดกิจกรรมแบบ STEM ที่มีผลต่อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2.

ศิรินทร์ธาร โคตรสิงห์ และคณะ (2557). การพัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ปัญหาเป็น

ฐาน ส าหรับพัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.

วิทยาการวิจัยและ วิทยาการปัญญา ปีที่ 11 ฉบับที่ 2, ตุลาคม 2556 – มีนาคม 2557.

- ศิริเพ็ญ ไหมวัด. (2551). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ).
- ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว. (2558). การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุสิตบัณฑิต), คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาพร พลราชม. (2556). ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-พ.ศ.2579. กรุงเทพฯ: บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- สิปปนนท์ เกตุทัต. (2541). แนวคิดเกี่ยวกับทิศทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย. วารสารวิชาการ, 1(5), 2-15.
- สินธิภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17(2), 28-38.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่ เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนันท์ สังข์อ่อง. (2555). หลักสูตรและการสอนสำหรับศตวรรษที่ 21 เอกสารประกอบการสอน มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
- สุมน อมรวิวัฒน์. (2533). สมบัติพิพม์ของการศึกษาไทย. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). เทคโนโลยีการศึกษา หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. ขอนแก่น: คลังนาโนวิทยา.
- สุเมธ เนาว์รุ่งโรจน์. (2560). ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 โดยใช้การสอนแบบ 4MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนห้วยยอด จังหวัดตรัง. วารสารอิเล็กทรอนิกส์การเรียนรู้ทางไกลเชิงวัฒนธรรม. 7(1), 139-145.
- สุรพงษ์ คงสัตย์และธีรชาติ ธรรมวงศ์. (2551). การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC), มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

- เสาวรี บำรุง.(2550). ทานตะวัน. ใน การประชุมวิชาการพืชไร่ ประจำปี 2550, 28-30 ส.ค. 2550. ณ โรงแรมรุคส์ ฮอลิเดย์ โฮเต็ลแอนด์รีสอร์ท จ.แม่ฮ่องสอน. หน้า 123-130.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19(2), 15 - 18.
- อรรวรรณ ปิณฑโนโวาท. (2549). การสื่อสารเพื่อการโน้มน้าวใจ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อดุลย์ ไทรเล็กทิม.(2550). ปัญหาการใช้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร. วารสารวิจัยรวมคำแหง ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์.
- อรัญญา สุธาสิโนบล. (2545). การสอนแบบบูรณาการ. วารสารวิชาการ, 5(2), 20-38.
- อาทิตยา พูนเรือง. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. Paper presented at the การประชุมระดับชาติคุรุศาสตร์ครั้งที่ 1 การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่น สู่ประชาคมอาเซียน: ทิศทางใหม่ในศตวรรษที่ 21, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อุษา คงทอง และคณะ. (2553). องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เทียนวัฒนาพรินติ้ง.

ภาคผนวก





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ ดังนี้

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. รศ.ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. ผศ.ดร.สุรางค์ ธรรมโวหาร | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันเกษม |
| 3. ผศ.ดร.เรืองเดช ศิริกิจ | สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4. ผศ.ดร.นนทพงษ์ พลพวก | คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 5. ดร.วชิรศรณัฏ์ แสงสุวรรณ | คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี |
| 6. ดร.อนุสอน จันทร์ประทีภย์ | คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 7. นางเหมวรรณ หนูเกตุ | ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนพิบูลอุปถัมภ์ |

ภาคผนวก ข

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ตันอ่อนทานตะวัน
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
แก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



โดย
นางสาวสุธิดา วันสุดล
นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คำนำ

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นี้พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยบูรณาการแบบ สหวิทยาการ เป็นการนำเนื้อหาจาก 4 รายวิชา ได้แก่ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) มาบูรณาการร่วมกันโดยใช้หัวเรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เป็นแกนหลัก โดยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรมย่อย ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เมื่อฉันอยากดูแลสุขภาพ กิจกรรมที่ 2 มาปลูกต้นอ่อนทานตะวันกันเถอะ กิจกรรมที่ 3 เธอคือต้นอ่อนทานตะวันของฉัน และกิจกรรมที่ 4 นวัตกรรมแห่งการเพาะเมล็ด หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะดำเนินการตามขั้นตอนการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะ ตรวจสอบหน่วยการเรียนรู้และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยอย่างดีเยี่ยมจนทำให้หน่วยการเรียนรู้เล่มนี้สำเร็จลงได้เป็นอย่างดีและได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาตรวจสอบความเหมาะสมความถูกต้องของหน่วยการเรียนรู้จนทำให้หน่วยการเรียนรู้เล่มนี้มีความสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ด้วยความเคารพยิ่งมา ณ โอกาสนี้

สุธิดา วันสุตล

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สภาพปัญหา

นักเรียนส่วนใหญ่ยังให้ความสนใจการจัดการเรียนรู้น้อย และมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่ำกว่าเกณฑ์ที่คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ โดยนักเรียนในโรงเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาต่ำกว่าร้อยละ 40 ซึ่งอยู่ในระดับปรับปรุงตามเกณฑ์คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เพื่อแก้ไขปัญหาภายในชั้นเรียนและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ดังที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เนื่องจากการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนนั้นจำเป็นต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการสะสมประสบการณ์ ผ่านการฝึกฝน การทำแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยสร้างหน่วยการเรียนรู้ขึ้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โครงสร้างเวลาและกรอบแนวคิด

โครงสร้างเวลาและกรอบเนื้อหาที่นำมาบูรณาการ โดยบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการนำเนื้อหาจาก 4 รายวิชา ได้แก่ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) มาบูรณาการร่วมกันโดยใช้หัวเรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เป็นแกนหลัก โดยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรมย่อย ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เมื่อฉันอยากดูแลสุขภาพ กิจกรรมที่ 2 มาปลูกต้นอ่อนทานตะวันกันเถอะ กิจกรรมที่ 3 เธอคือต้นอ่อนทานตะวันของฉัน และกิจกรรมที่ 4 นวัตกรรมแห่งการเพาะเมล็ด หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน กิจกรรมนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะดำเนินการตามขั้นตอนการทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

ตาราง 14 (ต่อ)

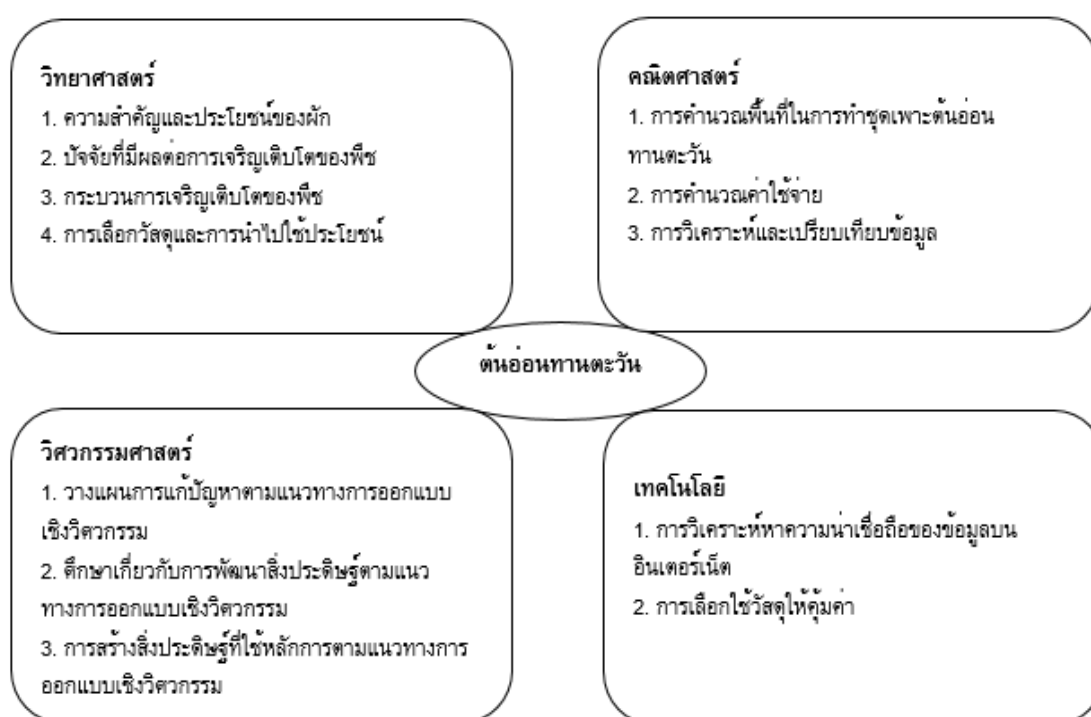
กิจกรรมการเรียนรู้	การออกแบบเชิงวิศวกรรม	จุดประสงค์ของกิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
เธอคือต้นอ่อนทานตะวัน ของฉัน แผนการจัดกิจกรรมที่ 5	การทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดสอบ จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในผลงาน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา	1. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม 2. เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปปัญหา ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการสร้างชุด เพาะเมล็ดทานตะวัน พร้อมแนวทาง การแก้ปัญหาที่คาดว่าจะแก้ปัญหา ได้ หรือวิธีที่นักเรียนใช้แก้ปัญหาใน การจัดสร้างชุดเพาะเมล็ดทานตะวัน ได้	3
นวัตกรรมแห่งการเพาะ เมล็ด แผนการจัดกิจกรรมที่ 6	การทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดสอบ ผลงาน จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกัน อภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะใน ผลงาน ข้อดี ข้อเสียเพื่อเป็นแนวทางใน การพัฒนา	1. เพื่อให้นักเรียนสรุปปัจจัยที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตของเมล็ดทานตะวัน ของกลุ่มตนเองได้ 2. เพื่อให้นักเรียนสามารถร่วมกัน อภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาของ กลุ่มอื่นได้	3
แผนการจัดกิจกรรมที่ 7	การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผล การแก้ปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานการ ปลูกต้นอ่อนทานตะวันของกลุ่มตนเอง จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ประเด็นเกี่ยวกับปัญหาอุปสรรค เพื่อเป็น แนวทางในการพัฒนา	1. เพื่อให้นักเรียนสามารถร่วมกัน อภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาของ กลุ่มอื่นได้ 2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการ นำเสนอ	3
เวลารวม			18

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง เพื่อเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน มีการจัดการเรียนรู้แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) โดยบูรณาการความรู้ใน 4 วิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยให้ผู้เรียนประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่พบหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด ความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ วิชาเทคโนโลยีเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กรอบแนวคิดการบูรณาการองค์ความรู้ของหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แสดงดังภาพประกอบ

3



ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดการบูรณาการองค์ความรู้

หน่วยการเรียนรู้ ตันอ่อนทานตะวัน

รายวิชา ชุมนุมสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เวลา 18 ชั่วโมง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น
ครูผู้สอน นางสาวสุจิตา วันสุตล

หน่วยการเรียนรู้

คำอธิบายหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ตันอ่อนทานตะวัน จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเสริมเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการกำหนดประเด็นปัญหาที่มีความท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) ทั้ง 6 ขั้นตอน หน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 หน่วยย่อย และมีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 7 แผน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 หน่วยย่อย ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เมื่อฉันอยากดูแลสุขภาพ กิจกรรมที่ 2 มาปลูกตันอ่อนทานตะวันกันเถอะ กิจกรรมที่ 3 เธอคือตันอ่อนทานตะวันของฉัน และกิจกรรมที่ 4 นวัตกรรมแห่งการเพาะเมล็ด หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ตันอ่อนทานตะวัน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานำมาอภิปรายร่วมกับสมาชิกในกลุ่มได้
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดได้
3. เพื่อให้นักเรียนสามารถสังเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหา เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้
4. เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัจจัยในการเจริญเติบโตของตันอ่อนทานตะวันได้
5. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับในชั้นการรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาได้
6. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงค่าใช้จ่ายในการเพาะตันอ่อนทานตะวัน โดยต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า
7. เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการสร้างชุดเพาะเมล็ดทานตะวัน พร้อมแนวทางการแก้ปัญหาที่คาดว่าจะแก้ปัญหาได้ หรือวิธีที่นักเรียนใช้แก้ปัญหาในการจัดสร้างชุดเพาะเมล็ดทานตะวันได้

8. เพื่อให้นักเรียนสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดทานตะวันของกลุ่มตนเองได้
9. เพื่อให้นักเรียนสามารถร่วมกันอภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มอื่นได้
10. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการนำเสนอผลงาน

สาระสำคัญ

ในปัจจุบันนี้อาหารเพื่อสุขภาพกำลังเป็นที่นิยม มีการจำหน่ายในท้องตลาดให้เลือกซื้อมากมาย แต่โดยส่วนใหญ่มีราคาค่อนข้างแพง ผักและผลไม้ที่มีประโยชน์มากมายมหาศาล เพราะเป็นแหล่งของวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และมีคุณสมบัติของการเป็นแหล่งใยอาหาร ซึ่งเป็นสารที่ช่วยลดการดูดซึมของคอเลสเตอรอลและไขมัน และยังช่วยทำให้ระบบการย่อย ระบบการขับถ่ายทำงานได้อย่างปกติอีกด้วย นอกจากนี้ผักและผลไม้บางชนิดยังมีสารพิเศษที่ช่วยทำหน้าที่คล้ายยาป้องกันและรักษาโรคบางชนิด ผักและผลไม้ในปัจจุบันปนเปื้อนสารเคมีที่อาจเป็นอันตรายต่อร่างกายการปลูกผักเพื่อรับประทานเองจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ต้นอ่อนทานตะวันเป็นผักอีกชนิดหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยม ด้วยวิธีการเพาะตามปกติที่ต้องใช้ดินในการเพาะเมล็ด การพักอาศัยในอาคารชุดหรือคอนโด จึงไม่สามารถเพาะเมล็ดทานตะวันโดยใช้ดินได้ ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันประกอบด้วยปัจจัย 2 ประการคือ ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด และปัจจัยที่ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมจึงเป็นกระบวนการที่ใช้ในการออกแบบชุดเพาะเมล็ดทานตะวัน และทดสอบการใช้ชุดเพาะเมล็ดทานตะวัน โดยต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องการเจริญเติบโตของพืช ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์การตระหนักถึงหลักการคำนวณรูปทรงทางเรขาคณิตเพื่อให้ใช้พื้นที่น้อย แต่ได้ปริมาตรที่มาก การคำนวณค่าใช้จ่ายในการสร้างต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า เพื่อให้ได้ต้นอ่อนทานตะวันที่มีลักษณะดีคือ ใบเลี้ยงมี 2 ใบ และมีความยาวประมาณ 4 – 6 เซนติเมตร มีลำต้นสีขาว และได้ชุดเพาะเมล็ดทานตะวันที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเมล็ดทานตะวันในคอนโดหรืออาคารชุด โดยชุดเพาะสามารถเพาะได้แม้จะมีพื้นที่จำกัด และได้ต้นอ่อนทานตะวันที่มีลักษณะดี

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน มีการออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการเสริมเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการกำหนดประเด็นปัญหาที่มีความท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) ทั้ง 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a challenge) ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้ ปัญหาคืออะไร แนวทางการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร และวิเคราะห์ข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่วิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Explore ideas) ผู้เรียนสำรวจแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยการสืบค้นข้อมูลและระดมความคิดภายในกลุ่มในประเด็นต่อไปนี้ แนวทางการแก้ปัญหาคืออะไร ทำอย่างไร และแก้ปัญหาได้อย่างไร

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) ผู้เรียนนำข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหามาเปรียบเทียบ เพื่อเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มดีที่สุด โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่ใช้ ระยะเวลา รวมถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด จากนั้นแต่ละกลุ่มร่างวิธีการแก้ปัญหา โดยระบุขั้นตอนการดำเนินการ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ อย่างละเอียด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and develop) ผู้เรียนดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่วางไว้ ซึ่งอาจเป็นการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือเป็นการสร้างชิ้นงานโดยวางแผนออกแบบชิ้นงาน คำนวณหาขนาด รูปร่างและสัดส่วน แล้วแต่ละกลุ่มลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา (Test and evaluate) ผู้เรียนทดสอบวิธีการแก้ไขปัญหาคือชิ้นงาน จากนั้นประเมินผลงานที่สร้างขึ้น โดยดูว่าผลงานสามารถแก้ไขปัญหาคือชิ้นงานหรือไม่ มีข้อบกพร่องหรือไม่ เพื่อนำข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นไปใช้ในการปรับปรุงผลงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหา (Present the solution) ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้น พร้อมผลการทดสอบผลงานหน้าชั้นเรียน จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในผลงาน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

สื่อ/อุปกรณ์การสอน

ชื่อกิจกรรม	สื่อ/วัสดุอุปกรณ์	จำนวน
สลัดตามใจฉัน	1. รูปภาพผัก	เท่าจำนวนนักเรียน
เมื่อฉันอยากดูแลสุขภาพ	1. กระดาษปรีฟ	กลุ่มละ 1 แผ่น
	2. ปากกาเมจิก	กลุ่มละ 2 ด้าม
ระดมสมองประลองปัญญา	1. กระดาษปรีฟ	กลุ่มละ 1 แผ่น
	2. ปากกาเมจิก	กลุ่มละ 2 ด้าม
ตรวจสอบภารกิจ	1. กระดาษปรีฟ	กลุ่มละ 1 แผ่น
	2. ปากกาเมจิก	กลุ่มละ 2 ด้าม
	3. สมาร์ทโฟนเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	อย่างน้อยกลุ่มละ 1 เครื่อง
	4. สีเพื่อใช้ในการตกแต่ง	กลุ่มละ 1 กล้อง
ปลูกอย่างไรให้ได้มาก	1. กระดาษปรีฟ	กลุ่มละ 1 แผ่น
	2. ปากกาเมจิก	กลุ่มละ 2 ด้าม
	3. กระดาษลัง	กลุ่มละ 6 แผ่น
	4. กรรไกร	กลุ่มละ 1 เล่ม
	5. คัตเตอร์	กลุ่มละ 1 อัน
	6. ไม้เสียบลูกชิ้น	กลุ่มละ 1 ห่อ
	7. อุปกรณ์สร้างชุดเพาะเมล็ดทานตะวัน	นักเรียนกำหนดเองบางส่วน
ต้นอ่อนทานตะวันของฉัน	1. ไม้บรรทัด	เท่ากับจำนวนนักเรียน
ถอดบทเรียนต้นอ่อนทานตะวัน	1. กระดาษโน้ตขาวในตัว สีต่าง ๆ	กลุ่มละ 1 แพค
	2. กระดาษปรีฟ	กลุ่มละ 1 แผ่น
	3. ปากกา	คนละ 1 แท่ง

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมที่ 3

หน่วยการเรียนรู้	ต้นอ่อนทานตะวัน	เรื่อง	มาปลูกต้นอ่อนทานตะวันกันเถอะ
รายวิชา	ชุมนุมสะเต็มศึกษา	กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์
ชั้น	มัธยมศึกษาตอนต้น	ภาคเรียนที่	2
ครูผู้สอน	นางสาวสุธิดา วันสุตล	เวลา	2 ชั่วโมง
		ปีการศึกษา	2561

ผลการเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถระบุปัจจัยในการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันได้
2. นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับในการรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาได้
3. นักเรียนตระหนักถึงค่าใช้จ่ายในการเพาะต้นอ่อนทานตะวัน โดยต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อให้ นักเรียนสามารถระบุปัจจัยในการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันได้ (K)
2. เพื่อให้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับในการรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการสร้างชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวันเพื่อแก้ปัญหาได้ (P)
3. เพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงค่าใช้จ่ายในการเพาะต้นอ่อนทานตะวัน โดยต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า (A)

สาระสำคัญ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวัน ประกอบด้วยปัจจัย 2 ประการ คือ ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด และปัจจัยที่ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจำเป็นทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนตัว และเป็นตัวทำละลายอาหารสะสมภายในเมล็ด ที่อยู่ในสภาวะที่เป็นของแข็ง ให้เปลี่ยนเป็นของเหลว และเคลื่อนที่ได้ ทำให้จุดเจริญของเมล็ดนำไปใช้ได้ แสง เมล็ดเมื่อเริ่มงอก จะมีทั้งชนิดที่ต้องการแสง ชอบแสง และไม่ต้องการแสง ส่วนใหญ่เมล็ดเมื่อเริ่มงอก จะไม่ต้องการแสง ดังนั้น การเพาะเมล็ดโดยทั่วไป จึงมักกลบดินปิดเมล็ดเสมอ แต่แสงจะมีความจำเป็น หลังจากที่เมล็ดงอกแล้ว ขณะที่เป้นต้นกล้า แสงที่พอเหมาะจะทำให้ต้นกล้าแข็งแรง และเจริญเติบโตได้ดี อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสม ช่วยให้เมล็ดดูดน้ำได้เร็วขึ้น กระบวนการในการงอกของเมล็ดเกิดขึ้นเร็ว และช่วยให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด จะไม่เท่ากัน พืชเมืองร้อน ย่อมต้องการอุณหภูมิสูงกว่า พืชเมืองหนาวเสมอ ออกซิเจน เมื่อเมล็ดเริ่มงอก จะเริ่มหายใจมากขึ้น ซึ่งก็ต้องใช้ออกซิเจน ไปเผาผลาญ

อาหารภายในเมล็ด ให้เป็นพลังงานใช้ในการงอก ยิ่งเมล็ดที่มีมันมาก ยิ่งต้องใช้ออกซิเจนมากขึ้น โดยการจัดทำชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวันต้องคำนึงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ อีกด้วย เช่น เรื่องหลักสมดุล การเลือกใช้วัสดุให้ถูกต้อง เป็นต้น โดยต้องผ่านกระบวนการเลือกข้อมูล รวมทั้งต้องมีการออกแบบผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้

สอดคล้องกับขั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (15 นาที)

1.1 ครูนำสื่อ เรื่อง การปลูกต้นอ่อนทานตะวันให้นักเรียนศึกษา ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการจัดทำชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวัน

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการสร้างชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวัน โดยจัดทำสรุปเป็นข้อเรียงลำดับตามความสำคัญ

1.3 ครูใช้คำถามเพื่อการอภิปรายในภาพรวมโดยใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต หรืองอกของเมล็ดพืช และปัจจัยเหล่านั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตและการงอกของเมล็ดพืชอย่างไร (แนวคำตอบ น้ำ เป็นตัวทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนตัว และเป็นตัวทำละลายอาหารสะสมภายในเมล็ด ที่อยู่ในสภาวะที่เป็นของแข็ง ให้เปลี่ยนเป็นของเหลว และเคลื่อนที่ได้ ทำให้จุดเจริญของเมล็ดนำไปใช้ได้ แสง เมล็ดเมื่อเริ่มงอก จะมีทั้งชนิดที่ต้องการแสง ชอบแสง และไม่ต้องการแสง ส่วนใหญ่เมล็ดเมื่อเริ่มงอก จะไม่ต้องการแสง ดังนั้น การเพาะเมล็ดโดยทั่วไป จึงมักกลบดินปิดเมล็ดเสมอ แต่แสงจะมีความจำเป็น หลังจากที่เมล็ดงอกแล้ว ขณะที่เป็นตัวต้นกล้า แสงที่พอเหมาะจะทำให้ต้นกล้าแข็งแรง และเจริญเติบโตได้ดี อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสม ช่วยให้เมล็ดดูดน้ำได้เร็วขึ้น กระบวนการในการงอกของเมล็ดเกิดขึ้นเร็ว และช่วยให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด จะไม่เท่ากัน พืชเมืองร้อน ย่อมต้องการอุณหภูมิสูงกว่า พืชเมืองหนาวเสมอ ออกซิเจน เมื่อเมล็ดเริ่มงอก จะเริ่มหายใจมากขึ้น ซึ่งก็ต้องใช้ออกซิเจน ไปเผาผลาญอาหารภายในเมล็ด ให้เป็นพลังงานใช้ในการงอก ยิ่งเมล็ดที่มีมันมาก ยิ่งต้องใช้ออกซิเจนมากขึ้น)

1.4 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการจัดทำชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวัน

2. ขั้นสอน (1 ชั่วโมง 30 นาที)

2.1 นักเรียนจัดทำแบบร่างตามแผนที่ได้วางไว้ในคาบที่ผ่านมา โดยต้องใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปัจจัยการงอกของเมล็ดและปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชและอุปกรณ์ที่ครู

กำหนด โดยอุปกรณ์ที่ครูกำหนดให้ในการทำแบบร่าง คือ 1. กระดาษลัง 2. ไม้เสียบลูกชิ้น 3. ขวดน้ำ 4. แก้วน้ำพลาสติก

2.2 นักเรียนทำกิจกรรมระดมความคิดโดยอภิปรายเกี่ยวกับแบบร่างที่นักเรียนร่างขึ้น และระดมความคิดว่าถ้าหากจะจัดสร้างจริงค่าใช้จ่ายเท่าเดิมหรือไม่ หรือถ้าลดหรือเพิ่ม ลดหรือเพิ่มเท่าไร แล้วสนับสนุนปัจจัยการออกแบบของเมล็ดพืชตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ พร้อมทั้งระบุอุปกรณ์จริงที่จะใช้ในการสร้างชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อจัดทำชุดเพาะของกลุ่มตนเองในคาบหน้า

2.3 นักเรียนนำเสนอแบบร่างที่กลุ่มของนักเรียนร่างขึ้น หน้าชั้นเรียน

3. ขั้นสรุปบทเรียน (15 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อดี ข้อเสีย และให้ข้อเสนอแนะร่วมกันเกี่ยวกับแบบจำลองที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้น

3.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรับปรุงแบบร่างให้สมบูรณ์มากขึ้นพร้อมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อจัดทำชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวัน โดยอัปเดตแบบร่างและอุปกรณ์ที่จะใช้จริงบนเฟสบุ๊ค โดยกลุ่มที่อัปเดตได้เร็วที่สุดจะได้รางวัลพิเศษ

สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้

ชื่อกิจกรรมที่จัด	สื่อ/อุปกรณ์
กิจกรรมระดมความคิด (สร้างแบบร่าง)	1. กระดาษบรูฟ
	2. ปากกาเมจิก
	3. สีไม้เพื่อใช้ตกแต่ง
	4. กระดาษลัง
	5. ไม้เสียบลูกชิ้น
	6. แก้วพลาสติก
	7. ขวดพลาสติก

การวัดและการประเมินผล

1. การวัดและการประเมินผลผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้	หลักฐาน/เครื่องมือวัด
1. นักเรียนสามารถระบุปัจจัยในการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันได้ 2. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับในการรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการสร้างชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวันเพื่อแก้ปัญหาได้ 3. นักเรียนตระหนักถึงค่าใช้จ่ายในการเพาะต้นอ่อนทานตะวัน โดยต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า	- ข้อสรุปจากกิจกรรมระดมความคิด - แบบตรวจสอบกิจกรรมระดมความคิด (สร้างแบบร่าง)

2. การวัดและการประเมินผลจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	หลักฐาน/เครื่องมือวัด
1. เพื่อให้ นักเรียนสามารถระบุปัจจัยในการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันได้ 2. เพื่อให้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับในการรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการสร้างชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวันเพื่อแก้ปัญหาได้ 3. เพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงค่าใช้จ่ายในการเพาะต้นอ่อนทานตะวัน โดยต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า	- ข้อสรุปจากกิจกรรมระดมความคิด - แบบตรวจสอบกิจกรรมระดมความคิด (สร้างแบบร่าง)

เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรมระดมความคิด

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนระบุคะแนนในช่องพฤติกรรมที่ปฏิบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

พฤติกรรมที่ปฏิบัติ	ค่าคะแนน
1. การระบุปัญหา	
1. ระบุเงื่อนไขขององค์ความรู้เรื่องการเจริญเติบโตของพืชครบถ้วน	3
2. ระบุเงื่อนไขขององค์ความรู้เรื่องการเจริญเติบโตของพืช 2 ประการ	2
3. ระบุเงื่อนไขขององค์ความรู้เรื่องการเจริญเติบโตของพืช 1 ประการ	1
2. การระดมความคิด	
1. มีการระดมความคิด ทุกคนในกลุ่มแสดงความคิดเห็น	3
2. มีการระดมความคิด มีนักเรียน 1 คนไม่แสดงความคิดเห็น	2
3. มีการระดมความคิด มีนักเรียน 2 คนไม่แสดงความคิดเห็น	1
3. การรวบรวมข้อมูล	
1. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันรวบรวมข้อมูล	3
2. มีสมาชิกในกลุ่ม 1 คนไม่ช่วยเหลือด้านการรวบรวมข้อมูล	2
3. มีสมาชิกในกลุ่มมากกว่า 2 คนขึ้นไปไม่ช่วยเหลือด้านการรวบรวมข้อมูลแต่ยังมีสมาชิกในกลุ่มรวบรวมข้อมูล	1
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	
1. สมาชิกในกลุ่มทุกคนร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล	3
2. มีสมาชิกในกลุ่ม 1 คนไม่ช่วยเหลือด้านการวิเคราะห์ข้อมูล	2
3. มีสมาชิกในกลุ่มมากกว่า 2 คนขึ้นไปไม่ช่วยเหลือด้านการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ยังมีสมาชิกในกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูล	1
5. การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	
1. สมาชิกในกลุ่มทุกคนร่วมกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	3
2. มีสมาชิกในกลุ่ม 1 คนไม่ช่วยเหลือด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	2
3. มีสมาชิกในกลุ่มมากกว่า 2 คนขึ้นไปไม่ช่วยเหลือด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาแต่ยังมีสมาชิกในกลุ่มออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	1

แบบตรวจสอบกิจกรรมระดมความคิด แผนการจัดกิจกรรมที่ 3 สำหรับผู้สอน
คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนระบุคะแนนในช่องพฤติกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ

ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม

1.ชั้น
2.ชั้น
3.ชั้น
4.ชั้น
5.ชั้น

พฤติกรรมที่ประเมิน	คะแนนที่ได้
1. การระบุปัญหา	
2. การระดมความคิด	
3. การรวบรวมข้อมูล	
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	
5. การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	
รวม	

เกณฑ์การประเมิน

ได้ 1 – 3 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง

ได้ 4 – 6 คะแนน หมายถึง พอใช้

ได้ 7 – 9 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

ได้ 9 – 12 คะแนน หมายถึง ดี

ได้ 13 – 15 คะแนน หมายถึง ดีมาก

ผลการประเมิน

- ☐ ดีมาก ☐ ดี
☐ ปานกลาง ☐ พอใช้
☐ ต้องปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2) ปัญหาและอุปสรรคระหว่างการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

3) แนวทางการแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสุริดา วันสุดล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

4) ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5) ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือวิจัย

1. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ ฯ

ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนก่อนและหลังจากการใช้หน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบมีลักษณะเป็นสถานการณ์ 5 สถานการณ์ ซึ่งมีรายการคำถามที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง พฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการนำความรู้มาปรับใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เพื่อไขข้อสงสัยหรือเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานั้น ๆ ความสามารถในการแก้ปัญหานี้มีองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การระบุปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถค้นพบปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยผู้เรียนจะเขียนสิ่งที่เป็นปัญหา จากนั้นพิจารณาปัญหาแล้วเลือกว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง
2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถจำแนกสาเหตุของปัญหา โดยผู้เรียนระดมความคิดและวิเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดให้จากสถานการณ์ จากนั้นจำแนกและจัดหมวดหมู่สาเหตุของปัญหา และคาดคะเนหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด
3. การเสนอวิธีแก้ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนระบุนขั้นตอนการแก้ปัญหาและอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมอย่างละเอียด โดยอภิปรายร่วมกันเพื่อหาวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด
4. การตรวจสอบวิธีแก้ปัญหา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ พร้อมทั้งหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้มีความเหมาะสม สามารถนำไปแก้ปัญหากจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. ชื่อ.....นามสกุล.....
2. เพศ () ชาย () หญิง
3. อายุ: ปี
4. ผลการเรียนเฉลี่ย.....

ส่วนที่ 2 สถานการณ์คำถาม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้หน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบมีลักษณะเป็นสถานการณ์ 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามย่อย 4 ข้อ โดยแต่ละคำถามย่อยจะสอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 4 องค์ประกอบ ในแต่ละข้อมีตัวเลือก 3 ตัวเลือก รวมคำถามย่อยทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 30 นาที

2. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ แล้วพิจารณาว่า ถ้านักเรียนอยู่ในสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนจะมีการแก้ปัญหาอย่างไร

3. เกณฑ์การให้คะแนน คำตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมาย หรือเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

.....

สถานการณ์ที่ 1

ลุงวิเชียรเป็นชาวสวนผลไม้ ในสวนของลุงวิเชียรมีผลไม้หลายชนิด เช่น เงาะ ทุเรียน ลำไย เป็นต้น ปีที่ผ่านมาผลผลิตและรายได้จากการขายผลไม้ในสวนลดลง เนื่องจากมีแมลงมากัดกินผลไม้ในสวนของลุง ลุงวิเชียรจึงหาทางแก้ไขโดยการฉีดยาฆ่าแมลงในสวนผลไม้ทุก 2 สัปดาห์ จากนั้นผลผลิตก็เริ่มดีขึ้น ลุงขายผลไม้ได้มากและได้ราคาดี หลายเดือนต่อมา ลุงวิเชียรมีปัญหาด้านสุขภาพ โดยมีอาการหน้ามืด แน่นหน้าอก เวียนศีรษะเป็นประจำ

1. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
 - ก. ผลผลิตของผลไม้ในสวนลดลง
 - ข. ลุงวิเชียรมีอาการเจ็บป่วย
 - ค. สวนผลไม้ไม่มีแมลงรบกวน
 เฉลย ข
2. ข้อใดคือการคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. ผลไม้ในสวนของลุงวิเชียรไม่ได้คุณภาพ ถูกแมลงกัดกิน
 - ข. ลุงวิเชียรไม่ได้ป้องกันการรบกวนของแมลงตั้งแต่ต้น
 - ค. ลุงวิเชียรใช้ยาฆ่าแมลงในการกำจัดแมลงในสวน
 เฉลย ค
3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
 - ก. ป้องกันการรบกวนของแมลงก่อนถึงฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิต
 - ข. มีการวางแผนป้องกันไม่ให้แมลงกัดกินผลไม้
 - ค. ใช้วิธีกำจัดแมลงด้วยวิธีธรรมชาติ
 เฉลย ค
4. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
 - ก. สวนผลไม้ไม่มีแมลงรบกวน
 - ข. ลุงวิเชียรไม่มีอาการเจ็บป่วย
 - ค. ผลไม้ในสวนมีคุณภาพ ขายได้ราคาดี
 เฉลย ข

สถานการณ์ที่ 2

เรือบรรทุกน้ำมันลำหนึ่ง แล่นจากจังหวัดสตูลมุ่งหน้าสู่ประเทศมาเลเซีย เรือแล่นไปชนโขดหิน ทำให้น้ำมันที่บรรทุกมาในเรือรั่วลงสู่ทะเล บวกกับกระแสคลื่นลมแรง ทำให้คราบน้ำมันกระจายเป็นบริเวณกว้าง ส่งผลให้การเดินทางผ่านบริเวณนั้นเป็นไปด้วยความลำบาก สัตว์ทะเลน้อยใหญ่ได้รับผลกระทบจากคราบน้ำมันและล้มตายเป็นจำนวนมาก ชาวประมงได้รับความเดือดร้อน เพราะขาดรายได้

5. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้

- ก. เรือบรรทุกน้ำมันรั่ว
- ข. การเดินทางผ่านบริเวณนั้นลำบาก
- ค. สัตว์ทะเลล้มตายจำนวนมาก

เฉลย ค

6. ข้อใดคือการคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. เรือจมขวางการเดินทาง
- ข. มีคราบน้ำมันลอยบนผิวน้ำ
- ค. เรือบรรทุกน้ำมันชนโขดหิน

เฉลย ข

7. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

- ก. ลากเรือเข้าฝั่ง
- ข. กำจัดคราบน้ำมันที่ลอยบนผิวน้ำ
- ค. ขับเรือด้วยความระมัดระวัง ไม่ประมาท

เฉลย ข

8. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

- ก. เรือบรรทุกน้ำมันไม่รั่ว
- ข. สัตว์ทะเลล้มตายน้อยลง
- ค. การเดินทางผ่านบริเวณนั้นสะดวกขึ้น

เฉลย ข

ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
เรื่อง ตันอ่อนทานตะวัน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ตันอ่อนทานตะวัน ประกอบด้วยข้อคำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาทำแบบวัด 45 นาที
2. เกณฑ์การให้คะแนน คำตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X เพื่อตอบคำถามลงในแบบวัดความเข้าใจ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. ชื่อ.....นามสกุล.....
2. เพศ () ชาย () หญิง
3. อายุ: ปี
4. ผลการเรียนเฉลี่ย.....

ส่วนที่ 2 ข้อคำถาม

1. เพราะเหตุใด จึงไม่ควรรับประทานตันอ่อนทานตะวันในปริมาณมากต่อวัน (การอธิบาย)
 1. ตันอ่อนทานตะวันมีโซเดียมสูง ทำให้เกิดโรคไตได้
 2. ตันอ่อนทานตะวันให้พลังงานสูงจึงเสี่ยงต่อการเกิดโรคอ้วน
 3. ตันอ่อนทานตะวันมีสารพิษที่เรียกว่า กอยโตรเจน (Goitrogen) ซึ่งเป็นตัวขัดขวางการดูดซึมของไอโอดีน
 4. ตันอ่อนทานตะวันมีโพแทสเซียมสูง ถ้ากินบ่อย ๆ ร่างกายอาจปรับตัวให้ขับโพแทสเซียมมากขึ้น
- เฉลย 2
2. หากพืชไม่ได้รับน้ำเป็นเวลานานจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไร (การคาดคะเน)
 1. พืชลดการสังเคราะห์ด้วยแสง และเฉาลง
 2. ใบพืชจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง
 3. ต้นพืชจะแคระ ไม่สูง
 4. รากพืชจะเริ่มเน่า และตายลง
- เฉลย 1

3. ระยะแรกใบแก่ในพืชใบเลี้ยงคู่จะมีสีซีดต่อมาจะมีจุดสีเข้มที่เนื้อใบ จากข้อความเป็นลักษณะของการขาดธาตุอาหารในข้อใด (การตีความ)

1. โพแทสเซียม
2. ไนโตรเจน
3. ฟอสฟอรัส
4. กำมะถัน

เฉลย 1

4. พืชชนิดใดมีโครงสร้างของรากแตกต่างจากข้ออื่น (การแปลความ)

1. ข้าว
2. ข้าวโพด
3. ทานตะวัน
4. มะพร้าว

เฉลย 3

5. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการวัดการเจริญเติบโตของพืช (การแปลความ)

1. พืชดอกจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเมล็ด
2. รากจะแตกแขนงมากขึ้น
3. ลำต้นจะสูง และใหญ่
4. ใบพืชมีขนาดใหญ่ และจำนวนมากขึ้น

เฉลย 1

6. ต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยงเจริญไปเป็นลำต้นส่วนกลาง ส่วนต้นอ่อนเหนือใบเลี้ยงเจริญไปเป็นลำต้นส่วนบนและดอก เป็นลักษณะการเจริญเติบโตของพืชชนิดใด (การตีความ)

1. มะเขือ
2. สับปะรด
3. ผีเสื้อ
4. ตะไคร้

เฉลย 1

7. เหตุใดต้นไม้เล็กที่ขึ้นอยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่จึงมีลำต้นสูงชะลูด (การอธิบาย)

1. เพื่อให้ได้แสงแดด
2. เพื่อให้ได้อากาศ
3. เพื่อให้ทรงตัวเร็ว
4. เพื่อให้แข็งแรง

เฉลย 1

8. ถ้าเต็ดใบเลี้ยงของพืชที่เฟื่องอก จะเกิดผลต่อพืชอย่างไร (การคาดคะเน)

1. พืชโตช้า
2. พืชจะตาย
3. พืชจะเหี่ยวเฉา
4. ต้นจะแคระแกร็น

เฉลย 2

ใช้ตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 9 – 10

สมพงษ์ได้รับเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวมาจาก 3 แหล่ง หลังจากนั้นสมพงษ์ได้ทำการทดลองปลูกต้นถั่วเขียวทั้ง 3 แหล่ง โดยจัดพื้นที่ที่ปลูกที่เดียวกัน ใส่ปุ๋ยเท่ากัน จำนวนเมล็ดเท่ากัน คือ 350 เมล็ด ได้ผลการทดลอง ดังตาราง โดยแหล่งที่ 1 แทนด้วย A แหล่งที่ 2 แทนด้วย B และแหล่งที่ 3 แทนด้วย C

จำนวนวันหลัง เพาะ	จำนวนเมล็ดที่งอกแต่ละวัน		
	A	B	C
1	0	0	0
2	0	0	0
3	21	50	0
4	72	50	80
5	80	50	70
6	30	50	30
7	0	50	20

9. หากเรียงลำดับดัชนีการงอกของเมล็ดจากน้อยไปหามากจะเป็นไปตามข้อใด (การแปลความ)

1. $B > C > A$
2. $A > B > C$
3. $C > A > B$
4. $C > B > A$

เฉลย 3

10. หากนักเรียนเป็นเกษตรกรควรเลือกเมล็ดพันธุ์จากแหล่งใดมาปลูกเพื่อให้มีผลผลิตตลอดปี (การขยายความ)

1. เมล็ดพันธุ์ A
2. เมล็ดพันธุ์ B
3. เมล็ดพันธุ์ C
4. เมล็ดพันธุ์ A และ B

เฉลย 2



**ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ
2. ให้นักเรียนพิจารณาแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรากฏในแต่ละข้อ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือหลังข้อความที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนเพียงช่องเดียว ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
4	หมายถึง	พึงพอใจมาก
3	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
2	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
1	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านผู้สอน						
1	ผู้สอนชี้แจงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างชัดเจน					
2	ผู้สอนให้คำปรึกษา แนะนำ ดูแลผู้เรียนอย่างทั่วถึง					
3	ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการจัดการเรียนรู้					
4	ผู้สอนมีการเสริมแรงโดยการให้รางวัลแก่กลุ่มที่ทำกิจกรรมสำเร็จ					
ด้านเนื้อหา						
5	เนื้อหาตรงกับความสนใจและความต้องการของผู้เรียน					
6	เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก					
7	การจัดเนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
8	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนได้					
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา					
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน					
11	กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน					
ด้านการวัดและประเมินผล						
12	การประเมินผลมีความหลากหลาย					
13	มีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน					
14	มีการประเมินการออกแบบเชิงวิศวกรรมของผู้เรียน					
15	ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเอง					
	รวม					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....



ภาคผนวก ง

ผลการประเมินคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้

ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ผลการประเมินคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์คุณภาพหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง
ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.72	0.18	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.68	0.17	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.63	0.16	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.63	0.16	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	4.63	0.16	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	4.63	0.16	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	4.63	0.16	มากที่สุด
ภาพรวมหน่วยการเรียนรู้	4.35	0.25	มาก

โดยการแปลผลของระดับความเหมาะสมพิจารณาจากค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ของเบสท์
(Best.1981:82) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 16 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ			ความสอดคล้อง	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
3	+1	+1	0	0.67	นำไปใช้ได้
4	+1	+1	0	0.67	นำไปใช้ได้
5	+1	0	+1	0.67	นำไปใช้ได้
6	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
7	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
8	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
9	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
10	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
11	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
12	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
13	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
14	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
15	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
16	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
17	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
18	+1	+1	0	0.67	นำไปใช้ได้
19	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
20	+1	0	+1	0.67	นำไปใช้ได้

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลผล
1	0.63	0.33	นำไปใช้ได้
2	0.80	0.53	นำไปใช้ได้
3	0.73	0.27	นำไปใช้ได้
4	0.70	0.33	นำไปใช้ได้
5	0.70	0.47	นำไปใช้ได้
6	0.63	0.20	นำไปใช้ได้
7	0.77	0.47	นำไปใช้ได้
8	0.77	0.47	นำไปใช้ได้
9	0.70	0.47	นำไปใช้ได้
10	0.63	0.20	นำไปใช้ได้
11	0.67	0.27	นำไปใช้ได้
12	0.70	0.33	นำไปใช้ได้
13	0.80	0.53	นำไปใช้ได้
14	0.80	0.27	นำไปใช้ได้
15	0.73	0.27	นำไปใช้ได้
16	0.80	0.53	นำไปใช้ได้
17	0.80	0.67	นำไปใช้ได้
18	0.80	0.27	นำไปใช้ได้
19	0.73	0.40	นำไปใช้ได้
20	0.80	0.27	นำไปใช้ได้

ตาราง 18 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สถานการณ์	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญ			ความเหมาะสม	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1	4	5	4	4.33	มาก
2	3	3	4	3.33	มาก
3	4	5	4	4.33	มาก
4	4	4	5	4.33	มาก
	รวม			4.08	มาก

2. แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 19 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง ต้น
อ่อนทานตะวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ				ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน	ข้อที่เลือกใช้
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4			
1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	
2	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
3	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
4	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	
5	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	✓
6	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
7	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
8	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
9	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	✓
10	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
11	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
12	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
13	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
14	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
15	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
16	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	✓
17	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	✓
18	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	✓
19	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	
20	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	
21	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	
22	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ				ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน	ข้อที่เลือกใช้
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4			
23	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	
24	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	
25	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
26	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	✓
27	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	✓
28	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	
29	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	✓
30	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	
31	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	
32	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้	
33	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	
34	+1	+1	0	+1	0.75	นำไปใช้ได้	

ตาราง 20 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแบบวัดความเข้าใจ
เนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ				ความ เหมาะสม	ผลการ ประเมิน	ข้อที่เลือกใช้
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4			
1	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
2	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
3	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
4	4	4	4	4	4.00	มาก	
5	4	4	4	4	4.00	มาก	
6	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
7	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
8	4	3	4	4	3.75	มาก	✓
9	4	4	4	4	4.00	มาก	
10	3	4	4	3	3.50	มาก	✓
11	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
12	4	3	4	4	3.75	มาก	✓
13	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
14	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
15	3	4	3	4	3.50	มาก	✓
16	3	4	4	4	3.75	มาก	
17	4	3	4	4	3.75	มาก	✓
18	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
19	4	4	4	4	4.00	มาก	
20	4	3	3	4	3.50	มาก	✓
21	4	4	4	4	4.00	มาก	
22	4	4	4	4	4.00	มาก	

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ				ความ เหมาะสม	ผลการ ประเมิน	ข้อที่เลือกใช้
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4			
23	4	4	4	4	4.00	มาก	
24	4	4	4	4	4.00	มาก	
25	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
26	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
27	4	4	4	4	4.00	มาก	
28	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
29	4	4	4	3	3.75	มาก	
30	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
31	4	4	4	3	3.75	มาก	
32	4	4	4	4	4.00	มาก	✓
33	4	4	4	4	4.00	มาก	
34	3	4	4	3	3.50	มาก	

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความเข้าใจ
เนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลผล
1	0.77	0.46	นำไปใช้ได้
2	0.63	0.33	นำไปใช้ได้
3	0.60	0.27	นำไปใช้ได้
4	0.60	0.27	นำไปใช้ได้
5	0.70	0.20	นำไปใช้ได้
6	0.67	0.20	นำไปใช้ได้
7	0.67	0.27	นำไปใช้ได้
8	0.67	0.46	นำไปใช้ได้
9	0.67	0.27	นำไปใช้ได้
10	0.63	0.27	นำไปใช้ได้
11	0.63	0.20	นำไปใช้ได้
12	0.67	0.20	นำไปใช้ได้
13	0.80	0.27	นำไปใช้ได้
14	0.77	0.40	นำไปใช้ได้
15	0.70	0.20	นำไปใช้ได้
16	0.80	0.27	นำไปใช้ได้
17	0.80	0.46	นำไปใช้ได้
18	0.77	0.20	นำไปใช้ได้
19	0.73	0.46	นำไปใช้ได้
20	0.63	0.20	นำไปใช้ได้
21	0.67	0.27	นำไปใช้ได้
22	0.70	0.33	นำไปใช้ได้
23	0.80	0.46	นำไปใช้ได้
24	0.80	0.53	นำไปใช้ได้
25	0.73	0.27	นำไปใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลผล
26	0.80	0.33	นำไปใช้ได้
27	0.63	0.46	นำไปใช้ได้
28	0.80	0.20	นำไปใช้ได้
29	0.73	0.46	นำไปใช้ได้
30	0.80	0.46	นำไปใช้ได้
31	0.67	0.46	นำไปใช้ได้
32	0.80	0.20	นำไปใช้ได้
33	0.73	0.46	นำไปใช้ได้
34	0.77	0.33	นำไปใช้ได้

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ ๙

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

ข้อ ที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
1	ผู้สอนชี้แจงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างชัดเจน	3.80	0.45	มาก
2	ผู้สอนให้คำปรึกษา แนะนำ ดูแลผู้เรียนอย่างทั่วถึง	4.00	0.00	มาก
3	ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการจัดการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
4	ผู้สอนมีการเสริมแรงโดยการให้รางวัลแก่กลุ่มที่ทำกิจกรรมสำเร็จ	4.00	0.00	มาก
5	เนื้อหาตรงกับความสนใจและความต้องการของผู้เรียน	3.20	0.45	มาก
6	เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	4.00	0.00	มาก
7	การจัดเนื้อหา มีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้	3.60	0.55	มาก
8	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันของผู้เรียนได้	3.60	0.55	มาก
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา	4.00	0.00	มาก
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	3.80	0.45	มาก
11	กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน	4.00	0.00	มาก
12	การประเมินผลมีความหลากหลาย	4.00	0.00	มาก
13	มีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
14	มีการประเมินการออกแบบเชิงวิศวกรรมของผู้เรียน	3.60	0.55	มาก
15	ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเอง	4.00	0.00	มาก
ภาพรวม		3.84	0.19	มาก

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสุธิดา วันสุดล
วัน เดือน ปี เกิด	24 มีนาคม 2533
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2556 การศึกษาระดับบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) เกียรตินิยมอันดับ 1 จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	145/90 ซอยลาดพร้าว 48 ถนนลาดพร้าว แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กทม.10310

